

ИЗВЕСТИЯ

НИЖНЕВОЛЖСКОГО АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА:

НАУКА И ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Отрасли науки:

- сельскохозяйственные науки

- технические науки

Группы специальностей:

06.01.00 Агрономия

06.02.00 Ветеринария и Зоотехния

05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем

№ 1 (53), 2019

Волгоград
Волгоградский ГАУ
2019

PROCEEDINGS

OF NIZHNEVOLZSKIY AGROUNIVERSITY COMPLEX:

SCIENCE AND HIGHER VOCATIONAL EDUCATION

Branches of science:

- agricultural sciences

- technical sciences

Groups of specialties:

06.01.00 Agronomy

06.02.00 Veterinary and Zootechnics

05.20.00 Processes and machines of agroengineering systems

№ 1 (53), 2019

Volgograd
Volgograd state agrarian university
2019

**ББК 4 (2Рос–4Вор)
И-33**

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА
ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный
университет

**ISSN 2071-9485
DOI: 10.32786/2071-9485**

Выпуск № 1 (53), 2019
Отрасли науки:

- сельскохозяйственные науки
- технические науки

Группы специальностей:

06.01.00 Агрономия
06.02.00 Ветеринария и Зоотехния
05.20.00 Процессы и машины
агроинженерных систем

**ББК 4 (2Рос–4Вор)
И-33**

THE MAGAZINE FOUNDER
Volgograd state
agrarian university

**ISSN 2071-9485
DOI: 10.32786/2071-9485**

Issue № 1 (53), 2019
Branches of science:

- agricultural sciences
- technical sciences

Groups of specialties:

06.01.00 Agronomy
06.02.00 Veterinary and Zootechnics
05.20.00 Processes and machines of
agroengineering systems

ИЗВЕСТИЯ

Нижеволжского агроуниверситетского комплекса:
наука и высшее профессиональное образование

Выпуск № 1 (53), 2019

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России от 19.02.2010 г. № 686 журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук.

Журнал индексируется в международных информационных системах **Web of Science (RSCI)**, **Agricultural Research Information System (AGRIS)**.

Официальный партнер международной организации **DOI Foundation (IDF)**, международной Ассоциации **Publishers International Linking Association (PILA)**, международного регистрационного агентства **CrossRef**.

Главный редактор – *Овчинников А.С.*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, **член-корреспондент РАН**, председатель редакционного совета, председатель правления регионального фонда «Аграрный университетский комплекс», ректор Волгоградского ГАУ.

Заместители главного редактора:

Бочарников В.С., доктор технических наук, первый проректор Волгоградского ГАУ;

Фомин С.Д., доктор технических наук, зав. Центром наукометрического анализа и международных систем индексирования Волгоградского ГАУ

PROCEEDINGS

of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex:
science and higher vocational education

Issue № 1 (53), 2019

According to the decision of Presidium of Higher certifying commission of Ministry of Education and science of Russia in 19.02.2010 № 686 the magazine was included into the list of leading peer-reviewed journals and issues where candidate and doctoral degree thesis basic scientific results can be published.

The journal is indexed in the International Information Systems **Web of Science (RSCI)**, **Agricultural Research Information System (AGRIS)**. Official partner of the International Organization **DOI Foundation (IDF)**, **The Publishers International Linking Association (PILA)**, and The International Registration Agency **CrossRef**

Chief editor – *Ovchinnikov A.S.*, Doctor of Agricultural sciences, Professor, **correspondent member of Russian Academy of Agricultural Sciences**, the Chairman of editorial board, the Chairman of regional fund «Agrarian university complex», the Rector of the Volgograd state agrarian university.

Deputy chief editor:

Bocharnikov V.S., Doctor of Technical Sciences, First Vice Rector of the Volgograd State Agrarian University;

Fomin S.D., Doctor of Technical Sciences, head of the Center for Scientometric Analysis and International Indexing Systems of the Volgograd State Agrarian University

**Международный редакционный совет
научного журнала**

Главный редактор – *Овчинников А.С.*, д.с.-х.н., профессор, **член-корреспондент РАН**, председатель редакционного совета, председатель правления регионального фонда «Аграрный университетский комплекс», ректор Волгоградского ГАУ
<http://www.volgau.com/университет/ректор>

Заместитель главного редактора – *Бочарников В.С.*, д.т.н., первый проректор Волгоградского ГАУ
<http://www.volgau.com/университет/органы-управления/ректорат>

Заместитель главного редактора – *Фомин С.Д.*, д.т.н., зав. Центром наукометрического анализа и международных систем индексирования, Волгоградский ГАУ
<http://www.volgau.com/izvestiya>

Бабински Лазло, профессор, доктор, директор института кормовых и пищевых биотехнологий, Дебреценский университет (Венгрия)
<http://mek.unideb.hu/hu/node/71>

Дубенок Н.Н., академик РАН, член бюро отделения РАН, РГАУ-МСХА
<http://www.timacad.ru/catalog/pps/detail.php?ID=1636>

Зволинский В.П., академик РАН, научный руководитель Прикаспийского НИИ аридного земледелия
<http://pniiaz.ru/rukovodstvo>
<https://ru.wikipedia.org/wiki/>

Кулик К.Н., академик РАН, Федеральный научный центр агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения РАН (ФНЦ Агроэкологии РАН)
<http://www.fncagro.ru>
<http://www.cnshb.ru/AKDiL/>
<http://www.volsu.ru/struct/institutes/iimost/>

Лихацевич А.П., член-корреспондент Национальной академии Беларуси, доктор технических наук, главный научный сотрудник, Институт мелиорации (Беларусь)
<http://nasb.gov.by/rus/members/>

**International Editorial Board
of the Scientific Journal**

Editor-in-Chief - *Ovchinnikov A.S.*, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, **Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences**, Chairman of the Editorial Board, Chairman of the Board of the Regional Fund «Agrarian University Complex», Rector of Volgograd State Agrarian University

Deputy Editor-in-Chief - *Bocharnikov V.S.*, Doctor of Technical Sciences, First Vice Rector of the Volgograd State Agrarian University;

Deputy editor-in-chief - *Fomin S.D.*, Doctor of Technical Sciences, head of the Center for Scientometric Analysis and International Indexing Systems of the Volgograd State Agrarian University

Babinski Lazlo, professor, doctor, director of the Institute of Feed and Food Biotechnology, Debrecen University (Hungary)

Dubenok N.N., **Academician of the Russian Academy of Sciences**, member of the Bureau of the Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University named after Timiryazev

Zvolinsky V.P., **Academician of the Russian Academy of Sciences**, scientific adviser of the Prikaspiysky Research Institute of Arid Agriculture

Kulik K.N., **Academician of the Russian Academy of Sciences**, Federal Scientific Center for Agroecology, Melioration and protective afforestation of the Russian Academy of Sciences

Likhatsevich A.P., **Corresponding Member, National Academy of Belarus**, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, Institute of Land Reclamation (Belarus)

Мелихов В.В., член-корреспондент РАН, директор Всероссийского НИИ орошаемого земледелия
<http://vniioz.ru/institut/sotrudniki.shtml>

Петрович Милан, доктор биотехнических (сельскохозяйственных) наук, профессор, зам. директора по науке, Институт животноводства, г. Белград, Земун (Сербия)

Рулев А.С., академик РАН, Волгоградский государственный университет
<http://www.volsu.ru/struct/institutes/ien/>

Семененко С.Я., доктор сельскохозяйственных наук, директор Поволжского НИИ эколого-мелиоративных технологий – филиала ФНЦ Агроэкологии РАН
<http://www.volsu.ru/persons/id/?id=000000358>

Ференц Савайи, профессор, доктор, ректор Капосварского Университета (Венгрия)
<http://english.ke.hu/university/managing-board>

Шаговнович Драган А., директор Института экономики, Белград (Сербия)
<http://www.ecinst.org.rs/sites/default/files/page-files/dragan-sagovnovic-eng.pdf>

Шеварлич Миладин М., доктор агроэкономических наук, профессор экономики сельского хозяйства и кооперативов, заведующий кафедрой экономики сельского хозяйства и рынка Белградского университета, председатель Общества агроэкономистов Сербии (Сербия)
<http://www.ecinst.org.rs/sites/default/files/page-files/miladin-sevarlic-eng.pdf>

Шилерова Эдита, Ph.D., член Академического сената Чешского сельскохозяйственного университета в Праге (Чехия)
<http://wp.czu.cz/cs/index.php/?r=1071&mp=person.info&idClovek=39>

Щедрин В.Н., академик РАН, доктор технических наук, профессор, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации

Ятусевич А.И., академик РАН, доктор ветеринарных наук, ректор Витебской государственной академии ветеринарной медицины (Беларусь)
<http://www.vsavm.by/2012/09/04/yatusevich->

Melikhov V.V., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the All-Russian Institute of Irrigated Agriculture

Petrovich Milan, doctor of biotechnical (agricultural sciences), professor, deputy. Director for Science, Institute of Livestock, Belgrade, Zemun (Serbia)

Rulev A.S., Academician of the Russian Academy of Sciences, Volgograd State University

Semenenko S.Ya., doctor of agricultural sciences, director of the Povolzhsky Research Institute of Ecological and Meliorative Technologies - branch of the Federal Scientific Center of Agroecology (RAS)

Savaii Ferenc, Professor, Doctor, Rector of Kaposvar University (Hungary)

Shagovnovich Dragan A., Director of the Institute of Economics, Belgrade (Serbia)

Shevarlich Miladin M., Doctor of Agricultural Economics, Professor of Agricultural Economics and Cooperatives, Head of the Department of Agricultural Economics and Market, University of Belgrade, Chairman of the Society of Agro-Economists of Serbia (Serbia)

Shilerova Edith, Ph.D., member of the Academic Senate of the Czech Agricultural University in Prague (Czech Republic)

Shchedrin V.N., Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian Research Institute for Problems of Land Reclamation

Yatusevich A.I., Academician of RAS, Doctor of Veterinary Sciences, Rector of Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine (Belarus)

Редакционная коллегия научного журнала

06.01.00 Агрономия

06.01.01 Общее земледелие, растениеводство

Дубенок Н.Н., академик РАН, член бюро отделения РАН, РГАУ-МСХА

Зволинский В.П., академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, научный руководитель Прикаспийского НИИ аридного земледелия

Егорова Г.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Филин В.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

06.01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель (сельскохозяйственные науки)

Овчинников А.С., член-корреспондент РАН, д.с.-х.н., профессор, председатель редакционного совета, председатель правления регионального фонда «Аграрный университетский комплекс», ректор Волгоградского ГАУ

Бородычев В.В., академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор филиала Всероссийского НИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова

Дубенок Н.Н., академик РАН, член бюро отделения РАН, РГАУ-МСХА

Кулик К.Н., академик РАН, Федеральный научный центр агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения РАН (ФНЦ Агроэкологии РАН)

Мелихов В.В., член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор ВНИИОЗ

Editorial Board of the Scientific Journal

06.01.00 Agronomy

06.01.01 General agriculture, crop production

Dubenok N.N., Academician of the Russian Academy of Sciences, member of the Bureau of the Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University named after Timiryazev

Zvolinsky V.P., Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, scientific leader of the Caspian Research Institute of Arid Agriculture

Egorova G.S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Filin V.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

06.01.02 Land Reclamation, recultivation and protection (agricultural sciences)

Ovchinnikov A.S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Chairman of the Editorial Board, Chairman of the Board of the Regional Fund «Agrarian University Complex», Rector of Volgograd State Agrarian University

Borodychev V.V., Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Director of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after A.N. Kostyakov

Dubenok N.N., Academician of the Russian Academy of Sciences, member of the Bureau of the Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University named after Timiryazev

Kulik K.N., Academician of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS

Melikhov V.V., corresponding member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Director of All-Russian Scientific Research Institute of irrigated agriculture

Кулик А.К., кандидат сельскохозяйственных наук, ФНЦ Агроэкологии РАН

Проездов П.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Саратовский ГАУ

Танюкевич В.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова - филиал ДонГАУ

Ходяков Е.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

06.01.02 Мелиорация, рекультивация и охрана земель (технические науки)

Лихацевич А.П., член-корреспондент Национальной академии Беларуси, доктор технических наук, главный научный сотрудник, Институт мелиорации (Беларусь)

Бочарников В.С., доктор технических наук, первый проректор, Волгоградский ГАУ

Васильев С.М., доктор технических наук, директор, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации

Ахмедов А.Д., доктор технических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Пахомов А.А., доктор технических наук, Волгоградский ГАУ

06.01.04 Агрохимия

Дронова Т.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ВНИИОЗ

Егорова Г.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Филин В.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Гурова О.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, проректор, Волгоградский ГАУ

Егорова Г.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Kulik A.K., Candidate of Agricultural Sciences, National Science Center of Agroecology RAS

Proezdov P.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Saratov State Agrarian University

Tanyukevich V.V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Novocherkassk Engineering Reclamation Institute named after A.K. Kortunov - branch of Don State Agrarian University

Khodyakov E.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

06.01.02 Land Reclamation, recultivation and protection (technical Sciences)

Likhatsevich A.P., Corresponding Member, National Academy of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, Institute of Land Reclamation (Belarus)

Bocharnikov V.S., Doctor of Technical Sciences, First Vice Rector of the Volgograd State Agrarian University;

Vasiliev S.M., Doctor of Technical Sciences, Director, Russian Research Institute for Problems of Land Reclamation

Akhmedov A.D., Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Pakhomov A.A., Doctor of Technical Sciences, Volgograd State Agrarian University

06.01.04 Agrochemistry

Dronova T.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, All-Russia Scientific Research Institute of irrigated agriculture

Egorova G.S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Filin V.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

06.01.05 Selection and seed production of agricultural plants

Gurova O.N., Candidate of Agricultural Sciences, vice-rector, Volgograd State Agrarian University

Egorova G.S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Петров Н.Ю., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Petrov N.Yu., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Филин В.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Filin V.I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

06.01.06 Луговое хозяйство и лекарственные эфирно-масличные культуры

06.01.06 Grassland and medicinal essential oilseeds

Тютюма Н.В., профессор РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор ПНИИАЗ

Tyutyuma N.V., Professor of RAS, Doctor of Agricultural Sciences, Director of the Caspian Research Institute of Arid Agriculture

Дронова Т.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ВНИИОЗ

Dronova T.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, All-Russian Scientific Research Institute of irrigated agriculture

Петров Н.Ю., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Petrov N.Yu., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

06.01.07 Защита растений

06.01.07 Plant Protection

Родин С.А., академик РАН, зам. директора, Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства

Rodin S.A., Academician of the Russian Academy of Sciences, Deputy. Director, All-Russian Research Institute of Forestry and Mechanization of Forestry

Петров Н.Ю., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Petrov N.Yu., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Семененко С.Я., доктор сельскохозяйственных наук, директор Поволжского НИИ эколого-мелиоративных технологий – филиала ФНЦ Агроэкологии

Semenenko S.Ya., Doctor of agricultural sciences, director Povolzhskiy Scientific-research institute of ecological and land-improvement technologies (Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation of RAS)

Дронова Т.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ВНИИОЗ

Dronova T.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, All-Russian Scientific Research Institute of irrigated agriculture

06.01.08 Плодоводство, виноградарство

06.01.08 Fruit growing, viticulture

Кулик К.Н., академик РАН, Федеральный научный центр агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения РАН (ФНЦ Агроэкологии РАН)

Kulik K.N., Academician of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS

Тютюма Н.В., профессор РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор ПНИИАЗ

Tyutyuma N.V., Professor of RAS, Doctor of Agricultural Sciences, Director of the Caspian Research Institute of Arid Agriculture

Ахмедов А.Д., доктор технических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Akhmedov A.D., Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Подковыров И.Ю., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Волгоградский ГАУ

Podkovyrov I.Yu., Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, Volgograd State Agrarian University

06.01.09 Овощеводство

Зволинский В.П., академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, научный руководитель Прикаспийского НИИ аридного земледелия

Мелихов В.В., член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор ВНИИОЗ

Тютюма Н.В., профессор РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор ПНИИАЗ

06.02.00 Ветеринария и Зоотехния**06.02.01 Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных**

Ятусевич А.И., академик РАН, доктор ветеринарных наук, ректор Витебской государственной академии ветеринарной медицины (Беларусь)

Веденеев С.А., доктор ветеринарных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Дерезина Т.Н., доктор ветеринарных наук, профессор, Донской государственный технический университет

Рыжкова Г.Ф., доктор биологических наук, профессор, Курганская ГСХА им. Иванова И.И.

Ряднов А.А., доктор биологических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Шинкаренко А.Н., доктор ветеринарных наук, Волгоградский ГАУ

06.02.02 Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология

Ятусевич А.И., академик РАН, доктор ветеринарных наук, ректор Витебской государственной академии ветеринарной медицины (Беларусь)

Филиппов Н.В., доктор ветеринарных наук, профессор, зам. директора, Волгоградская областная ветеринарная лаборатория

06.01.09 Vegetable-growing

Zvolinsky V.P., Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, scientific leader of the Caspian Research Institute of Arid Agriculture

Melikhov V.V., corresponding member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Director of All-Russia Scientific Research Institute of irrigated agriculture

Tyutyuma N.V., Professor of RAS, Doctor of Agricultural Sciences, Director of the Caspian Research Institute of Arid Agriculture

06.02.00 Veterinary and Zootechnics**06.02.01 Diagnostics of diseases and animal therapy, pathology, oncology and animal morphology**

Yatusевич A.I., Academician of RAS, Doctor of Veterinary Sciences, Rector of Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine (Belarus)

Vedeneev S.A., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Derezina T.N., Doctor of Veterinary Science, Professor, Don State Technical University

Ryzhkova G.F., Doctor of Biological Sciences, Professor, Kurgan State Agricultural Academy named after Ivanova I.I.

Ryadnov A.A., Doctor of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Shinkarenko A.N., Doctor of Veterinary Sciences, Volgograd State Agrarian University

06.02.02 Veterinary microbiology, virology, epizootology, mycology with mycotoxicology and immunology

Yatusевич A.I., Academician of RAS, Doctor of Veterinary Sciences, Rector of Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine (Belarus)

Filippov N.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Deputy Director, Volgograd Regional Veterinary Laboratory

Сухинин А.А., доктор биологических наук, профессор, первый проректор, Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины

Sukhinin A.A., Doctor of Biological Sciences, Professor, First Vice-Rector, St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine

Сашина Л.Ю., доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, зав. лабораторией иммунологии, Всероссийский НИ ветеринарный институт патологии фармакологии и терапии РАН

Sashnina L.Yu., Doctor of Veterinary Sciences, Chief Researcher, Head Laboratory of Immunology, All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy, Russian Academy of Sciences

06.02.03 Ветеринарная фармакология с токсикологией

06.02.03 Veterinary pharmacology with toxicology

Ятусевич А.И., академик РАН, доктор ветеринарных наук, ректор Витебской государственной академии ветеринарной медицины (Беларусь)

Yatusevich A.I., Academician of RAS, Doctor of Veterinary Sciences, Rector of Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine (Belarus)

Веденеев С.А., доктор ветеринарных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Vedeneev S.A., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Сашина Л.Ю., доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, зав. лабораторией иммунологии, Всероссийский НИ ветеринарный институт патологии фармакологии и терапии РАН

Sashnina L.Yu., Doctor of Veterinary Sciences, Chief Researcher, Head Laboratory of Immunology, All-Russian Scientific Research Institute of Veterinary Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy, Russian Academy of Sciences

Шинкаренко А.Н., доктор ветеринарных наук, Волгоградский ГАУ

Shinkarenko A.N., Doctor of Veterinary Sciences, Volgograd State Agrarian University

06.02.04 Ветеринарная хирургия

06.02.04 Veterinary surgery

Веденеев С.А., доктор ветеринарных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Vedeneev S.A., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Ряднов А.А., доктор биологических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Ryadnov A.A., Doctor of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Стекольников А.А., доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН, ректор, Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины

Stekolnikov A.A., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Rector, St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine

Шинкаренко А.Н., доктор ветеринарных наук, Волгоградский ГАУ

A.N. Shinkarenko, Doctor of Veterinary Sciences, Volgograd State Agrarian University

06.02.05 Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза

06.02.05 Veterinary sanitation, ecology, zoohygiene and veterinary-sanitary examination

Ряднов А.А., доктор биологических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Ryadnov A.A., Doctor of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Злепкин Д.А., доктор биологических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Филиппов Н.В., доктор ветеринарных наук, профессор, зам. директора, Волгоградская областная ветеринарная лаборатория

Сухинин А.А., доктор биологических наук, профессор, первый проректор, Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины

06.02.06 Ветеринарное акушерство и биотехника репродукции животных

Авдеенко В.С., доктор ветеринарных наук, профессор, Саратовский ГАУ имени Н.И. Вавилова

Федотов С.В., доктор ветеринарных наук, профессор, Московская ГВМиБ

Племяшников К.В., доктор ветеринарных наук, профессор ВНИИ генетики и разведения животных, Санкт-Петербург

Баймишев Х.Б., доктор биологических наук, профессор, Самарская ГСХА

Волхов И.М., доктор биологических наук, профессор, Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Чеходариди Ф.И., доктор ветеринарных наук, профессор, Горский ГАУ

06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных

Горлов И.Ф., академик РАН, научный руководитель Поволжского НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Коханов А.П., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Ранделин А.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Филатов А.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Zlepkin D.A., Doctor of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Filippov N.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Deputy Director, Volgograd Regional Veterinary Laboratory

Sukhinin A.A., Doctor of Biological Sciences, Professor, First Vice-Rector, St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine

06.02.06 Veterinary obstetrics and animal biotechnology

Avdeenko V.S., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilova

Fedotov S.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine

Plemyashkov K.V., Doctor of Veterinary Science, Professor, Institute of Genetics and Animal Breeding, St. Petersburg

Baimishev Kh.B., Doctor of Biological Sciences, Professor, Samara State Agricultural Academy

Volkhov I.M., Doctor of Biological Sciences, Professor, Volga Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products

Chekhodaridi F.I., Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Gorsky State Agrarian University

06.02.07 Breeding, selection and genetics of farm animals

Gorlov I.F., Academician of the Russian Academy of Sciences, scientific supervisor of Volga research Institute of production and processing of meat and dairy products

Kohanov A.P., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Randelin A.V., Doctor of Agricultural Sciences, professor, Povolzhsky Research Institute of production and processing of meat and milk products

Filatov A.S., Doctor of Agricultural Sciences, professor, Povolzhsky Research Institute of production and processing of meat and milk products

06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов

Горлов И.Ф., академик РАН, научный руководитель Поволжского НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Бабински Лазло, профессор, доктор, директор института кормовых и пищевых биотехнологий, Дебреценский университет (Венгрия)

Николаев С.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Ранделин А.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Филатов А.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Чамурлиев Н.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

06.02.09 Звероводство и охотоведение

Николаев С.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Коханов М.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Чамурлиев Н.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства

Горлов И.Ф., академик РАН, научный руководитель Поволжского НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Храмцов А.Г., академик РАН, доктор технических наук, профессор, Северо-Кавказский федеральный университет

06.02.08 Feed production, feeding of farm animals and feed technology

Gorlov I.F., Academician of the Russian Academy of Sciences, scientific supervisor of Volga research Institute of production and processing of meat and dairy products

Babinski Lazlo, professor, doctor, director of the Institute of Feed and Food Biotechnology, Debrecen University (Hungary)

Nikolaev S. I., Doctor of Agricultural Sciences, professor, Volgograd State Agrarian University

Randelin A.V., Doctor of Agricultural Sciences, professor, Povolzhsky Research Institute of production and processing of meat and milk products

Filatov A.S., Doctor of Agricultural Sciences, professor, Povolzhsky Research Institute of production and processing of meat and milk products

Chamurliev N.G., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd Agrarian State University

06.02.09 Fur farming and hunting

Nikolaev S. I., Doctor of Agricultural Sciences, professor, Volgograd State Agrarian University

Kohanov M.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Chamurliev N.G., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd Agrarian State University

06.02.10 Private animal husbandry, production technology of livestock products

Gorlov I.F., Academician of the Russian Academy of Sciences, scientific supervisor of Volga research Institute of production and processing of meat and dairy products

Khramtsov A.G., Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, North-Caucasian Federal University

Сложенкина М.И., доктор биологических наук, **профессор РАН**, профессор Волгоградского государственного технического университета, директор Поволжского НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Бабински Лазло, профессор, доктор, директор института кормовых и пищевых биотехнологий, Дебреценский университет (Венгрия)

Коханов М.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Натыров А.К., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, декан аграрного факультета Калмыцкого государственного университета

Ранделин А.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Ранделин Д.А., доктор биологических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Филатов А.С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции

Чамурлиев Н.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Шкаленко В.В., доктор биологических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Лихацевич А.П., **член-корреспондент Национальной академии Беларуси**, доктор технических наук, главный научный сотрудник, Институт мелиорации (Беларусь)

Бочарников В.С., доктор технических наук, первый проректор, Волгоградский ГАУ

Борисенко И.Б., доктор технических наук, Волгоградский ГАУ

Кузнецов Н.Г., доктор технических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Slokenkina M.I., Doctor of Biological Sciences, **Professor of the Russian Academy of Sciences**, Professor of Volgograd State Technical University, Director of the Volga Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products

Lazlo Babinski, professor, doctor, director of the Institute of Feed and Food Biotechnology, Debrecen University (Hungary)

Kohanov M.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Natyrov A.K., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Dean of the Agrarian Faculty of Kalmyk State University

Randelin A.V., Doctor of Agricultural Sciences, professor, Povolzhsky Research Institute of production and processing of meat and milk products

Randelin D. A., Doctor of Biological Sciences, professor, Volgograd State Agrarian University

Filatov A.S., Doctor of Agricultural Sciences, professor, Povolzhsky Research Institute of production and processing of meat and milk products

Chamurliев N G., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd Agrarian State University

Shkalenko V.V., Doctor of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

05.20.00 Processes and machines of agro-engineering systems

05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization

Likhatsevich A.P., **Corresponding Member, National Academy of Belarus**, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, Institute of Land Reclamation (Belarus)

Bocharnikov V.S., Doctor of Technical Sciences, First Vice Rector of the Volgograd State Agrarian University;

Borisenko I.B., Doctor of Technical Sciences, Volgograd State Agrarian University

Kuznetsov N.G., Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Фомин С.Д., доктор технических наук, Волгоградский ГАУ

Fomin S.D., Doctor of Technical Sciences, Volgograd State Agrarian University

Цепляев А.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Tseplyaev A.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Шапров М.Н., доктор технических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Shaprov M.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

05.20.02 Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве

05.20.02 Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture

Баев В.И., доктор технических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Baev V.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Кузнецов Н.Г., доктор технических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Kuznetsov N.G., Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

Юдаев И.В., доктор технических наук, профессор, зам. директора, ДонГАУ

Yudaev I.V., Doctor of technical sciences, professor, deputy Director, DonGAU

05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

05.20.03 Technologies and means of agricultural maintenance

Лихацевич А.П., член-корреспондент Национальной академии Беларуси, доктор технических наук, главный научный сотрудник, Институт мелиорации (Беларусь)

Likhatsevich A.P., Corresponding Member, National Academy of Belarus, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, Institute of Land Reclamation (Belarus)

Борисенко И.Б., доктор технических наук, Волгоградский ГАУ

Borisenko I.B., Doctor of Technical Sciences, Volgograd State Agrarian University

Кузнецов Н.Г., доктор технических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Kuznetsov N.G., Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

******* ИЗВЕСТИЯ *******

№ 1 (53), 2019

**НИЖНЕВОЛЖСКОГО АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА:
НАУКА И ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

Известия

**Нижеволжского агроуниверситетского комплекса:
наука и высшее профессиональное образование № 1 (53), 2019**

Ответственный редактор *Т.В. Черкашина*

Технический редактор *Т.А. Ситникова*

Компьютерная верстка *А.В. Харлашина*

Перевод *Е.А. Сидоровой*

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС9-2014 выдано 06 июня 2007 г.
Нижеволжским управлением Федеральной службы по надзору за соблюдением
законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.

Издается с 2006 г. Выходит 4 раза в год.

Подписной индекс 31945

Адрес редакции: 400002, Волгоград, Университетский пр-т, 26

Электронная почта *izvestiya-vgsha@yandex.ru*

Подписано в печать 25.03.2019. Формат 60x84^{1/8}

Усл. печ. л. 46,0. Тираж 1000 (первый завод 200). Заказ 110.

Издательско-полиграфический комплекс Волгоградский ГАУ «Нива»
400002, Волгоград, Университетский пр-т, 26.

* * *

Proceedings

**of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex:
science and higher vocational education № 1 (53), 2019**

Executive editor *T.V. Tcherkashina*

Technical editor *T.A. Sitnikova*

Desktop publishing *A.V. Kharlashin*

Translation *E.A. Sidorova*

Sertificate of registration ПИ № ФС9-2014 given out 06 June 2007
By Nizhnevolzhskiy administration of the Russian Federal Surveillance Service for Compliance
with the Law in Mass Communications and Cultural Heritage Protection

Published from 2006. It is published 4 times a year.

Subscription zip-code 31945

The magazine office address: 400002, Volgograd, Universitetskiy Prospect, 26

E-mail: *izvestiya-vgsha@yandex.ru*

Signed in print 25.03.2019. Printing format 60x84^{1/8}

Conventional printed sheets 46,0. Circulation 1000 (initial print run 200). Order 110.

Publishing and printing complex of Volgograd state agrarian university «Niva»
400002, Volgograd, Universitetskiy Prospect, 26.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 628.316.12:628.35

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-1

**ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОКОВ ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИРОДНЫХ СОРБЕНТОВ
ПРИ ДОБАВЛЕНИИ ФЕРРИТНОЙ СУСПЕНЗИИ****THE TECHNOLOGY OF CLEANING OF SEWAGE OF POULTRY
ENTERPRISES USING NATURAL SORBENTS WITH ADDING
TO FERRITAL SUSPENSION****А.С. Овчинников**, член-корреспондент РАН,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор**В.С. Бочарников**, доктор технических наук, профессор**М.А. Денисова**, ассистент**A.S. Ovchinnikov, V.S. Bocharnikov, M.A. Denisova***Волгоградский государственный аграрный университет**Volgograd State Agrarian University*

В настоящее время стоит острая проблема с надлежащей очисткой сточной воды. Из сложившейся ситуации видно, что основная доля в засорении водного ресурса принадлежит жилищно-коммунальным хозяйствам, промышленным и животноводческим предприятиям. Экологическая безопасность данных производств подразумевает применение различных способов удаления загрязняющих примесей из сточных вод. На очистке сточной воды базируются физико-химические, биологические, химические и механические процессы. Поэтому стоит задача по разработке новых технологий или совершенствованию существующих способов очистки, которые позволяют снизить капитальные затраты. За объект исследования нами взяты сточные воды ЗАО «Птицефабрика «Волжская» Среднеахтубинского района Волгоградской области. Предлагаемая реагентно-механическая технология подразумевает повышение качества очистки сточных вод от соединений тяжелых металлов и ионов аммония. Данная технология позволяет снизить содержание опасных примесей в сточных водах до предельно допустимых концентраций, поэтому актуально применение новых технологий, основанных на использовании дешевых сорбентов и реагентов. В статье приведены результаты химического анализа исследуемых сточных вод на содержание тяжелых металлов и ионов аммония. Разработана блок-схема исследований по очистке птицеводческих стоков. Рассмотрены возможности использования различных природных сорбентов в качестве фильтрующей загрузки. Разработана конструкция сорбционной установки с различными природными сорбентами для определения наиболее эффективного по удалению тяжелых металлов и ионов аммония. Был определен объем суспензии и оптимальное время контакта с исследуемыми стоками.

Currently there is an acute problem with proper wastewater treatment. From the current situation it is clear that a high contribution to the clogging of the hydrophytic resource is carried out by housing and communal services, industrial and livestock enterprises. The environmental hazard of production data involves the use of various methods to remove contaminants from wastewater. Physico-chemical, biological, chemical and mechanical processes are based on wastewater treatment. Therefore, the task is to develop new technologies or improve existing cleaning methods that reduce capital costs. We took the wastewater of Volzhskaya Poultry Farm CJSC of the Middle Akhtubinsky District of the Volgograd Region as the object of study. Many methods and methods have been developed for the purification of multicomponent wastewater, the proposed mechanical reagent technology implies an improvement in the quality of wastewater treatment from heavy metal compounds and ammonium ions. This technology allows to reduce the content of hazardous impurities in wastewater to the maximum permissible concentrations, therefore the application of new technologies based on the use of cheap sorbents and reagents is

relevant. The article presents the results of chemical analysis of the studied wastewater on the content of heavy metals and ammonium ions. A block diagram was developed for research on cleaning poultry waste. The possibilities of using various natural sorbents as a filtering load are considered. The design of the sorption unit with various natural sorbents has been developed to determine the most effective for removing heavy metals and ammonium ions. The volume of the suspension and the optimal time of contact with the studied effluent were determined.

Ключевые слова: сточные воды, цеолит, сорбенты, ферритовая суспензия, фильтрующая загрузка, птицеводческие стоки, водные объекты, очистка, статическая объемная емкость.

Key words: wastewater, zeolite, sorbent, ferritic suspension, filter loading, poultry waste, water bodies, cleaning, static volumetric capacity.

Введение. Картина, которая вырисовывается из состояния водных объектов крупных городов, является малоудовлетворительной.

Из сложившейся ситуации видно, что основная доля в засорении водного ресурса принадлежит жилищно-коммунальным хозяйствам, промышленным и животноводческим предприятиям. Чрезвычайное беспокойство на сегодняшний день вызывают поверхностные воды, загрязненные сбрасываемыми стоками и не соответствующие санитарным нормам. Проблема заключается в том, что со сбрасываемыми стоками в водные ресурсы попадает бытовой, промышленный мусор, который является токсичным и при разложении выделяет канцерогенные вещества.

Крупные города с контингентом свыше 1 млн чел. поставляют до 50 % загрязняющих веществ в поверхностные воды. Из диаграммы видно, сколько процентов загрязненных сточных вод в 2017 году сбрасывается в водные объекты различными регионами страны.

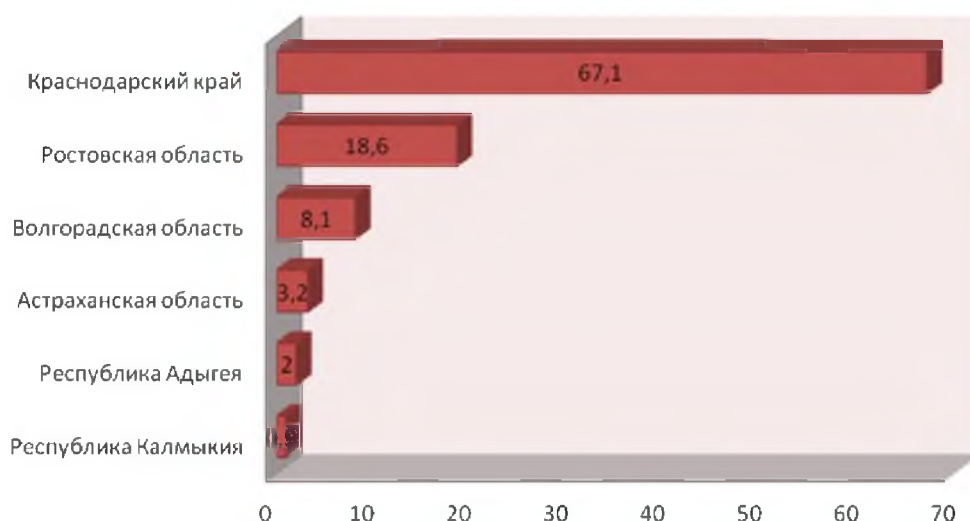


Рисунок 1 – Диаграмма сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты в 2017 году

Из года в год объем сбрасываемых отходов в поверхностные водные ресурсы составляет около 200 миллионов тонн, и только 50 млн. тонн являются очищенными и пригодными для использования [2].

При взятии пробы воды на химический анализ для проверки содержания вредных веществ было выявлено превышение предельно допустимой концентрации для таких веществ, как Ni, Cu, Сb и другие тяжёлые металлы, сульфаты, фенолы,

малорастворимые соли, аммоний и азот. Как известно, тяжелые металлы имеют свойство накапливаться в почвенном покрове, при этом образуя валовые и подвижные формы [11].

При спринклерном методе орошения использование таких сточных вод в качестве оросительной воды невозможно, так как образование налета от примесей тяжелых металлов приведет к засорению ленточного канала разбрызгивающих машин [10].

Поэтому, несомненно, есть необходимость очистки сточных вод от загрязняющих примесей.

Материалы и методы. Нами предлагается реагентно-механическая технология очистки сточных вод от примесей тяжелых металлов и ионов аммония. Этот метод заключается в использовании ферритовых реагентов и сорбционного фильтра с загрузкой из природных сорбентов.

В лабораторных условиях для очищения сточных вод была собрана фильтровальная установка с загрузками различных природных сорбентов.

Данная установка представляет собой три емкости цилиндрической формы объемом по 1000 мл, наполненные различными природными сорбентами. Принятие фильтрата осуществляется в три конические колбы объемом по 500 мл. Использование в качестве фильтрующей загрузки различных сорбентов предполагает выявление самого эффективного по очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов и аммония [7].

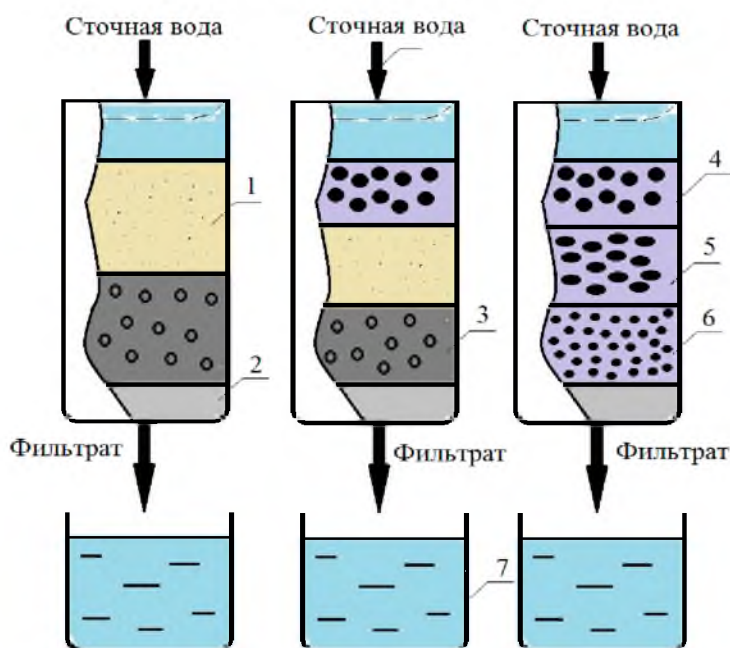


Рисунок 2 – Схема лабораторно-экспериментальной установки по очистке сточных вод с различными природными сорбентами:

1 – гравийный песок; 2 – слой фильтрующей ваты; 3 – активированный уголь марки БАУ-А; 4 – цеолит с фракцией 4,0; 5 – цеолит с фракцией 1,25; 6 – цеолит с фракцией 0,75; 7 – емкость для принятия фильтрата

В каждую емкость внесен различный природный сорбент:

1) В первом цилиндре представлены сорбенты, такие как активированный уголь марки БАУ-А и гравийный песок, а также слой фильтрующей ваты, чтобы не происходило просыпания фильтрата.

2) Во втором загружены активированный уголь марки БАУ-А, гравийный песок, цеолит фракцией 4,0 мм и слой фильтрующей ваты.

3) В третьем загрузка состоит из цеолита различной фракции, это 0,75; 1,25, 4,0 мм и слой фильтрующей ваты.

Качество очистки во многом зависит от фильтрующей загрузки, которая является главным рабочим компонентом фильтрационных систем, поэтому необходимо сделать ее правильный подбор, который влияет в первую очередь на хорошую работу фильтра и качество получаемой воды.

Для выбора сорбционного композита нужно исходить из его стоимости и возможности приобретения, в месте постройки данного фильтра при условии выбранного материала, соответствия техническим требованиям [8].

К техническим требованиям фильтрующей загрузки относятся:

1. Необходимый групповой состав загрузки.
2. Размер зерен фильтрационного материала.
3. Механические и физические свойства прочности зерен загрузки.
4. Химически устойчивые зерна по отношению к сточным водам.

Известно множество групп сорбентов, имеющих избирательную способность в отношении одного класса загрязнителей [14]. Существуют универсальные, синтетические, органические и неорганические сорбенты, имеющие хорошую поглощательную способность различных химических соединений (таблица 1).

Таблица 1 – Виды сорбционных материалов и поглощаемых ими веществ

Сорбент	Удаляемое вещество
Бурый уголь	Медь, цинк, кадмий, свинец
Древесный уголь	Кобальт
Измельченные морские раковины	Цинк, медь, олово
Древесные опилки	Медь, никель
Струвит	Никель

Одним из известных в современном мире адсорбентом является цеолит. Самые общеизвестные виды цеолитов – это клиноптилолит $(K_2, Na_2, Ca) \cdot Al_2Si_7O_{18} \cdot 6H_2O$, а также морденит, гейландит, их разнообразие очень велико [3].

За последние годы проведены обширные минералого-технологические исследования и накоплен банк данных по их химическому, минеральному составу и основным, определяющим к применению свойствам, разработаны технологические процессы с использованием как природных, так и активированных форм.

Представленный обзор по материалам существующих сорбентов показывает, что большое количество разнообразных сорбционных материалов в итоге сводится к нескольким обобщенным типам сорбентов, которым свойственны достоинства и недостатки использования для очистки сточных и улучшения природных вод [12].

Поэтому для относительно недорогих сорбентов природного происхождения очень важной является возможность утилизации таким образом, чтобы исключить попадание поглощаемых веществ в природную среду. Кроме того, для снижения экономических затрат немаловажно использовать местное сырье. Также цеолит экономически привлекателен за счет долгого срока службы загрузки (до 5 лет), он используется для очистки ливневых вод, сточных вод нефтяных объектов и животноводческих комплексов.

В настоящее время становится актуальным метод ферритизации для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Этот метод заключается в приготовлении ферритовой суспензии, которая представляет собой сильнейший магнетик для удаления примесей различных металлов. Ферритовая очистка отличается своей простотой, в основе которой лежит принцип магнитного осаждения продуктов загрязнения [13].

Результаты и обсуждение. Объектом исследования являются сточные воды ЗАО «Птицефабрика «Волжская» Среднеахтубинского района Волгоградской области (рисунок 3).



Рисунок 3 – Гидротехническое сооружение: пруд-накопитель сточных вод ЗАО «Птицефабрика «Волжская» Среднеахтубинского района Волгоградской области

В агропромышленном комплексе существует ряд экологически опасных предприятий, спецификой которых в данное время является увеличение объемов товарооборотов, соответственно возрастает опасность для окружающей среды.

Нами был выполнен фотоколориметрический анализ птицеводческих стоков на содержание различных примесей. Результаты химического анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Концентрация веществ в исследуемой сточной воде
ЗАО «Птицефабрика «Волжская»

Наименование исследуемого вещества	Концентрация веществ исследуемого вещества, мг/л	Предельно-допустимая концентрация веществ в сточной воде, мг/л
Железо общее	35,5	0,3
Железо II	15,6	0,1
Железо III	25,3	0,1
Хром	1,1	0,07
Цинк	1,3	0,01
Медь	3,5	0,001
Кадмий	1,6	0,005
Аммоний	10,5	2

По результатам проведенного анализа нами была разработана блок-схема по дальнейшему исследованию сточных вод.

По данной технологии исследуемая сточная вода очищается до значений предельно допустимых концентраций, которые позволяют данную воду сбрасывать в водоемы и использовать для полива сельскохозяйственных технических культур.

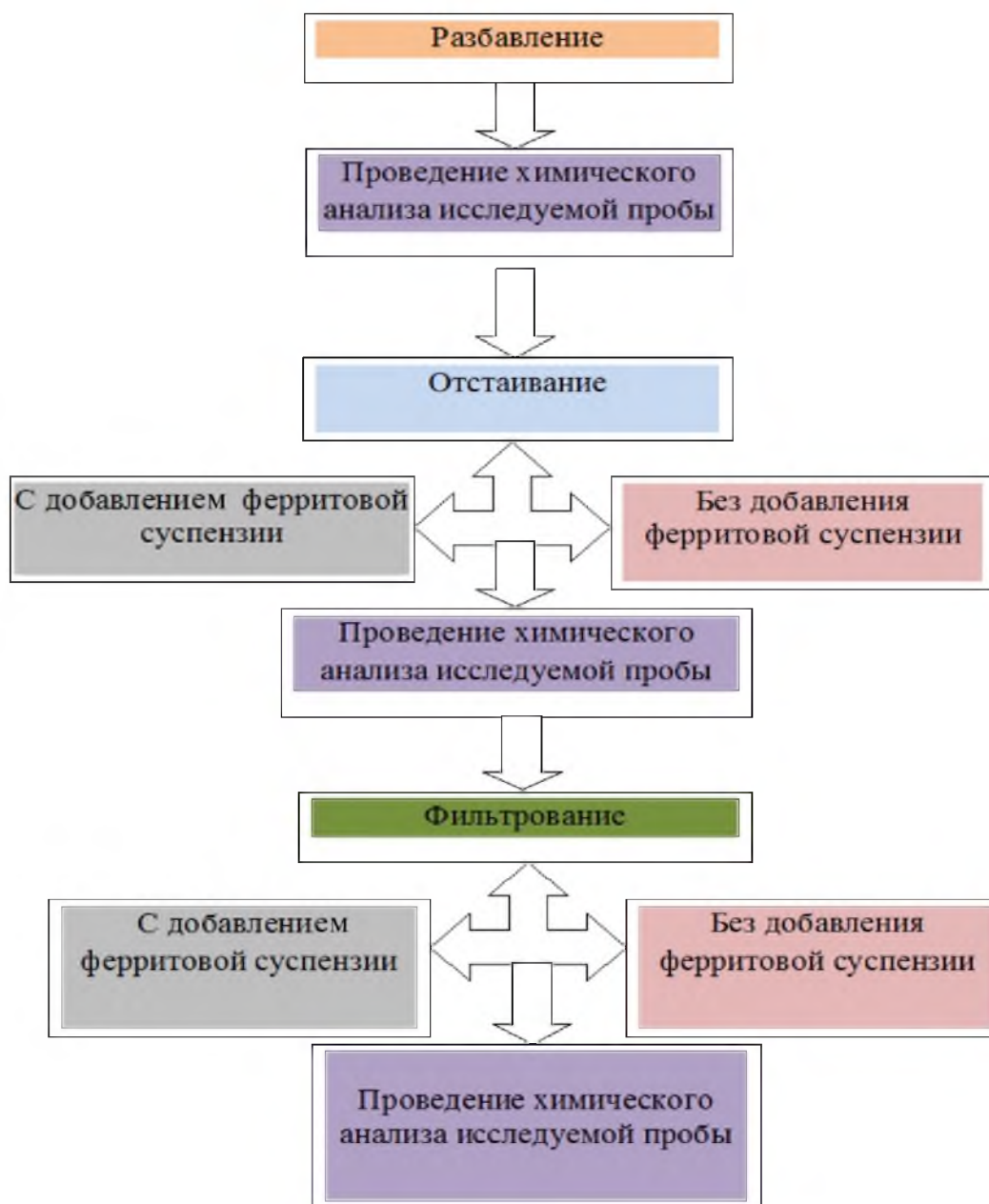


Рисунок 4 – Блок-схема планируемых исследований
по очистке сточных вод птицеводческого производства

Заключение. На основании приведенных исследований была разработана установка по использованию в качестве фильтрационной загрузки природных сорбентов, таких как активированный уголь, гравийный песок и цеолит. Нами была определена дозировка ферритовой суспензии при оптимальном контакте времени со стоками. Ферритизированные стоки прошли каскадную фильтрацию через различные сорбенты, в результате чего была выбрана загрузка с природным цеолитом, которая показала наиболее эффективное удаление тяжёлых металлов и ионов аммония из исследуемых стоков.

Библиографический список

1. Внутрипочвенное внесение удобрений и мелиорантов [Текст] / С.Я. Семененко, В.Г. Абезин, В.А. Моторин и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 2. – С. 233-239.

2. Кружилин, И.П. Оценка состояния поля и агромелиоративных приемов на качество полива дождевальными машинами [Текст] / И.П. Кружилин, О.В. Козинская // Плодородие. – 2011. – № 2. – С. 52.
3. Овчинников, А.С. Новые технические решения повышения эффективности ресурсосберегающих способов полива [Текст] / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 1. – С. 119-124.
4. Овчинников, А.С. Исследование природных сорбирующих мелиорантов при водосберегающем орошении [Текст] / А.С. Овчинников, Е.П. Боровой, М.П. Мещеряков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 1. – С. 3-7.
5. Семененко, С.Я. Водопотребление кукурузы при различных технологиях использования для орошения животноводческих сточных вод [Текст] / С.Я. Семененко, О.М. Агеев // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 12. – С. 61-63.
6. Степанова, С.В. Очистка модельных вод от ионов трехвалентного железа сточными водами производства целлюлозы из отходов злаковых культур [Текст] / С.В. Степанова // Вестник технологического университета. – 2017. – Т.20. – №16. – С. 137-141.
7. Степанова, С.В., Очистка вод от ионов меди сточными водами производства целлюлозы из отходов злаковых культур [Текст] / С.В. Степанова // Вестник технологического университета. – 2017. – Т.20. – №19. – С. 142-145.
8. Чертков, М.П. Применение биологических методов очистки воды при водоподготовке и очистке сточных вод [Текст] / М.П. Чертков // Российский инженер. – 2017. – №1. – С. 44-49.
9. Яловая, Н.П. Очистка природных вод от загрязнения нефтесодержащими сточными водами [Текст] / Н.П. Яловая, И.П. Барсук // Вестник Брестского государственного технического университета. Водохозяйственное Строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2011. – № 2. – С. 87-90.
10. Water pressure monitoring in irrigation piping as quality management tools of sprinkler irrigation [Текст] / I.P. Kruzhilin, A.S. Ovchinnikov, N.V. Kuznetsova et al. // Arpn Journal Of Engineering And Applied Sciences. – 2018. – Tom 13. – №13. – P. 4181-4184.
11. Pollution levels of stormwater discharges and resulting environmental impacts [Текст] / S. Brudler, M. Rygaard, K. Arnbjerg-Nielsen // Science of the Total Environment. – 2019. – № 663. – P. 754-763.
12. Nitrogen removal from iron oxide red wastewater via partial nitrification-Anammox based on two-stage zeolite biological aerated filter [Текст] / X. Feng, X. Wang, Z. Chen et al. // Bioresource Technology. – 2019. – P. 17-24.
13. Research of the treatment of depleted nickel-plating electrolytes by the ferritization method [Текст] / G. Kochetov, T. Prikhna, O. Kovalchuk и др. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – № 3 (6-93). – P. 52-60.
14. Formation of struvite from agricultural wastewaters and its reuse on farmlands: Status and hindrances to closing the nutrient loop [Текст] / A. Muhmood, J. Lu, R. Dong и др. // Journal of Environmental Management. – 2019. – №230. – P. 1-13.

Reference

1. Vnutripochvennoe vnesenie udobrenij i meliorantov [Текст] / S. Ya. Semenenko, V. G. Abezin, V. A. Motorin и др. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 2. - P. 233-239.
2. Kruzhilin, I. P. Ocenka sostoyaniya polya i agromeliorativnyh priemov na kachestvo poliva dozhdeval'nymi mashinami [Текст] / I. P. Kruzhilin, O. V. Kozinskaya // Plodorodie. - 2011. - № 2. - P. 52.
3. Ovchinnikov, A. S. Novye tehicheskie resheniya povysheniya jeffektivnosti resursosberegayuschih sposobov poliva [Текст] / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 1. - P. 119-124.
4. Ovchinnikov, A. S. Issledovanie prirodnyh sorbiruyuschih meliorantov pri vodosberegayuschem oroshenii [Текст] / A. S. Ovchinnikov, E. P. Borovoj, M. P. Mescheryakov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 1. - P. 3-7.

5. Semenenko, S. Ya. Vodopotreblenie kukuruzy pri razlichnyh tehnologiyah ispol'zovaniya dlya orosheniya zhivotnovodcheskih stochnykh vod [Tekst] / S. Ya. Semenenko, O.M. Ageenko // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2016. - № 12. - P. 61-63.
6. Stepanova, S. V. Ochistka model'nykh vod ot ionov trehvalentnogo zheleza stochnymi vodami proizvodstva cellyulozy iz othodov zlakovykh kul'tur [Tekst] / S. V. Stepanova // Vestnik tehnologicheskogo universiteta. - 2017. - T.20. - №16. - P. 137-141.
7. Stepanova, S. V., Ochistka vod ot ionov medi stochnymi vodami proizvodstva cellyulozy iz othodov zlakovykh kul'tur [Tekst] / S. V. Stepanova // Vestnik tehnologicheskogo universiteta. - 2017. - T.20. - №19. - P. 142-145.
8. Chertkov, M. P. Primenenie biologicheskikh metodov ochistki vody pri vodopodgotovke i ochistke stochnykh vod [Tekst] / M. P. Chertkov // Rossijskij inzhener. - 2017. - №1. - P. 44-49.
9. Yalovaya, N. P. Ochistka prirodnkh vod ot zagryazneniya neftesoderzhashchimi stochnymi vodami [Tekst] / N. P. Yalovaya, I. P. Barsuk // Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Vodochozyajstvennoe Stroitel'stvo, teplojenergetika i geojekologiya. - 2011. - № 2. - P. 87-90.
10. Water pressure monitoring in irrigation piping as quality management tools of sprinkler irrigation [Text] / I.P. Kruzhilin, A.S. Ovchinnikov, N.V. Kuznetsova i dr. // Arpn Journal Of Engineering And Applied Sciences. - 2018. - Tom 13. - №13. - P. 4181-4184.
11. Pollution levels of stormwater discharges and resulting environmental impacts / S. Brudler, M. Rygaard, K. Ambjerg-Nielsen // Science of the Total Environment. - 2019. - № 663. - P. 754-763.
12. Nitrogen removal from iron oxide red wastewater via partial nitrification-Anammox based on two-stage zeolite biological aerated filter / X. Feng, X. Wang, Z. Chen i dr. // Bioresource Technology. - 2019. - P. 17-24.
13. Research of the treatment of depleted nickel-plating electrolytes by the ferritization method / G. Kochetov, T. Prikhna, O. Kovalchuk i dr. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2018. - № 3 (6-93). - P. 52-60.
14. Formation of struvite from agricultural wastewaters and its reuse on farmlands: Status and hindrances to closing the nutrient loop / A. Muhmood, J. Lu, R. Dong i dr. // Journal of Environmental Management. - 2019. - №230. - P. 1-13.

E-mail: masha2008-1988@mail.ru

УДК 631.671:635.615

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-2

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ
СТОЛОВОГО АРБУЗА НА БУРЫХ ПОЛУПУСТЫННЫХ ПОЧВАХ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ
PATTERNS OF CONSUMPTION SWEET WATERMELON ON BROWN
SEMI-DESERT THE SOILS OF THE NORTH-WESTERN CASPIAN SEA**

**В.В. Бородычев, академик РАН,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
А.А. Дедов, аспирант
Э.Б. Дедова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**

V.V. Borodychev, A.A. Dedov, E.B. Dedova

*Всероссийский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, г. Москва
All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land
Reclamation of A.N. Kostyakov*

Представлены результаты экспериментальных исследований по определению закономерностей эвапотранспирации столового арбуза на бурых полупустынных почвах Северо-Западного Прикаспия при капельном способе полива с учетом фенологических особенностей культуры. Установлено, что на величину потребления воды в процессе формирования продуктивности арбуза сто-

лового определяющее влияние оказывает уровень предполивной влажности почвы и фенологическая фаза развития растений. Так, наибольшая величина суммарного водопотребления 3864...4337 м³/га формировалась в варианте с режимом поддержания дифференцированной влажности почвы на уровне 75-85-75 % НВ: в период «посадка – шатрик (5-6 листьев)» в слое 0...0,2 м и в период «шатрик – цветение» в слое 0...0,4 м на уровне 75 % НВ; в период «цветение – плодообразование» в слое 0...0,5 м 85 % НВ и в период «плодообразование – созревание» в слое 0...0,5 м – 75 % НВ. Выявлено, что наибольшее количество влаги растения арбуза потребляют в межфазный период «цветение – плодообразование» – 988...1506 м³/га. В структуре суммарного водопотребления за период вегетации растений арбуза на оросительную воду приходится наибольшая доля, которая в среднем по вариантам опыта составила 51,1...71,7 %. При этом наибольший урожай плодов столового арбуза 58,1...62,5 т/га формируется с режимом поддержания дифференцированной влажности почвы 75-85-75 % НВ в сочетании с минеральными удобрениями в дозе N₁₅₀P₈₀ кг д.в./га. Установлены закономерности среднесуточного водопотребления столового арбуза в зависимости от уровня поддержания предполивной влажности почвы при капельном поливе, которые позволяют определять необходимое количество оросительной воды в отдельные промежутки времени периода вегетации культуры. В целом за весь период вегетации арбуза среднесуточное водопотребление растений варьировало в среднем по всем вариантам опыта от 43,4 м³/га в сутки. В варианте с режимом орошения 75-85-75 % НВ растения потребляли в сутки от 36,5 до 42,1 м³/га воды, что больше, чем в вариантах 70-80-70 % НВ и 70-70-60 % НВ, на 0,9...2,2 м³/га и 4,6...6,4 м³/га соответственно. Представлены биоклиматические коэффициенты водопотребления столового арбуза по межфазным периодам развития культуры.

The article presents the results of experimental studies to determine patterns of evapotranspiration of table watermelon on the brown semi-desert soils of the North-West Caspian Sea under drip irrigation, taking into account the phenological characteristics of the culture. It was established that the level of pre-irrigated soil moisture and the phenological phase of plant development have a decisive influence on the amount of water consumption in the process of formation of table watermelon productivity. Thus, the highest total water consumption of 3864-4337 m³ / ha was formed in the variant with the regime of maintaining differentiated soil moisture at 75-85-75% HB: during the "planting - shatrik (5-6 leaves)" layer 0-0, 2 m and in the period of "shatrik - flowering" in a layer of 0-0,4 m at the level of 75% HB; in the period "flowering - fruit formation" in the layer of 0-0.5 m 85% HB and in the period "fruit formation - ripening" in the layer 0-0.5 m - 75% HB. It was revealed that the watermelon plants consume the greatest amount of moisture during the interphase period "flowering - fruit formation" - 988-1506 m³ / ha. In the structure of the total water consumption during the growing season of watermelon plants, irrigation water accounts for the largest share, which on average was 51.1-71.7% for the experimental options. At the same time, the highest yield of table watermelon fruits, 58.1-62.5 t / ha, is formed with the regime of maintaining differentiated soil moisture of 75-85-75% HB in combination with mineral fertilizers in a dose of N₁₅₀P₈₀ kg a.v./ha. The regularities of the average daily water consumption of table watermelon are established depending on the level of maintenance of pre-irrigated soil moisture during drip irrigation, which allow to determine the required amount of irrigation water in certain periods of the growing season of the crop. In general, over the entire vegetation period of watermelon, the average daily water consumption of plants varied on average for all variants of the experiment from 43.4 m³ / ha per day. In the variant with irrigation regime, 75-85-75% of HB plants consumed per day from 36.5 to 42.1 m³ / ha of water, which is more than in options 70-80-70% of HB and 70-70-60% of HB at 0.9-2.2 m³ / ha and 4.6-6.4 m³ / ha, respectively. The bioclimatic coefficients of water consumption of table watermelon by interphase periods of development of culture are presented.

Ключевые слова: капельное орошение арбуза, режимы орошения бахчевых, предполивная влажность почвы, дозы минеральных удобрений, урожайность арбузов, арбуз столовый.

Key words: drip irrigation, irrigation mode, pre-irrigation moisture of the soil, mineral fertilizers, productivity, watermelon.

Введение. В аридных условиях Северо-Западного Прикаспия реализация потенциальной продуктивности бахчевых культур гарантируется только при орошении. Существующий и возрастающий дефицит пресных водных ресурсов выдвигает на первое место необходимость использования водо- и энергосберегающих технологий орошения сельскохозяйственных культур. Одним из наиболее эффективных способов орошения в условиях дефицита воды является капельный полив, позволяющий рационально использовать все виды водных ресурсов [1-5, 7, 9, 15].

Обоснованием для исследования водопотребления и разработки агротехнологических приемов возделывания столового арбуза с применением капельного способа орошения, по нашему мнению, должна служить экономическая нацеленность на расширение площади посевов под овощебахчевые культуры и повышение их потенциальной продуктивности в аридных условиях при снижении энергозатрат и экономии водных ресурсов.

Арбуз столовый (*Citrullus vulgaris*) считается засухоустойчивым растением семейства Cucurbitaceae. Особенностью его корневой системы является большая сосущая сила, позволяющая использовать влагу из почвы при 6 % влажности, при этом всасывающая сила проростков арбуза достигает 1 МПа [6, 12]. Однако, несмотря на то что растения арбуза засухоустойчивые, они в то же время хорошо отзываются на орошение и очень требовательны к влаге в начальный период своего развития. Как отмечают многие исследователи [1-7, 9, 12, 16-17], при сильной засухе растения арбуза плохо развиваются, поэтому в засушливых районах необходимо его поливать, но при переизбытке влаги ухудшается качество плодов.

Цель данных исследований – изучение особенностей водопотребления посевов столового арбуза с применением дифференцированных режимов капельного орошения с учетом фенологических фаз развития растений.

Материалы и методы. Северо-Западный Прикаспий находится на юго-востоке европейской части Российской Федерации и территориально расположен между Волго-Ахтубинской поймой, Ергенинской возвышенностью и долиной реки Кумы [8]. Основной особенностью климата здесь является его резкая континентальность – лето жаркое и очень сухое, зима малоснежная, иногда с большими морозами. Агроклиматические ресурсы региона исследований характеризуются достаточной обеспеченностью теплом. Продолжительность тёплого периода с температурой выше 0 °C составляет 240...275 дней. Сумма активных температур воздуха достигает $\sum t_{>10} > 3329...3523$ °C, что способствует формированию высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Для решения поставленных задач в 2012...2016 гг. закладывались полевые эксперименты, которые проводились согласно «Методике полевого опыта в условиях орошения» (ВНИИОЗ, 1983), «Методике полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве» (1979), «Методике полевого опыта» (Доспехов, 1985).

Почва опытного участка представлена зональным бурым полупустынным типом средне- и легкосуглинистого гранулометрического состава. Плотность сложения почвы пахотного слоя составляет 1,30...1,36 т/м³, в метровом слое – 1,45 т/м³. Наименьшая влагоемкость в горизонте 0...0,20 м составляет 22,9 %, в слое 0...0,40 м – 20,7 %. Содержание гумуса в пахотном слое почвы – 1,21...1,71 %; содержание легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора в слое 0...0,4 м – низкое и соответственно составляет 12...15 и 41...63 мг/кг почвы, обменного калия – высокое (530-550 мг/кг). Почвы слабо- и средnezасоленные с хлоридным и сульфатно-хлоридным типом засоления и суммой воднорастворимых солей в слое 0...0,40 м – 0,125...0,170 %; с глубины почвенного профиля 0,7 м их количество увеличивается до 0,677...0,738 %. Двухфакторный полевой опыт предусматривал изучение трех вариантов режима орошения столового арбуза (фактор А):

A_1 – основывался на поддержании дифференцированной влажности почвы 70-70-60 % НВ: в период «посадка – шатрик (5-6 листьев)» в слое 0...0,2 м и в период «шатрик – цветение» в слое 0...0,4 м на уровне 70 % НВ; в период «цветение – плодообразование» в слое 0...0,5 м 70 % НВ и в период «плодообразование – созревание» в слое 0...0,5 м – 60 % НВ.

A_2 – основывался на поддержании дифференцированной влажности почвы 70-80-70 % НВ: в период «посадка – шатрик (5-6 листьев)» в слое 0...0,2 м и в период «шатрик – цветение» в слое 0...0,4 м на уровне 70 % НВ; в период «цветение – плодообразование» в слое 0...0,5 м 80 % НВ и в период «плодообразование – созревание» в слое 0...0,5 м – 70 % НВ.

A_3 – основывался на поддержании дифференцированной влажности почвы 75-85-75 % НВ: в период «посадка – шатрик (5-6 листьев)» в слое 0...0,2 м и в период «шатрик – цветение» в слое 0...0,4 м на уровне 75 % НВ; в период «цветение – плодообразование» в слое 0...0,5 м 85 % НВ и в период «плодообразование – созревание» в слое 0...0,5 м – 75 % НВ.

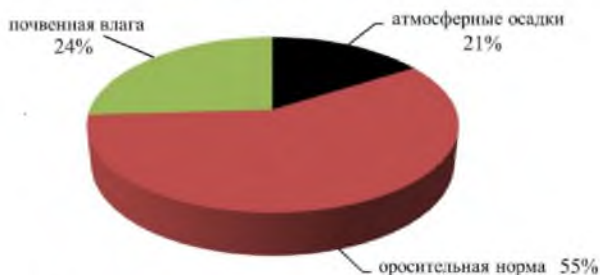
Изучение минерального питания (доза азотно-фосфорных удобрений) на продуктивность арбуза проводили в трех вариантах (фактор В): B_1 – без удобрений (контроль – естественный фон); B_2 – внесение $N_{90}P_{40}$ кг д.в./га – для формирования планируемой урожайности 40 т/га; B_3 – внесение $N_{150}P_{80}$ кг д.в./га – для формирования планируемой урожайности 60 т/га.

Расположение вариантов в двухфакторном опыте систематическое, повторность четырехкратная. Площадь опытной делянки составляла 564,0 м² (9,40X15,0 м), одного повторения – 1269,0 м², общая – 5076,0 м². Основным источником воды для полива сельскохозяйственных культур в этом регионе является река Волга. На Сарпинскую обводнительно-оросительную систему вода подается по распределительным каналам Р-1, Р-3 и ВР-1. На опытный участок оросительная вода подавалась из канала ВР-1. Результаты анализа и оценки качества волжской воды показали, что ее минерализация составляла в годы исследований 0,271-0,789 г/л.

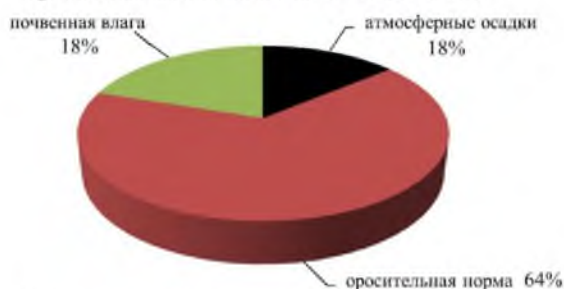
Результаты и обсуждение. Как известно, количественно интенсивность суммарного водопотребления – это функция от уровня влажности почвы, физиологических свойств растений, метеорологических условий и уровня агротехники. В наших исследованиях в структуре суммарного водопотребления растений арбуза столового при капельном орошении учитывались следующие статьи водного баланса: атмосферные осадки, доступная для растений почвенная влага и вода, поступающая с поливом (рисунок 1). Анализ проведенных результатов исследований показал, что в структуре суммарного водопотребления за период вегетации растений арбуза на оросительные воды приходится наибольшая доля, которая в среднем по вариантам опыта составила 62,5 %.

При этом в варианте режима орошения с поддержанием дифференцированной влажности почвы 70-70-60 % НВ величина оросительной нормы составляла 1554...2457 м³/га или 51,1...66,2 % от структуры суммарного водопотребления, в варианте 70-80-70 % НВ – 2184...2835 м³/га или 61,0...71,0 % и в варианте 75-85-75 % НВ – 2604...3276 м³/га или 66,5...76,3 %. Доля атмосферных осадков за 2012...2016 годы составила в среднем 18,7 % от общего суммарного водопотребления. При этом необходимо отметить, что наибольшее потребление растениями столового арбуза влаги за счет поступления атмосферных осадков было в 2016 году 1182 м³/га или 29,8...36,0 % от суммарного водопотребления.

Предполивная влажность почвы 70-70-60% НВ



Предполивная влажность почвы 70-80-70% НВ



Предполивная влажность почвы 75-85-75% НВ



Рисунок 1 – Влияние дифференцированной влажности почвы на структуру суммарного водопотребления растениями столового арбуза, среднее за 2012-2016 гг.

В структуре водного баланса посевов арбуза столового при капельном орошении доля почвенной влаги за вегетационный период в среднем по вариантам составляет 434...905 м³/га или 10,9...29,1 % от суммарного водопотребления. Наибольшее значение суммарного водопотребления растениями арбуза отмечено в варианте с поддержанием предполивной влажности почвы на уровне 75-85-75 % НВ, которое в среднем за годы исследований составило 4077 м³/га. Наименьшее суммарное водопотребление – в варианте с режимом капельного орошения 70-70-60 % НВ – 3316 м³/га, что на 444 м³/га, меньше, чем в варианте 70-80-70 % НВ и на 761 м³/га меньше варианта 75-85-75 % НВ.

Результаты исследований показали, что суммарное водопотребление растений арбуза столового зависит от межфазных периодов его развития. По данным многих исследователей, для растений арбуза столового критическим периодом по влагообеспеченности является «цветение – плодообразование». Так, дефицит влаги при продолжительной засухе в этот период вызывает у растений арбуза прекращение оплодотворения и опадание завязей. В результате исследований установлено, что наибольшее количество влаги растения арбуза потребляют в межфазный период «цветение – плодообразование» – 988...1506 м³/га, что объясняется наиболее интенсивным процессом формирования листовой поверхности растений арбуза (рисунок 2).

При этом, как отмечают многие исследователи [6, 12-14], увеличивается интенсивность транспирации, которая способна уменьшить температуру листьев на 7°C по сравнению с температурой окружающего воздуха и на 18°C по сравнению с температурой почвы. Охлаждение поверхности листьев предотвращает коагуляцию белков, которая происходит в растениях арбуза при температуре $44...54^{\circ}\text{C}$. Способность арбуза к самоохлаждению проявляется более выразительно, чем у других бахчевых культур [1-2, 10-14].

В межфазный период арбуза «посадка – шатрик» большую часть в структуре суммарного водопотребления занимает количество влаги, используемой растениями из почвы – $354...445 \text{ м}^3/\text{га}$ или $55,9...71,5 \%$. За межфазные периоды развития арбуза «шатрик – цветение», «цветение – плодообразование» и «плодообразование – созревание» по всем вариантам опыта потребление влаги растениями осуществлялось за счет оросительной воды, на долю которой приходилось от 37,6 до 93,7 % от суммарного водопотребления.

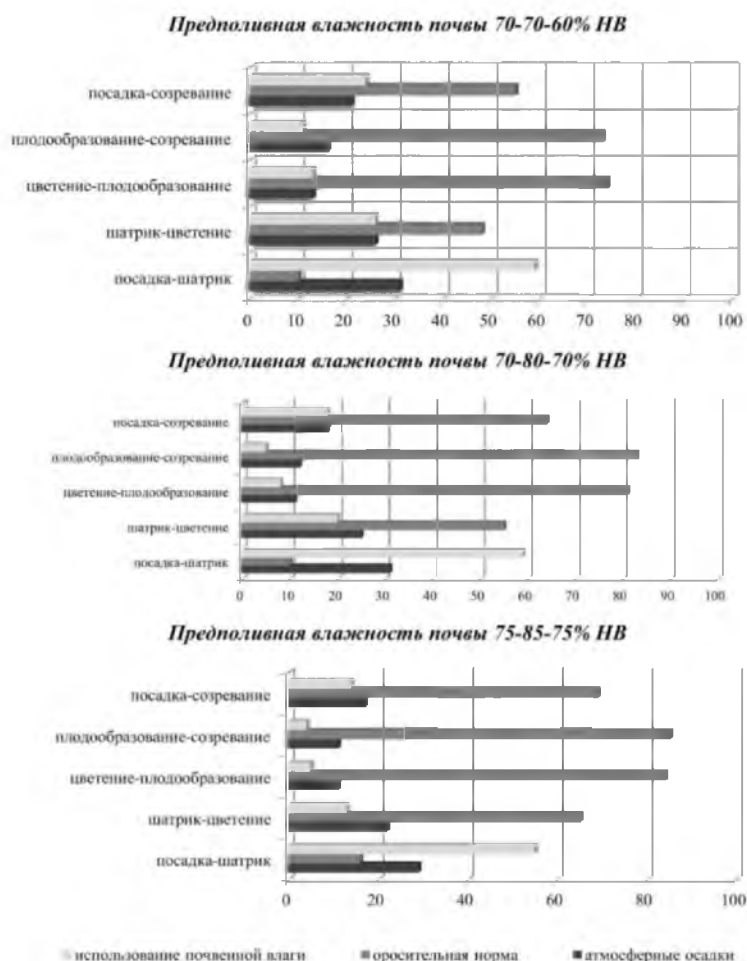
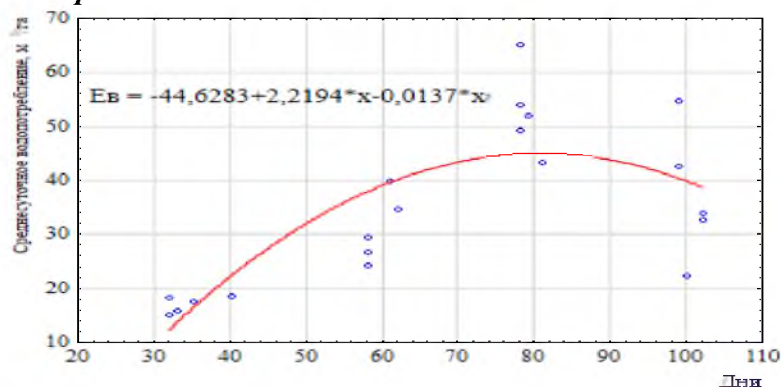


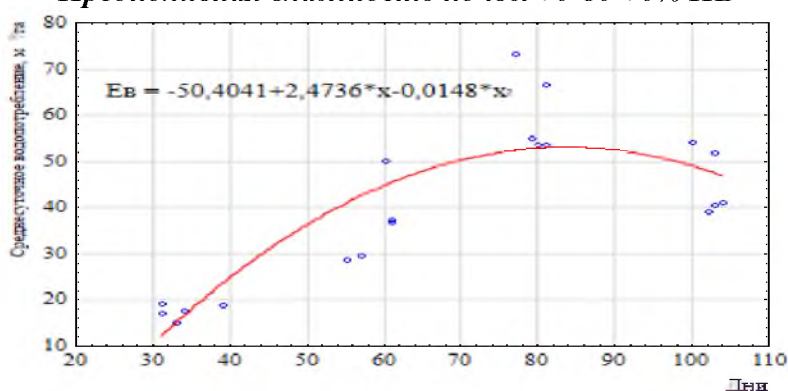
Рисунок 2 – Структура суммарного водопотребления столового арбуза по межфазным периодам развития растений в зависимости от режима капельного орошения (2012-2016 гг.)

Результаты исследований водопотребления столового арбуза позволили разработать модели зависимостей среднесуточного водопотребления от предполивной влажности (график 1). Модели имеют параболический вид с максимумом на вершине в варианте с предполивной влажностью почвы $70-70-60 \%$ НВ – $65 \text{ м}^3/\text{га}$ в сутки, в вариантах $70-80-70 \%$ НВ и $75-85-75 \%$ НВ соответственно 73 и $76 \text{ м}^3/\text{га}$ в сутки.

Предполивная влажность почвы 70-70-60% НВ



Предполивная влажность почвы 70-80-70% НВ



Предполивная влажность почвы 75-85-75% НВ

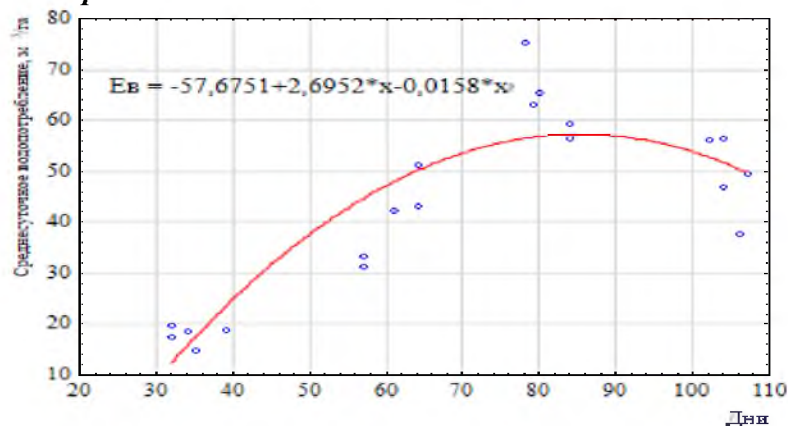


Рисунок 3 – Динамические модели зависимости среднесуточное водопотребление (Ев) столового арбуза от предполивной влажности почвы при капельном поливе

В период развития арбуза «плодообразование – созревание» среднесуточное водопотребление по вариантам опыта в среднем составило 43,5...53,4 м³/га в сутки. Минимальное среднесуточное водопотребление у растений столового арбуза 17,7...18,8 м³/га в сутки отмечено в период от посадки до появления 5-6 листьев («посадка – шатрик»).

Результаты исследований показали, что между коэффициентами водопотребления и дозами внесения минеральных удобрений существует прямая обратная зависимость, которая характеризуется высоким коэффициентом корреляции $r = -0,86-0,92$. Наименьшие коэффициенты водопотребления 63...75 м³/т получены при поддержании предполивной влажности почвы в варианте с режимом капельного орошения 75-85-75% НВ в сочетании с внесением минеральных удобрений в дозе N₁₅₀P₈₀ кг д.в./га.

В период развития арбуза «плодообразование – созревание» среднесуточное водопотребление по вариантам опыта в среднем составило 43,5...53,4 м³/га в сутки. Минимальное среднесуточное водопотребление у растений столового арбуза 17,7...18,8 м³/га в сутки отмечено в период от посадки до появления 5-6 листьев («посадка – шатрик»).

Результаты исследований показали, что между коэффициентами водопотребления и дозами внесения минеральных удобрений существует прямая обратная зависимость, которая характеризуется высоким коэффициентом корреляции $r = -0,86-0,92$. Наименьшие коэффициенты водопотребления 63-75 м³/т получены при поддержании предполивной влажности почвы в варианте с режимом капельного орошения 75-85-75 % НВ в сочетании с внесением минеральных удобрений в дозе N₁₅₀P₈₀ кг д.в./га.

Для оперативного управления режимом орошения столового арбуза нами определены биоклиматические коэффициенты водопотребления растений (таблица 1). Максимальные значения биоклиматического коэффициента водопотребления отмечались в период «цветение – плодообразование», которые составили 0,168...0,229 мм/°С в варианте с режимом орошения 70-70-60 % НВ. В вариантах с поддержанием предполивной влажности на уровне 70-80-70 % НВ и 75-85-75 % НВ биоклиматический коэффициент в этот период развития был больше, соответственно на 0,030...0,039 и 0,055...0,094 мм/°С, чем в контрольном варианте режима капельного орошения (70-70-60 % НВ).

Таблица 1 – Биоклиматические коэффициенты водопотребления столового арбуза при капельном орошении на бурых полупустынных почвах

Межфазные периоды развития растений	Биоклиматические коэффициенты, мм/°С				
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Режим орошения 70...70...60 % НВ					
Посадка – шатрик	0,096	0,105	0,093	0,134	0,145
Шатрик – цветение	0,133	0,125	0,148	0,148	0,205
Цветение – плодообразование	0,195	0,210	0,229	0,193	0,168
Плодообразование – созревание	0,169	0,129	0,211	0,133	0,128
Режим орошения 70...80...70 % НВ					
Посадка – созревание	0,146	0,142	0,159	0,152	0,162
Посадка – шатрик	0,104	0,117	0,092	0,129	0,149
Шатрик – цветение	0,134	0,124	0,167	0,122	0,219
Цветение – плодообразование	0,204	0,223	0,232	0,258	0,207
Плодообразование – созревание	0,204	0,172	0,208	0,184	0,152
Режим орошения 75...85...75 % НВ					
Посадка – созревание	0,162	0,162	0,165	0,172	0,181
Посадка – шатрик	0,106	0,117	0,091	0,135	0,157
Шатрик – цветение	0,151	0,141	0,181	0,149	0,237
Цветение – плодообразование	0,250	0,232	0,262	0,202	0,222
Плодообразование – созревание	0,222	0,197	0,215	0,197	0,146
Посадка – созревание	0,183	0,175	0,176	0,173	0,190

Минимальное значение биоклиматического коэффициента отмечено при режиме капельного орошения 70-70-60 % НВ в период «посадка – шатрик», который варьировал по годам исследований от 0,096 до 0,145 мм/°С.

Установлено, что на величину потребления воды в процессе формирования продуктивности арбуза столового определяющее влияние оказывает уровень предполивной влажности почвы и фенологическая фаза развития растений. Анализ результатов полевых исследований показал, что формирование плодов арбуза столового на бурых полу-

пустынных почвах происходит в основном за счет потребления растениями влаги, поданной с оросительной водой. При этом наибольший урожай плодов был получен в 2013 году при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 75-85-75 % НВ в сочетании с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{150}P_{80}$ кг/га д.в. – 60,7-64,1 т/га. В 2012 году на этом варианте получено 57,1...59,7 т/га, в 2014 г. – урожайность составила 58,6...61,8 т/га, в 2015 г. – 60,2...62,2 т/га и в 2016 г. – 58,1...60,3 т/га.

Наименьший урожай плодов (24,3-26,6 т/га) был получен на естественном фоне плодородия при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 70-70-60 % НВ. При этом фоне минерального питания в варианте с режимом 70-80-70 % НВ урожайность составила 28,5-31,6 т/га, а в варианте с режимом 75-85-75 % НВ – 33,0-38,0 т/га.

Заключение. Для формирования планируемой урожайности растениями арбуза столового на уровне 40-60 т/га потребляется в зависимости от метеорологических условий вегетационного периода и режима орошения в среднем от 3044 до 4337 м³/га. Установлено, что на величину потребления воды в процессе формирования продуктивности арбуза столового определяющее влияние оказывает уровень предполивной влажности почвы и фенологическая фаза развития растений. Анализ результатов полевых исследований показал, что формирование плодов арбуза столового в аридных зонах Северо-Западного Прикаспия происходит в основном за счет потребления растениями влаги, поданной с оросительной водой. При этом наибольшая урожайность плодов столового арбуза за годы исследований (58,1...62,5 т/га) зафиксирована при режиме орошения с поддержанием дифференцированной влажности почвы на уровне 75-85-75 % НВ в сочетании с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{150}P_{80}$ кг д.в./га. Определены биоклиматические коэффициенты водопотребления посевами столового арбуза с учетом фаз развития растений, при этом максимальные их значения (0,199...0,232 мм/⁰С) отмечены в период “цветение – плодообразование”. Высокая эффективность использования оросительной воды обеспечивается при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{150}P_{80}$ кг д.в./га, о чём свидетельствуют коэффициенты водопотребления – 68...84 м³/т, что на 36,9...39,9 % меньше, чем в контрольном варианте (без внесения удобрений).

Библиографический список

1. Антипенко, Н.И. Корреляционный и графический методы анализа влияния цикличности солнечной активности на период вегетации арбуза [Текст] / Н.И. Антипенко, Т.А. Санникова, Г.В. Гуляева // Орошаемое земледелие – селекция и технологии возделывания сельскохозяйственных культур: сборник научных трудов. – Астрахань, 2014. – С. 53-55.
2. Быковский, Ю.А. Вопросы бахчеводства в засушливых условиях юго-востока России [Текст] / Ю.А. Быковский. – Николаевск: Николаевская межрайонная типография, 2001. – 207 с.
3. Бородычев, В.В. Влияние агротехнических приемов на продуктивность арбузов при капельном орошении [Текст] / В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, А.А. Дедов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – №2. – С. 11-13.
4. Бородычев, В.В. Параметры водного режима капельного орошения при возделывании арбуза в аридных условиях [Текст] / В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, А.А. Дедов // Известия Нижне-волжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №1. – С. 218-226.
5. Бородычев, В.В. Продукционный процесс и урожайность арбузов при капельном орошении в условиях Калмыкии [Текст] / В.В. Бородычев, А.А. Дедов // Использование мелиорированных земель – современное состояние и перспективы развития мелиоративного земледелия: сборник межд. науч.-практ. конф. – Тверь, 2015. – С. 26-30.
6. Бочарников, В.С. Новые приемы возделывания овощных культур в системе водосберегающего орошения [Текст] / В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2014. – №4. – С. 54.

7. Дедов, А.А. Минеральное питание столового арбуза при капельном орошении в аридных условиях Республики Калмыкия [Текст] / А.А. Дедов, В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова // Плодородие. – 2018. – №2. – С. 11-13.
8. Дедова, Э.Б. Малообъемное орошение овощебахчевых культур в Калмыкии [Текст] / Э.Б. Дедова, М.А. Сазанов, Г.Н. Кониева // Наука и образование. – 2013. – №6(49). – С. 120.
9. Дедова, Э.Б. Экологические показатели формирования мелиоративного режима почв Калмыкии [Текст] / Э.Б. Дедова // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 31 января - 03 февраля 2017 г. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2017. – Том 2. – С. 68-73.
10. Зволинский, В.П. Арбузы и их энергетическая оценка выращивания, хранения и переработки [Текст] / В.П. Зволинский, Н.Ю. Петров, Е.С. Таранова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 3 (31). – С. 161-164.
11. Колебошина, Т.Г. Сравнительная урожайность и качество плодов у длинноплетистых и кустовых форм арбуза в зависимости от площади питания и удобрений [Текст] / Т.Г. Колебошина, Г.С. Егорова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – № 3 (19). – С. 44-49.
12. Мухортова, Т.В. Эффективность применения минеральных удобрений под арбузы при капельном орошении в условиях Северо-Западного Прикаспия [Текст] / Т.В. Мухортова, А.Н. // Вестник Прикаспия. – 2013. – №1. – С. 35-40.
13. Овчинников, А.С. Методы расчета и обоснование параметров контура увлажнения в условиях открытого и закрытого грунта / А. С. Овчинников, В. С. Бочарников, М. П. Мещеряков // Природо бустройство. – 2012. – № 4. – С. 10–14.
14. Овчинников, А.С. Значение исходного материала в селекции при создании новых сортов арбуза с комплексной устойчивостью к болезням [Текст] / А.С. Овчинников, Т.Г. Колебошина, О.П. Варивода, Н.Г. Байбакова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. - №1 (41). – С.21-27.
15. Ali Ahmad, Robin L Prasad, Dinesh Kumar, Nahar Singh, VM Prasad, Anupriya Paul. An economic analysis of production of watermelon in Allahabad District, Uttar Pradesh India // International Journal of Advanced Education and Research. – 2017. – №2. – P. 206-210.

Reference

1. Antipenko, N. I. Korrelyacionnyj i graficheskij metody analiza vliyaniya ciklichnosti solnechnoj aktivnosti na period vegetacii arbuza [Tekst] / N. I. Antipenko, T. A. Sannikova, G. V. Gulyaeva // Oroschaemoe zemledelie - selekciya i tehnologii vozdeliyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur: sbornik nauchnyh trudov. - Astrahan', 2014. - P. 53-55.
2. Bykovskij, Yu. A. Voprosy bahchevodstva v zasushlivykh usloviyah yugo-vostoka Rossii [Tekst] / Yu. A. Bykovskij. - Nikolaevsk: Nikolaevskaya mezhraionnaya tipografiya, 2001. - 207 p.
3. Borodychev, V. V. Vliyanie agrotehnicheskikh priemov na produktivnost' arbuzov pri kapel'nom oroshenii [Tekst] / V. V. Borodychev, }. B. Dedova, A. A. Dedov // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2015. - №2. - P. 11-13.
4. Borodychev, V. V. Parametry vodnogo rezhima kapel'nogo orosheniya pri vozdeliyvanii arbuza v aridnykh usloviyah [Tekst] / V. V. Borodychev, Je. B. Dedova, A. A. Dedov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - №1. - P. 218-226.
5. Borodychev, V. V. Produkcionnyj process i urozhajnost' arbuzov pri kapel'nom oroshenii v usloviyah Kalmykii [Tekst] / V. V. Borodychev, A. A. Dedov // Ispol'zovanie meliorirovannyh zemel' - sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya meliorativnogo zemledeliya: sbornik mezhd. nauch-prakt. konf. - Tver', 2015. - P. 26-30.
6. Bocharnikov, V. S. Novye priemy vozdeliyvaniya ovoschnykh kul'tur v sisteme vodosberegayushchego orosheniya [Tekst] / V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov // Ovoshevodstvo i teplichnoe hozyajstvo. - 2014. - №4. - P. 54.
7. Dedov, A. A. Mineral'noe pitanie stolovogo arbuza pri kapel'nom oroshenii v aridnykh usloviyah Respubliki Kalmykiya [Tekst] / A. A. Dedov, V. V. Borodychev, Je. B. Dedova // Plodородие. - 2018. - №2. - P. 11-13.

8. Dedova, Je. B. Maloob'emnoe oroshenie ovoschebahchevyh kul'tur v Kalmykii [Tekst] / Je. B. Dedova, M. A. Sazanov, G. N. Konieva // Nauka i obrazovanie. - 2013. - №6(49). - S. 120.
9. Dedova, Je. B. Jekologicheskie pokazateli formirovaniya meliorativnogo rezhima pochv Kalmykii [Tekst] / Je. B. Dedova // Jekologo-meliorativnye aspekty racional'nogo prirodoopol'zovaniya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Volgograd, 31 yanvarya - 03 fevralya 2017 g. - Volgograd: Volgogradskij GAU, 2017. - Tom 2. - P. 68-73.
10. Zvolinskij, V. P. Arbuzy i ih jenergeticheskaya ocenka vyraschivaniya, hraneniya i pere-rabotki [Tekst] / V. P. Zvolinskij, N. Yu. Petrov, E. S. Taranova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - № 3 (31). - P. 161-164.
11. Kaleboshina, T. G. Sravnitel'naya urozhajnost' i kachestvo plodov u dlinnopletistyh i kustovyh form arbuza v zavisimosti ot ploschadi pitaniya i udobrenij [Tekst] / T. G. Kaleboshina, G. S. Egorova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee profes-sional'noe obrazovanie. - 2010. - № 3 (19). - P. 44-49.
12. Muhortova, T. V. Jefferktivnost' primeneniya mineral'nyh udobrenij pod arbuzy pri kapel'nom oroshenii v usloviyah Severo-Zapadnogo Prikaspiya [Tekst] / T. V. Muhortova, A. N. // Vestnik Prikaspiya. - 2013. - №1. - P. 35-40.
13. Ovchinnikov, A. S. Metody rascheta i obosnovanie parametrov kontura uvlazhneniya v usloviyah otkrytogo i zakrytogo grunta / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov // Prirodo bustrojstvo. - 2012. - № 4. - P. 10-14.
14. Ovchinnikov, A. S. Znachenie isxodnogo materiala v selekcii pri sozdanii novyh sortov arbuza s kompleksnoj ustojchivost'yu k boleznyam [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, T. G. Kaleboshina, O. P. Varivoda, N. G. Bajbakova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №1 (41). - P. 21-27.
15. Ali Ahmad, Robin L Prasad, Dinesh Kumar, Nahar Singh, VM Prasad, Anupriya Paul. An economic analysis of production of watermelon in Allahabad District, Uttar Pradesh India // Interna-tional Journal of Advanced Education and Research. - 2017. - №2. - P. 206-210.

E-mail: vkovniigim@yandex.ru

УДК 635.65:631.8

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-3

ВЛИЯНИЕ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ПЛОДОВ ТОМАТА

INFLUENCE OF MACRO- AND MICRO-FERTILIZERS FOR QUALITY OF TOMATO FRUITS

В.П. Зволинский¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН

Ю.Н. Плескачев², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Е.В. Калмыкова³, кандидат сельскохозяйственных наук

О.В. Калмыкова³, кандидат сельскохозяйственных наук

V.P. Zvolinsky¹, Yu.N. Pleskachev², E.V. Kalmykova³, O.V. Kalmykova³

¹Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН

²Федеральный научный центр агроэкологии РАН

³Волгоградский государственный аграрный университет

¹Volgogradsky State Agrarian University

²The Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

³Federal Scientific Center for Agroecology Russian Academy of Sciences

Формирование качества плодов при их созревании является важным физиологическим процессом, зависящим в первую очередь от темпа, характера образования и накопления метаболитов, входящих в состав плодов. Известно, что ход образования и накопления главных метаболитов плодов томатов – сахаров, сухих веществ и витамина С – зависит от различных факторов. Одним из таких факторов, оказывающих весьма существенное влияние на интенсивность накопления метаболитов в плодах, является минеральное питание. Основной целью настоящей работы явилось

научное обоснование получения плодов томата высокого качества в зависимости от применения макро- и микроудобрений. Исследования были проведены в период с 2013 по 2015 годы в хозяйстве ИП Зайцев В.А. (Городищенский район, Волгоградская область), на кафедре «Химия» Волгоградского ГАУ. Для изучения были взяты плоды томата сорта Геркулес. Минеральные удобрения вносили в почву в три приема: до высадки рассады, в фазу массового цветения растений и плодообразования. На фоне азотных, фосфорных и калийных удобрений изучали также действие внекорневой подкормки микроэлементами – В, Cu, Zn, I, Co, Mo, Mn – на качество плодов томатов. В результате исследований предлагалось рекомендовать производству оптимальные дозы, сочетания и сроки внесения макро- и микроудобрений, благоприятствующие накоплению в плодах наибольшего количества питательно-ценных метаболитов (сахаров, сухих веществ и витамина С), способствующих улучшению качества продукции: высокие показатели азотных и фосфорных удобрений ($N_{240}P_{150}K_{150}$, $N_{150}P_{240}K_{150}$); двукратная обработка растений на фоне основного удобрения ($N_{120}P_{120}K_{120}$) смесью 0,05 % растворов бора, кобальта, цинка: а) в фазе цветения и формирования плодов; б) в фазе цветения и до наступления технической спелости плодов.

Formation of the quality of the fruit during their ripening is an important physiological process, depending primarily on the pace, nature of formation and accumulation of the metabolites that make up the fruit. It is known that the course of formation and accumulation of the main metabolites of the fruits of tomatoes - sugars, solids and vitamin C - depends on various factors. One of these factors that have a very significant effect on the intensity of accumulation of metabolites in fruits is mineral nutrition. The main purpose of this work was the scientific justification for obtaining high-quality tomato fruit, depending on the use of macro- and micronutrient fertilizers. Studies were conducted for the period from 2013 to 2015 at the farm IP Zaitsev V.A. (Gorodishchensky district, Volgograd region), at the department "Chemistry" of the Volgograd State Agrarian University. For the study were taken the fruits of the tomato variety Hercules. Mineral fertilizers were applied to the soil in three steps: before planting the seedlings, in the phase of mass flowering of plants and fruit formation. Against the background of nitrogen, phosphorus and potash fertilizers, the effect of foliar nutrition with microelements B, Cu, Zn, I, Co, Mo, Mn on the quality of tomato fruits was also studied. As a result of the research, it was proposed to recommend the production of optimal doses, combinations and terms of application of macro- and micronutrients that favor the accumulation in fruits of the greatest number of nutritionally valuable metabolites - sugars, dry substances and vitamin C, contributing to the improvement of product quality: 1. high nitrogen and phosphate fertilizers ($N_{240}P_{150}K_{150}$, $N_{150}P_{240}K_{150}$); 2. Two-fold treatment of plants against the background of the main fertilizer ($N_{120}P_{120}K_{120}$) with a mixture of 0,05% solutions of boron, cobalt, zinc: a) in the flowering phase and the formation of fruits; b) in the flowering phase and before the technical ripeness of the fruit.

Ключевые слова: томат, Геркулес, накопление сахаров, содержание витамина С, сухое вещество, макро- и микроудобрения.

Key words: tomato, Hercules, accumulation of sugars, vitamin C content, dry matter, macro- and microfertilizers.

Введение. Плоды томатов – исключительно ценный продукт питания. В их плодах находятся в легкоусвояемой форме сахара, белки, жиры, минеральные соли. Наличие активных ферментов придает им не только высокую пищевую ценность, но и повышает регулирующую функцию пищеварения, способствует лучшему усвоению других продуктов [3, 11, 12].

В зоне Нижнего Поволжья в плодах томатов содержится от 4,80 до 9,70 % сухого вещества, от 1,00 до 4,60 % сахаров. Титруемая кислотность (по яблочной кислоте) составляет 0,33...0,97 %; отношение сахара к кислоте, характеризующее вкус плода – 4,70...7,05; пектиновые вещества – 0,09...0,27 %; калий – 257,00...471,00, фосфор – 27,80...66,20 мг % [5, 6, 9].

Лучшие томаты – это свежие плоды, собранные красными с растений. Ценность плодов томатов определяется также их калорийностью. Они малокалорийны и поэтому полезны для здоровья человека, снижают лишнюю массу тела [2, 4, 12].

Формирование качества плодов при их созревании является важным физиологическим процессом, зависящим, в первую очередь, от темпа, характера образования и накопления метаболитов, входящих в состав плодов [7, 13].

Известно, что ход образования и накопления главных метаболитов плодов томатов – сахаров, сухих веществ и витамина С – зависит от различных факторов. Одним из таких факторов, оказывающих весьма существенное влияние на интенсивность накопления метаболитов в плодах, является минеральное питание [8].

Несмотря на многочисленные исследования, посвященные роли макро- и микроэлементов в обмене сахаров, сухих веществ и витаминов С в сельскохозяйственных растениях, в литературе можно встретить много противоречивых данных об их влиянии на ход накопления вышеуказанных метаболитов в плодах томатов. Например, неясно, какие дозы макро- и микроудобрений, их сочетание и сроки внесения оказывают наиболее благоприятное действие на процесс накопления вышеуказанных органических веществ [9, 10, 14, 15].

Основной целью настоящей работы явилось научное обоснование получения плодов томата высокого качества в зависимости от применения макро- и микроудобрений. Одновременно предлагалось рекомендовать производству оптимальные дозы, сочетания и сроки внесения макро- и микроудобрений, благоприятствующие накоплению в плодах наибольшего количества питательно-ценных метаболитов – сахаров, сухих веществ и витамина С, способствующих улучшению качества продукции.

Материалы и методы. Исследования были проведены в период с 2013 по 2015 годы в хозяйстве ИП Зайцев В.А. (Городищенский район, Волгоградская область), расположенного на типичном подтипе светло-каштановых почвах Правобережья реки Волга, в пределах границы Калачевского и Дубовского районов, на кафедре «Химия» Волгоградского ГАУ. Для изучения были взяты плоды томата сорта Геркулес.

Наши опыты с применением минеральных удобрений ставили в следующих вариантах:

Контроль (без удобрения)	Сумма
$N_{60}P_{60}K_{60}+N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}P_{30}K_{30}$	$N_{150}P_{150}K_{150}$
$N_{60}P_{60}K_{60}+N_{90}P_{60}K_{60}+N_{60}P_{30}K_{30}$	$N_{210}P_{150}K_{150}$
$N_{60}P_{90}K_{60}+N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}P_{60}K_{30}$	$N_{150}P_{210}K_{150}$
$N_{60}P_{60}K_{90}+N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}P_{30}K_{60}$	$N_{150}P_{150}K_{210}$
$N_{90}P_{60}K_{60}+N_{90}P_{60}K_{60}+N_{60}P_{30}K_{30}$	$N_{240}P_{150}K_{150}$
$N_{60}P_{90}K_{60}+N_{60}P_{90}K_{60}+N_{30}P_{60}K_{30}$	$N_{150}P_{240}K_{150}$
$N_{60}P_{60}K_{90}+N_{60}P_{60}K_{90}+N_{30}P_{30}K_{60}$	$N_{150}P_{150}K_{240}$

Опыты ставили в 4-х повторностях, учетная площадь делянки равнялась 21,6 кв.м. Удобрения вносили в почву в три приема: до высадки рассады, в фазу массового цветения растений и плодообразования.

Опыты с применением микроудобрений проводили в трех повторностях. Учетная площадь делянки равнялась 48 м². Использовали аммиачную селитру (34 %), суперфосфат (18 %) и хлористый калий (60 %). На фоне азотных, фосфорных и калийных удобрений изучали также действие внекорневой подкормки микроэлементами на качество плодов томатов.

Опыты проводили по следующей схеме:

1. $N_{120}P_{120}K_{120}$ – фон.	6. Фон+В, Со, Zn (в).
2. Фон+В, Cu, Zn, I, Со, Мо, Mn (а, б, в).	7. Фон+В, Со, Zn (а, б).
3. Фон+В, Со, Zn (а, б, в).	8. Фон+В, Со, Zn (а, в).
4. Фон+В, Со, Zn (а).	9. Фон+В, Со, Zn (б, в).
5. Фон+В, Со, Zn (б).	

Внекорневую подкормку микроэлементами проводили 0,05 %-ми растворами в фазе цветения растений (а), в период бурного плодообразования (б) и перед наступлением технической спелости плодов (в).

В пересчете на гектар расходовалось 700 г удобрений (1400 л раствора), из них 150 г (300 л) в фазе цветения, 250 г (500 л) в период бурного плодообразования и 3000 г (600 л) перед наступлением технической спелости плодов. Растения получали микроэлементы в виде следующих соединений: борная кислота (H_3BO_3), сернокислый марганец ($MnSO_4$), сернокислый цинк ($ZnSO_4$), сернокислая медь ($CuSO_4$), молибденовокислый аммоний ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}$), хлористый кобальт ($CoCl_2$) и йодистый калий (KI).

Обработка опытного участка и уход за растениями проводились согласно общепринятым агроправилам [1].

Образцы брали с растений томатов среднеспелого сорта Геркулес, возделываемых на опытном поле, в фазах белой, розовой и технической спелости плодов ранним утром (в 7...8 часов).

Для усреднения пробы отбирали по 15...20 плодов, от которых отделяли четвертую часть, гомогенизировали и гомогенат использовали для анализов.

Результаты и обсуждение. При оценке действия микро- и макроэлементов на фоне основного удобрения мы, прежде всего, исходили из их положительного влияния на качество урожая, выражающееся в накоплении таких основных органических веществ, как сахар, сухие вещества и витамин С.

Основными компонентами сухих веществ плодов томата являются сахара, играющие роль источника энергии в процессе дыхания растений и служащие материалом синтеза промежуточных веществ обмена.

Результаты наших исследований по изучению хода накопления отдельных сахаров в плодах томата показали, что сорт Геркулес характеризовался большим набором сахаров, особенно олигосахаров. В плодах различной степени спелости нам удалось выявить глюкозу, фруктозу, сахарозу, мальтозу, рафинозу, галактозу, а также неидентифицированные олигосахара и производные кетоз.

Под влиянием минеральных удобрений и микроэлементов процесс накопления этих метаболитов подвергался существенным изменениям.

Высокие дозы азотно-фосфорно-калийного удобрения ($N_{240}P_{150}K_{150}$, $N_{150}P_{240}K_{150}$, $N_{150}P_{150}K_{240}$) благоприятствовали накоплению сахаров в спелых плодах томатов (таблица 1). Внесение микроэлементов на фоне основного удобрения усиливало их действие (таблица 2). В процессе созревания в плодах томатов данного сорта из вышеназванных сахаров преобладали глюкоза и фруктоза, составляющие 80...90 % от общего содержания сахаров.

Наибольший эффект микроэлементы оказывали при однократном (перед наступлением технической спелости плодов) и двукратном (в фазе цветения и перед наступлением технической спелости плодов, а также в фазе массового плодоношения и перед наступлением технической спелости плодов) опрыскивании растений.

Так, применение азотно-фосфорно-калийных удобрений способствовало накоплению моно- и олигосахаридов в спелых плодах томата. Достаточно отметить, что моносахариды, будучи метаболически более активными, быстрее включались в энергетические и обменные реакции, тем самым обеспечивая дозальный ход роста и развития томатного растения. Поэтому применение микроудобрений имело также значение для получения высококачественного урожая.

Внекорневая подкормка микроэлементами на фоне основных удобрений также приводила к повышению содержания моносахаридов – глюкозы и фруктозы – в плодах томата в период их технической зрелости, а процесс гидролиза олигосахаридов, в частности сахарозы и мальтозы, при этом более продолжителен.

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений на содержание сахаров в спелых плодах томатов, среднее за 2013...2015 гг.

Вариант	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Мальтоза	Рафиноза
Контроль	1,20±0,034	1,22±0,084	0,12±0,014	0,16±0,009	сл.
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	1,47±0,075	1,17±0,043	0,12±0,004	0,18±0,012	сл.
N ₂₁₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	1,43±0,044	1,26±0,029	0,17±0,041	0,20±0,007	сл.
N ₁₅₀ P ₂₁₀ K ₁₅₀	1,36±0,110	1,31±0,048	0,16±0,020	сл.	сл.
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₂₁₀	1,45±0,004	1,08±0,124	0,17±0,012	сл.	сл.
N ₂₄₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	1,40±0,160	1,72±0,041	0,17±0,010	сл.	0,13±0,010
N ₁₅₀ P ₂₄₀ K ₁₅₀	1,18±0,168	1,60±0,150	0,18±0,02	0,18±0,021	0,13±0,014
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₂₄₀	1,10±0,040	1,55±0,088	0,21 ±0,005	0,19±0,009	0,15±0,014

Таблица 2 – Влияние микроэлементов на содержание сахаров в спелых плодах томатов при постоянном режиме орошения в зависимости от срока опрыскивания, %, среднее за 2013...2015 гг.

Вариант	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Мальтоза	Рафиноза
1. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ -фон	1,26±0,140	1,20±0,135	0,23±0,012	0,20±0,013	0,16±0,010
2. Фон+В, Cu, Zn, I, Co, Mo, Mn, (а, б, в)	1,71±0,140	1,23±0,031	0,18±0,011	0,17±0,009	0,15±0,014
3. Фон+В, Co, Zn (а, б, в)	1,73±0,084	1,53±0,028	0,16±0,013	0,16±0,011	0,14±0,013
4. Фон+В, Co, Zn (а)	1,97±0,200	1,66±0,120	0,12±0,015	0,18±0,012	0,13±0,010
5. Фон+В, Co, Zn (б)	2,03±0,030	1,46±0,068	0,12±0,006	0,17±0,018	0,15±0,019
6. Фон+В, Co, Zn (в)	1,97±0,110	1,58±0,103	0,15±0,006	0,16±0,004	0,14±0,011
7. Фон+В, Co, Zn (а, б)	1,58±0,140	1,30±0,084	0,17±0,037	сл.	0,15±0,015
8. Фон+В, Co, Zn (а, в)	1,67±0,048	1,22±0,066	0,16±0,011	сл.	сл.
9. Фон+В, Co, Zn (б, в)	1,80±0,110	1,40±0,075	0,17±0,021	сл.	сл.

Макро- и микроудобрения оказывали также существенное влияние на интенсивность накопления витамина С в созревающих плодах томата (таблицы 3, 4).

Азотные и фосфорные удобрения, особенно их высокие дозы (N₂₄₀P₁₅₀K₁₅₀, N₁₅₀P₂₄₀K₁₅₀), повышали интенсивность накопления аскорбиновой кислоты. Этому способствовало также однократное опрыскивание растений томатов растворами бора, кобальта, цинка в фазе бурного плодообразования и двукратное – в фазе цветения и перед наступлением технической спелости плодов, а также в фазе бурного плодообразования и перед наступлением технической спелости плодов.

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений на содержание витамина С в спелых плодах томатов, среднее за 2013...2015 гг

Вариант	Количество витамина С, мг%	
	I срок	II срок
Контроль	16,90±0,25	15,24±0,36
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	15,03±0,39	15,68±0,57
N ₂₁₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	14,60±0,27	15,37±0,33
N ₁₅₀ P ₂₁₀ K ₁₅₀	16,20±0,31	17,44±0,17
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₂₁₀	16,20±0,21	15,60±0,18
N ₂₄₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	17,40±0,21	17,20±0,39
N ₁₅₀ P ₂₄₀ K ₁₅₀	18,00±0,28	17,50±0,37
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₂₄₀	15,70±0,34	15,17±0,21

Внекорневая подкормка томата микроэлементами на фоне основного удобрения также усиливала накопление витамина С в созревающих плодах, оказывала благоприятное воздействие на более активное передвижение витамина в плодах томата. Минеральные элементы оказывали положительное действие на более активное передвижение витамина С из места их синтеза (листья) к месту их накопления (плоды).

Таблица 4 – Влияние микроэлементов на содержание витамина С в спелых плодах томата в зависимости от срока опрыскивания, среднее за 2013...2015 гг

Вариант	Количество витамина С, мг%	
	I срок	II срок
1. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ -фон	18,80±0,21	18,90±0,26
2. Фон+В, Cu, Zn, I, Co, Mo, Mn, (а, б, в)	20,30±0,28	17,90±0,13
3. Фон+В, Co, Zn (а, б, в)	18,60±0,23	18,90±0,16
4. Фон+В, Co, Zn (а)	17,40±0,25	19,10±0,11
5. Фон+В, Co, Zn (б)	19,50±0,45	19,10±0,13
6. Фон+В, Co, Zn (в)	20,80±0,28	14,40±0,22
7. Фон+В, Co, Zn (а, б)	16,50±0,19	20,10±0,27
8. Фон+В, Co, Zn (а, в)	16,40±0,23	22,10±0,21
9. Фон+В, Co, Zn (б, в)	19,80±0,18	19,60±0,21

Применение оптимальных доз азотно-калийно-фосфорных удобрений, уточнение сочетаний и сроков опрыскивания растений микроэлементами на фоне основного удобрения давало возможность регулировать сложный процесс накопления и расходования сухих веществ в созревающих плодах томата.

Внесение основных удобрений в значительной мере способствовало увеличению содержания сухих веществ в плодах томата. Наибольшее их накопление происходило при применении высоких доз азотных и фосфорных удобрений (N₂₄₀P₁₅₀K₁₅₀, N₁₅₀P₂₄₀K₁₅₀). С целью получения плодов томатов с более высоким содержанием сухих веществ можно рекомендовать внесение азотных и фосфорных удобрений в дозе N₂₄₀, P₂₄₀ (N₂₄₀P₁₅₀K₁₅₀ и N₁₅₀P₂₄₀K₁₅₀).

Таблица 5 – Влияние минеральных удобрений на содержание сухих веществ в спелых плодах томатов, среднее за 2013...2015 гг.

Вариант	Количество сухих веществ, %	
	I срок	II срок
Контроль	4,90±0,130	4,80±0,091
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	5,30±0,044	5,20±0,048
N ₂₁₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	5,70±0,078	5,25±0,103
N ₁₅₀ P ₂₁₀ K ₁₅₀	5,52±0,074	5,60±0,083
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₂₁₀	5,60±0,039	5,10±0,130
N ₂₄₀ P ₁₅₀ K ₁₅₀	5,80±0,043	5,60±0,080
N ₁₅₀ P ₂₄₀ K ₁₅₀	5,65±0,067	5,40±0,070
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₂₄₀	5,50±0,097	5,45±0,093

По нашим данным, накопление и расходование сухих веществ также существенно изменялись под действием микроудобрений, начиная с фазы белых (незрелых) плодов (промежуток времени между I и II фазами). В 3-м и 6-м вариантах, в отличие от остальных, наблюдалось даже некоторое усиление процесса накопления сухих веществ. В 5-м, 8-м и 9-м вариантах этот процесс был выражен слабо.

Усиленное накопление сухих веществ между первым и вторым сроками созревания плодов в вариантах 7 и 8, а также более интенсивное их расходование в этот же промежуток времени на остальных вариантах указывало не только на специфическое действие микроэлементов на данный процесс, но и на важность срока опрыскивания, что было обусловлено физиологическим состоянием растения и потребностью на данном этапе в получении микроэлементов.

Таблица 6 – Влияние микроэлементов на содержание сухих веществ в спелых плодах томатов в зависимости от срока опрыскивания, среднее за 2013...2015 гг.

Вариант	Количество сухих веществ, %	
	I срок	II срок
1. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ -фон	5,10±0,081	4,95±0,071
2. Фон + В, Cu, Zn, I, Co, Mo, Mn, (а, б, в)	6,05±0,083	5,45±0,136
3. Фон + В, Co, Zn (а, б, в)	5,60±0,051	5,82±0,015
4. Фон + В, Co, Zn (а)	5,87±0,049	5,74±0,067
5. Фон + В, Co, Zn (б)	5,95±0,072	5,33±0,053
6. Фон + В, Co, Zn (в)	5,77±0,071	5,65±0,026
7. Фон + В, Co, Zn (а, б)	6,05±0,023	5,70±0,078
8. Фон + В, Co, Zn (а, в)	6,15±0,135	6,05±0,078
9. Фон + В, Co, Zn (б, в)	6,45±0,047	5,77±0,075

Микроэлементы, внесенные на фоне основных удобрений, в особенности в фазе цветения и перед наступлением технической спелости плодов, создавали дополнительный прирост количества сухих веществ.

Наряду с улучшением качества плодов, макро- и микроудобрения способствовали повышению урожайности томата.

Из полученных данных (таблица 7) видно, что в варианте N₁₅₀P₁₅₀K₁₅₀ прибавка урожая составляет 16,6 %, а при дозе N₂₁₀P₁₅₀K₁₅₀ – 54,8 %. Аналогичный результат был получен в вариантах с комбинациями N₁₅₀P₂₁₀K₁₅₀ и N₁₅₀P₁₅₀K₂₁₀, где урожайность повысилась соответственно на 51,3 и 41,0 %. При более высокой дозе фосфора (N₁₅₀P₂₄₀K₁₅₀) прибавка урожайности составляла 51,3 %, а по мере повышения доз азотных и калийных удобрений наблюдалось увеличение урожая.

Таблица 7 – Влияние минеральных удобрений на урожайность томата, среднее за 2013...2015 гг.

Внесение макроудобрений			Урожайность, т/га	Прибавка урожая	
при предпосевной обработки	в фазе массового цветения	до технического созревания плодов		т/га	%
контроль	-	-	86,9	-	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	101,3	14,4	16,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	134,5	47,6	54,8
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₃₀	131,5	44,6	51,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀	122,5	35,6	41,0
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	153,3	66,4	76,4
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	N ₃₀ P ₆₀ K ₃₀	133,4	46,5	53,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀	143,9	57,0	65,6
НСР ₀₅			34,5		
Sx %			2,67		

Согласно средним данным за три года, наибольшая урожайность была получена при применении высокой дозы азота (N₂₄₀P₁₅₀K₁₅₀). Прибавка урожая в этом варианте, по сравнению с контролем, составила 76,4 %, а при повышенной дозе калия в 240 кг/га – 65,9 %.

Для повышения урожайности и улучшения качества плодов сельскохозяйственных культур, в том числе и томатов, большое значение имеет применение микроэлементов на фоне азотных, фосфорных и калийных удобрений.

По нашим данным, приведенным в таблице 4, видно, что микроэлементы, внесенные на фоне макроудобрений, имели положительное влияние на урожайность томата.

В фазах цветения и бурного плодообразования, а также в фазе цветения и перед наступлением технической спелости плодов растения опрыскивали растворами бора, кобальта, цинка, в результате чего была получена дополнительная прибавка урожая на 87,6 и 75,1 %.

Таблица 8 – Влияние микроэлементов на урожай томата в зависимости от сроков опрыскивания, среднее за 2013...2015 гг.

Фон	Обработка микроэлементами			Урожайность, т/га	Прибавка урожа	
	в фазе цве- тения	в фазе бурного плодообразования	до фазы технического созревания		т/га	%
1.N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	-	-	-	60,7	-	-
2.N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	B,Cu, Zn,I, Co Mn, Mo	B,Cu, Zn,I, Co Mn, Mo	B,Cu, Zn,I, Co Mn, Mo	100,6	39,9	65,7
3.N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	B, Co, Zn	B, Co, Zn	B, Co, Zn	96,4	35,7	58,8
4.N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	B, Co, Zn	-	-	102,3	41,6	68,5
5.N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	-	B, Co, Zn	-	86,2	25,5	42,0
6.N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	-	-	B, Co, Zn	75,1	14,4	23,7
7.N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	B, Co, Zn	B, Co, Zn	-	113,9	53,2	87,6
8.N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	B, Co, Zn	-	B, Co, Zn	106,2	45,5	75,0
9.N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	-	B, Co, Zn	B, Co, Zn	95,2	34,5	56,8
HCP ₀₅ Sx%				20,4 1,9		

Таким образом, в наших условиях опыта урожайность значительно повышалась на тех вариантах, где растения дважды опрыскивались растворами бора, кобальта и цинка в фазах цветения бурного плодообразования, а также в фазе цветения и перед наступлением технической спелости плодов.

Как показывали результаты исследований, применение азотных, фосфорных и калийных удобрений приводило к увеличению рентабельности производства томата от 6,9 до 36,3 % и окупаемости одного рубля затрат от 0,07 до 0,37 руб. Наибольшая экономическая эффективность получалась при применении высоких доз удобрений. При дозе N₂₄₀P₁₅₀K₁₅₀ рентабельность производства по сравнению с контролем возросла на 36,3 %, а окупаемость 1 рубля – на 0,37 руб.

Закключение. Применение оптимальных доз азотно-калийно-фосфорных удобрений, уточнение сочетаний и сроков опрыскивания растений микроэлементами на фоне основного удобрения дает возможность регулировать сложный процесс накопления и расходования сухих веществ в созревающих плодах томата. Для получения высококачественных плодов томатов в условиях Нижнего Поволжья рекомендуется применять следующий режим минерального питания растений культуры томат: высокие показатели азотных и фосфорных удобрений (N₂₄₀P₁₅₀K₁₅₀, N₁₅₀P₂₄₀K₁₅₀); двукратная обработка растений на фоне основного удобрения (N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀) смесью 0,05% растворов бора, кобальта, цинка: а) в фазе цветения и формирования плодов; б) в фазе цветения и до наступления технической спелости плодов.

Библиографический список

1. Белик, В.Ф. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве [Текст] / В.Ф. Белик. – М.: Колос, 1970. – 211 с.
2. Влияние агротехнических приемов на рост, развитие и продуктивность томата в условиях Нижнего Поволжья [Текст] / Е.В Калмыкова, Н.Ю. Петров, С.В. Убушаева и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 2. – С. 111-118.

3. Гавриш, С.Ф. Томаты [Текст] / С.В. Гавриш. – М.: Вече, 2005. – 160 с.
4. Калмыкова, Е.В. Продуктивность томата в условиях Нижнего Поволжья [Текст] / Е.В. Калмыкова, Н.Ю. Петров, О.В.П. Калмыкова // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2017. – Ч. 1. – С. 162-165.
5. Каюмов, М.К. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений [Текст]: учебное пособие / М.К. Каюмов. – М., 2004. – 190 с.
6. Марчук, И.У. Удобрения и их использование [Текст] / И.У. Марчук, В.М. Макаренко, В.Е. Розстальный. – М.: Аристей, 2014. – 263 с.
7. Приемы повышения продуктивности томата и картофеля при орошении в Поволжье [Текст] / Е.В. Калмыкова, Н.Ю. Петров, В.Б. Нарусhev и др. // Аграрный научный журнал. – 2017. – №4. – С. 36-40.
8. Романенко, Г.А. Удобрения, значение, эффективность применения: справочное пособие [Текст] / Г.А. Романенко, А.И. Тютюнников, В.Г. Сычев. – М.: РАСХН, 1998. – 375 с.
9. Смирнов, П.М. Роль отдельных элементов в жизни растений. Вынос питательных веществ с урожаем сельскохозяйственных культур [Текст] / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. – М.: Колос. – 1984. – 304 с.
10. Сутормина, А.В. Влияние степени зрелости на сохраняемость и качество плодов томата сорта Яхонт [Текст] / А.В. Сутормина // Вестник МичГАУ. – 2014. – № 2. – С. 14-18.
11. Туманян, А.Ф. Агротехника возделывания томатов в аридной зоне [Текст] / А.Ф. Туманян, Тхань Диеп Ха Тхи // Научно-агрономический журнал. – 2010. – №2-1 (87). – С. 38-42.
12. Agarwal, A. Combining Ability Analysis for Yield, Quality, Earliness, and Yield-Attributing Traits in Tomato [Text] / A. Agarwal, U. Sharma, R. Ranjan, M. Nasim // International Journal of Vegetable Science. – 2017. – 23(6). – P. 605-615.
13. Jungić, D. Content of mineral N in soil and tomato yields considering fertigation and mulch [Text] / D. Jungić, J. Gunjača, M. Herak-Čustić, D. Ban, M. Sraka // Agriculturae Conspectus Scientificus. – 2017. – 82(4), acs82_69. – P. 361-365.
14. Zhu, Q. Potassium rates affected potassium uptake and use efficiency in drip-irrigated tomato [Text] / Q. Zhu, M. Ozores-Hampton, Y.C. Li, Morgan, K.T., Y. Lu // Agronomy Journal. – 2017. – 109(6). – P. 2945-2956.
15. Zhu, Q. Phosphorus application rates affected phosphorus partitioning and use efficiency in tomato production [Text] / Q. Zhu, M. Ozores-Hampton, Y.C. Li, K.T. Morgan // Agronomy Journal. – 2018. – 110(5). – P. 2050-2058.

Reference

1. Belik, V. F. Metodika fiziologicheskikh issledovanij v ovoshevodstve i bahchevodstve [Текст] / V. F. Belik. – М.: Колос, 1970. – 211 p.
2. Vliyanie agrotehnicheskikh priemov na rost, razvitie i produktivnost' tomata v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Текст] / E. V. Kalmykova, N. Yu. Petrov, S. V. Ubushaeva i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2017. – № 2. – P. 111-118.
3. Gavrish, S. F. Tomaty [Текст] / S. V. Gavrish. – М.: Vechе, 2005. – 160 p.
4. Kalmykova, E. V. Produktivnost' tomata v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Текст] / E. V. Kalmykova, N. Yu. Petrov, O. V. P. Kalmykova // Innovacionnye nauchnye issledovaniya: teoriya, metodologiya, praktika: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Penza, 2017. – Ch. 1. – P. 162-165.
5. Kayumov, M. K. Fiziologiya i biokhimiya sel'skohozyajstvennyh rastenij [Текст]: uchebnoe posobie / M. K. Kayumov. – М., 2004. – 190 p.
6. Marchuk, I. U. Udobreniya i ih ispol'zovanie [Текст] / I. U. Marchuk, V. M. Makarenko, V. E. Rozstal'nyj. – М.: Aristej, 2014. – 263 p.
7. Priemy povysheniya produktivnosti tomata i kartofelya pri oroshenii v Povolzh'e [Текст] / E. V. Kalmykova, N. Yu. Petrov, V. B. Narushev i dr. // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2017. – №4. – P. 36-40.

8. Romanenko, G. A. Udobreniya, znachenie, jeffektivnost' primeneniya: spravocnoe posobie [Tekst] / G. A. Romanenko, A. I. Tyutyunnikov, V. G. Sychev. - M.: RASXN, 1998. - 375 p.
9. Smirnov, P. M. Rol' otдел'nyh jelementov v zhizni rastenij. Vynos pitatel'nyh veschestv s urozhaem sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst] / P. M. Smirnov, Je. A. Muravin. - M.: Kolos. - 1984. - 304 p.
10. Sutormina, A. V. Vliyanie stepeni zrelosti na sohranyaemost' i kachestvo plodov tomata sorta Yahont [Tekst] / A. V. Sutormina // Vestnik MichGAU. - 2014. - № 2. - P. 14-18.
11. Tumanyan, A. F. Agrotehnika vozdeleyvaniya tomatov v aridnoj zone [Tekst] / A. F. Tumanyan, Than' Diep Ha Thi // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. - 2010. - №2-1 (87). - P. 38-42.
12. Agarwal, A. Combining Ability Analysis for Yield, Quality, Earliness, and Yield-Attributing Traits in Tomato [Text] / A. Agarwal, U. Sharma, R. Ranjan, M. Nasim // International Journal of Vegetable Science. - 2017- 23(6). - P. 605-615.
13. Jungić, D. Content of mineral N in soil and tomato yields considering fertigation and mulch [Text] / D. Jungić, J. Gunjača, M. Herak-Čustić, D. Ban, M. Sraka // Agriculturae Conspectus Scientificus. - 2017. - 82(4), aсs82_69. - P. 361-365.
14. Zhu, Q. Potassium rates affected potassium uptake and use efficiency in drip-irrigated tomato [Text] / Q. Zhu, M. Ozores-Hampton, Y.C. Li, Morgan, K.T., Y. Lu // Agronomy Journal. - 2017. - 109(6). - P. 2945-2956.
15. Zhu, Q. Phosphorus application rates affected phosphorus partitioning and use efficiency in tomato production [Text] / Q. Zhu, M. Ozores-Hampton, Y.C. Li, K.T. Morgan // Agronomy Journal. - 2018. - 110(5). - P. 2050-2058.

E-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru

УДК 631.6.02:630*266

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-4

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КУЛИС ИЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В СИСТЕМЕ СТОКОРЕГУЛИРУЮЩИХ ЛЕСОПОЛОС

EFFICIENCY OF APPLICATION OF BACKSTAGE FROM AGRICULTURAL PLANTS IN THE SYSTEM OF THE STOCKED REGULATOR OF FOREST BELTS

А.Т. Барабанов, доктор сельскохозяйственных наук

А.В. Кулик, кандидат сельскохозяйственных наук

A.T. Barabanov, A.V. Kulik

*Федеральный научный центр агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения РАН,
г. Волгоград*

Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS, Volgograd

Важнейшими природными факторами, играющими решающую роль в формировании эрозионно-гидрологического процесса (ЭГП), являются снеготаяния, глубина промерзания и влажность почвы перед весенним снеготаянием. Наиболее сильное влияние на ЭГП оказывает глубина промерзания почвы. В лесостепи и степи при талой почве или замерзшей не глубже 50 см сток не образуется при любой степени ее увлажнения и величине запасов воды в снеге. Глубина промерзания зависит от многих факторов, но ведущее место занимает характер снегоотложения. Снег является одним из наиболее мощных естественных изоляторов. Регулируя снегоотложение, можно эффективно воздействовать на процесс замерзания почв, который в значительной степени влияет на формирование стока и эрозию почв. Кроме того, в зоне недостаточного увлажнения для получения устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур важным условием является весенняя влагозарядка почв. Так как треть годовых осадков в Волгоградской области приходится на зимнее время, то мероприятия по регулированию снегоотложения должны быть обязательными для предотвращения эрозии почв и повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий. Эффективным мероприятием является создание кулис из высокостебельных сельскохозяйственных растений. Они обеспечивают увеличение снеготаяния в поле, снижение глубины промерзания почвы, поверхностного стока талых вод и смыва почвы.

The most important natural factors that play a crucial role in the formation of the erosion-hydrological process (EHP) are snow reserves, the depth of freezing and soil moisture before spring snowmelt. The depth of soil freezing has the strongest effect on EHP. In forest-steppe and steppe, when thawed soil or frozen no deeper than 50 cm, runoff does not form at any degree of its moisture and the amount of water in the snow. The depth of freezing depends on many factors, but the leading role is taken by the nature of snow deposits. Snow is one of the most powerful natural insulators. By regulating snow deposition, it is possible to effectively influence the soil freezing process, which greatly affects runoff formation and soil erosion. In addition, in the zone of insufficient moisture for obtaining sustainable yields of agricultural crops, spring soil recharge is an important condition. Since one third of the annual precipitation in the Volgograd region falls in winter, measures to control snow deposits should be mandatory in order to prevent soil erosion and increase the productivity of agricultural land. An effective event is the creation of backstage from high-stem agricultural plants. They provide an increase in snow reserves in the field, a decrease in the depth of soil freezing, surface runoff of melt water and soil washout.

Ключевые слова: *стокорегулирующие лесополосы, кулисы, глубина промерзания почвы, снегозапасы, поверхностный сток талых вод.*

Key words: *flow control forest belts, backstage, the depth of soil freezing, snowbackstage, surface melt water runoff*

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области, проект «Создание теоретических основ эрозионно-гидрологического процесса, рационального агроприродопользования и адаптивно-ландшафтного обустройства сельскохозяйственных земель для предотвращения эрозии почв, повышения их плодородия и урожая сельскохозяйственных культур» №18-416-342007

Введение. Среднегодовое количество осадков в пределах г. Волгограда 350 мм [7]. Из них на зимний период приходится около 113 мм (или 32,2 %), но не все они аккумулируются в местах их выпадения. Часть сносится с полей и откладывается в понижениях или накапливается в лесополосах. В зоне недостаточного увлажнения эти запасы воды необходимы для благоприятного роста и развития сельскохозяйственных культур и предохранения озимых от вымерзания. Озимая пшеница в период от весеннего отрастания до колошения расходует до 70 % всей влаги, потребляемой за вегетацию, поэтому очень важна роль весенней влажности почвы в верхнем метровом слое [8, 10, 11]. Неравномерное отложение снега в поле (особенно его накопление в верхней части склона) весной может привести к эрозии почвы.

Для сохранения почвенного плодородия на склонах рекомендуется создавать системы стокорегулирующих лесополос, обеспечивающих регулирование поверхностного стока, предотвращение эрозионных процессов. Они выполняют функции регулирования снегоотложения, способствуя дополнительному снегозадержанию в зоне их влияния, уменьшению глубины промерзания. В отдельные годы зимой погодные условия складываются так, что на межполосных пространствах может формироваться поверхностный сток талых вод. Для Волгограда характерны зимние оттепели и сильные метели, провоцирующие ранний сход или сдувание снежного покрова, что способствует увеличению глубины промерзания почвы. Поэтому необходимы дополнительные мероприятия по регулированию снегоотложения на полях. Одним из таких способов является создание кулис из высокостебельных сельскохозяйственных растений. Целью исследований явилось изучение влияния кулис, расположенных на межполосном пространстве стокорегулирующих лесополос, на природные факторы поверхностного стока талых вод.

Материалы и методы. Исследования проводились на стоково-эрозионном стационаре ФНЦ агроэкологии РАН в районе г. Волгограда на склоне восточной экспозиции крутизной $3,0-3,5^\circ$ на стоковых площадках, расположенных в средней части межполосного пространства стокорегулирующих лесополос. Лесополосы состоят из 2-х рядов ясеня ланцетного и ряда смородины золотистой, расположенного в верхнем крайнем ряду. Почвы светло-каштановые супесчаные. Кулисы высотой до 50 см на межполосном пространстве расположены тремя рядами через 20 м.

В исследованиях на стоковых площадках применяли водно-балансовый метод, являющийся наиболее точным и репрезентативным. В осенний, зимний и весенний периоды проводили наблюдения за динамикой влажности почвы, глубиной ее промерзания и оттаивания, характером снегоотложения, определяли снегозапасы, сток талых вод. По результатам этих наблюдений выявляли роль кулис в распределении снега в межполосном пространстве стокорегулирующих лесополос и влияние их на природные факторы стока талых вод.

Результаты и обсуждение. Во ВНИАЛМИ (ныне ФНЦ агролесомелиорации РАН) имеется уникальный материал свыше 60-летних исследований закономерностей формирования поверхностного стока талых вод. В результате теоретических и экспериментальных исследований, а также на основе обобщения имеющихся материалов одним из авторов статьи – Барабановым А.Т. – открыт закон лимитирующих факторов поверхностного стока талых вод [3, 4], который формулируется так: «При некотором минимальном значении одного из трех лимитирующих факторов (снегозапасы, глубина промерзания и влажность почвы) поверхностный сток не формируется независимо от уровня двух других». Им определены значения факторов, при которых сток не формируется. Если почва талая или промерзла до глубины не более 50 см, стока не бывает независимо от уровня ее увлажнения и снегозапасов. При увлажнении верхнего (0-50 см) слоя почвы до уровня менее 120-130 мм на юге ЦРНЗ и 70-95 мм в Нижнем Поволжье сток не формируется независимо от глубины промерзания почвы и снегозапасов, т. е. в данном случае лимитирующим фактором является увлажнение почвы. При запасах воды в снеге меньше объема микрорельефа пашни, сток также не формируется.

Таким образом, на формирование поверхностного стока талых вод в значительной степени влияют только три фактора: снегозапасы, глубина промерзания, влажность почвы перед снеготаянием [4, 6, 9]. Уменьшение весеннего стока возможно в результате предотвращения или уменьшения глубины промерзания почвы, на которую можно воздействовать путем регулирования мощности снежного покрова. Обладая теплоизоляционным свойством, он может предохранять почву от замерзания. В течение зимы степень сохранения тепла снегом сильно колеблется. На это влияют температура воздуха, интенсивность метелей и вид выпадающих осадков, оказывающих влияние на плотность снежного покрова. Рыхлый снег содержит между частицами снега воздух, поэтому его теплопроводность низкая. Рост плотности снега снижает толщину снежного покрова и увеличивает коэффициент теплопроводности [8].

На рисунке 1 приведены данные по влиянию кулис, расположенных поперек склона в середине межполосного пространства стокорегулирующих лесных полос, на характер снегоотложения и глубину промерзания почвы. Разница снегозапасов по годам колеблется от 2 до 60 мм. Среднее значение снегозапасов в кулисах 56 мм, а в открытом поле 36 мм. Несомненно, кулисы обеспечивают дополнительное снегозадержание на межполосном пространстве (в среднем на 20 мм).

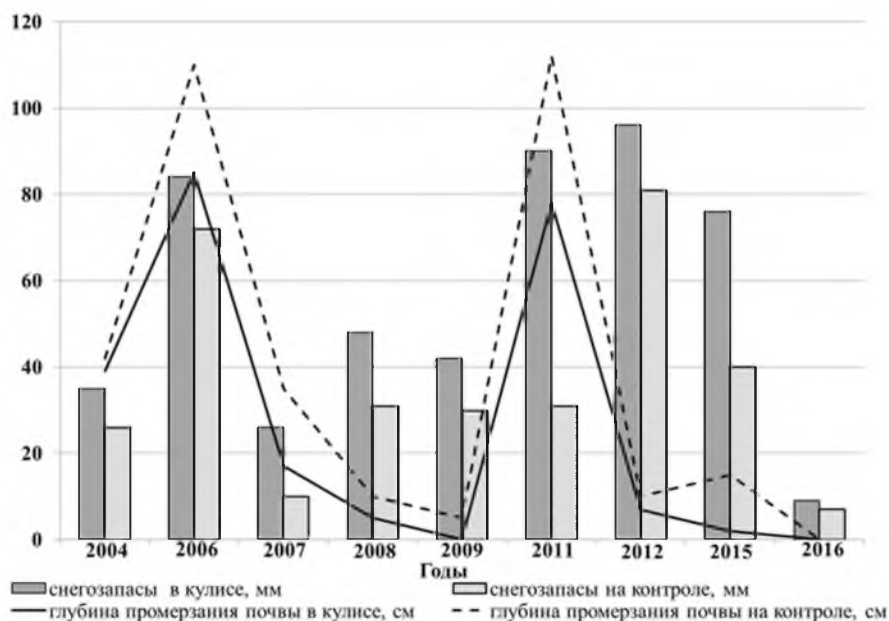


Рисунок 1 – Влияние кулис на увеличение снегозапасов и снижение глубины промерзания почвы

При сравнении накопления снега в кулисах и в открытом поле установлено, что изменения в значениях снегозапасов можно описать экспоненциальной функцией (рисунок 2). При этом коэффициент достоверности аппроксимации (0,77) указывает на соответствие модели исходным данным. Кулисы позволяют увеличить высоту снега в 2,5 раза, а его плотность – на 30-50 % [1, 2, 5], что отражается на величине снегозапасов.

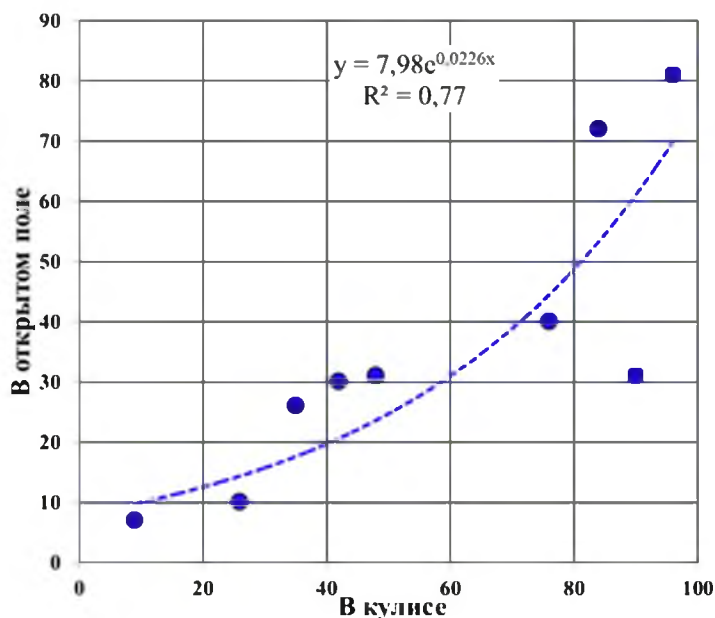


Рисунок 2 – Соотношение между показателями снегозапасов в кулисах и в открытом поле, мм

Сопоставление глубины промерзания почвы под воздействием кулис и в открытом поле описывается полиномиальной зависимостью (рисунок 3) с высоким коэффициентом достоверности аппроксимации (0,98). Средние значения промерзания почвы в кулисах достигают 26 см, а в поле – 38 см.

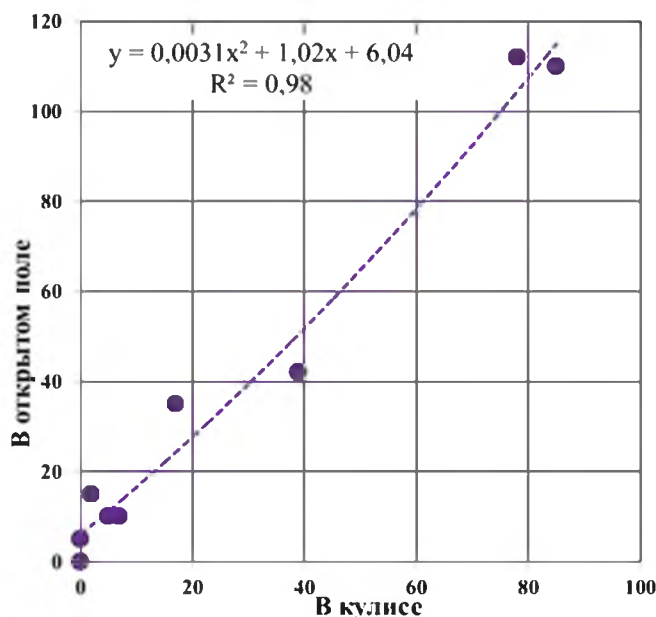


Рисунок 3 – Соотношение между показателями глубины промерзания почвы в кулисах и в открытом поле, см

Эффективность кулис отмечается также в постепенном и более длительном сходе снежного покрова, сохранении влаги в полевой части. Так, в течение зимы 2015-2016 гг. проведенные снегомерные съемки на стоковой площадке под влиянием кулис позволили проследить динамику снегоотложения (рисунок 4). Устойчивый снежный покров был в течение 37 дней (с 31 декабря 2015 г. по 5 февраля 2016 г.). При первой снегомерной съемке (11 января 2016 г.) высота снега на межкулисных пространствах в среднем достигала 15 см, а в самих кулисах – до 30 см (рисунок 4 (1)). Причем чем ближе к лесной полосе, тем значения выше.

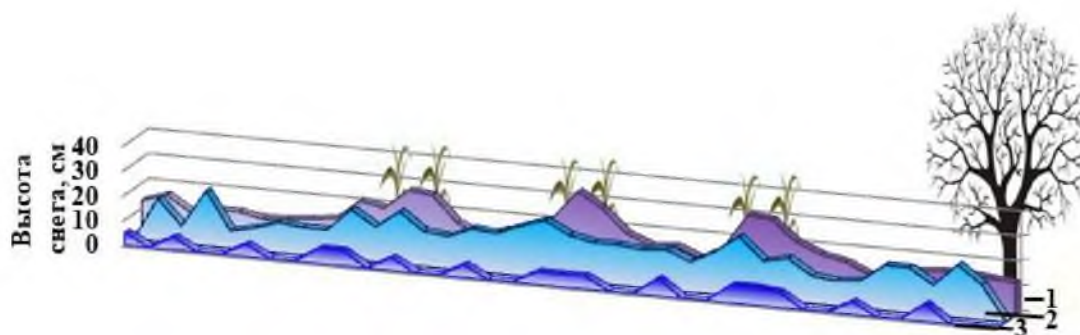


Рисунок 4 – Динамика высоты снега в междолевой полосе под воздействием кулис: 1, 2, 3 – снегомерные профили в разные сроки: 11 января, 01 февраля, 21 февраля

В первой кулисе от лесополосы высота снега составила 30 см, во второй – 22 см, а в третьей – 21 см, что объясняется снижением скорости ветра по мере приближения к лесополосе и увеличением степени осадения снега. При этом кулисы образуют за собой шлейф длиной 3-5 м, в котором высота снега колебалась от 22 до 29 см. В открытом поле значения изменялись от 10 до 15 см и в среднем составили 12 см. Второй снегомерный профиль был проложен 1 февраля. Во второй и третьей декадах января наблюдались оттепели. Температура воздуха в дневное время поднималась до +1 °С, что отразилось на увеличении плотности снега. В кулисах высота снежного покрова снизилась до 20-23 см, а на

межкулисных пространствах – до 14-15 см, на поле – до 12 см. 8 февраля снег сошел полностью. Во второй декаде февраля снова сформировался незначительный снежный покров. В кулисах он составлял 5-7 см, на открытом поле – в среднем 5 см (рисунок 4(3)).

Рассмотренные природные факторы влияют на эрозионно-гидрологический процесс на всем водосборе. В 2004 и 2011 г. сложившиеся погодные условия способствовали формированию поверхностного стока талых вод. На стоковой площадке с кулисами он составил 9 и 11 мм, на контроле – 11 и 15 мм, соответственно. В 2004 г. формирование на кулисах снежных шлейфов замедлило таяние снега, что способствовало постепенному оттаиванию верхнего слоя почвы и частичному водопоглощению стекающей воды. Модуль стока на контроле был в 2-3 раза выше. Во все дни наблюдения за стоком на площадке с кулисами он начинался на 1-2 часа позже. Смыв на кулисах составил 0,9 м³/га, а на контроле – на 40 % больше. В 2011 г. формированию стока способствовала большая глубина промерзания почв (до 112 см на контроле). Кулисы сократили ее на 34 см, а разница снегозапасов в среднем составила 17 мм.

Заключение. Создание кулис на межполосном пространстве стокорегулирующих лесных полос позволяет повысить противозерозионную эффективность всей системы. Они способствуют увеличению снегозапасов в среднем на 20 мм, снижению глубины промерзания почвы на 12 см, а главное в период снеготаяния снижают поверхностный сток талых вод и противодействуют смыву почв.

Библиографический список

1. Астафьев, В.Л. Разговор о влаге. Накопить и сохранить [Электронный ресурс] / В.Л. Астафьев // АгроБизнес. – Казахстан, 2015. – №1(9). – Режим доступа: URL:<http://ukragroserve.com.ua/gu>. (Дата обращения: 13.09.2018 г.).
2. Астафьев, В.Л. Эффективный способ накопления влаги зимних осадков и технические средства для его осуществления [Текст] / В.Л. Астафьев, П.Г. Иванченко, С.Л. Малыгин // АПК России. – 2016. – Т. 75. – №1. – С. 59-64.
3. Барабанов, А.Т. К вопросу о прогнозе поверхностного стока талых вод в лесостепной и степной зонах [Текст] / А.Т. Барабанов, В.И. Панов // Аридные экосистемы. – 2012. – Т. 18. – № 4(53). – С. 22-27.
4. Барабанов, А.Т. Научные основы управления эрозионно-гидрологическим процессом [Текст] / А.Т. Барабанов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – №1(33). – С. 33-38.
5. Ловчиков, А.П. К обоснованию закономерностей, характеризующих снегозадерживающую способность высокостерневой кулисы [Текст] / А.П. Ловчиков, В.П. Ловчиков, Е.А. Поздеев // Актуальные проблемы науки XXI века: сб. ст. / Международная исследовательская организация «Cognitio», 2017. – С. 59-65.
6. Петелько, А.И. Влияние глубины промерзания почвы на весенний сток талых вод [Текст] / А.И. Петелько, А.Т. Барабанов, А.В. Кулик // Природообустройство. – 2017. – №5. – С. 90-94.
7. Погодно-климатические условия Волгоградской области как объективный аргумент для активного развития здесь агролесомелиорации [Текст] / Ю.И. Васильев, А.Н. Сажин, А.В. Судаков и др. // Агролесомелиорация в 21 веке: состояние, проблемы, перспективы. Фундаментальные и прикладные исследования: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2015. – С. 53-59.
8. Термическое сопротивление снежного покрова и его влияние на промерзание грунта [Текст] / Н.И. Осокин, А.В. Сосновский, П.Р. Накалов и др. // Лёд и Снег. – 2013. – № 1(121). – С. 93-103.
9. Erosion in Geomechanics Applied to Dams and Levees [Tekst] / Ed. By S. Bonelli / – Wiley-ISTE, 2013. – 416 p.
10. Pimentel, D. Soil erosion threatens food production [Tekst] / D. Pimentel, M. Burgess // Agriculture. – 2013. – №3(3). – P. 443-463.
11. Effects of farmland vegetation row direction on overland flow hydraulic characteristics [Tekst] / S.T. Zhang, J.Z. Zhang, Y. Liu et al. // Hydrology research. – 2018. – Vol. 49. – Iss.6. – P. 1991-2001.

Reference

1. Astaf'ev, V. L. Razgovor o vlage. Nakopit' i sohranit' [Elektronnyj resurs] / V. L. Astaf'ev // AgroBiznes Kazahstan. - 2015. - №1(9). - Rezhim dostupa: URL:<http://ukragroserve.com.ua/ru>. (Data obrascheniya: 13.09.2018 g.).
2. Astaf'ev, V. L. Jeffektivnyj sposob nakopleniya vlagi zimnih osadkov i tehicheskie sredstva dlya ego osuschestvleniya [Tekst] / V. L. Astaf'ev, P. G. Ivanchenko, S. L. Malygin // APK Rossii. - 2016. - T. 75. - №1. - P. 59-64.
3. Barabanov, A. T. K voprosu o prognoze poverhnostnogo stoka talyh vod v lesostepnoj i stepnoj zonah [Tekst] / A. T. Barabanov, V. I. Panov // Aridnye jekosistemy. - 2012. - T. 18. - № 4(53). - P. 22-27.
4. Barabanov, A. T. Nauchnye osnovy upravleniya jerozionno-gidrologicheskim processom [Tekst] / A. T. Barabanov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - №1(33). - P. 33-38.
5. Lovchikov, A. P. K obosnovaniyu zakonornostej, harakterizuyuschih snegozaderzhivayushchuyu sposobnost' vysokosternevoj kulisy [Tekst] / A. P. Lovchikov, V. P. Lovchikov, E. A. Pozdeev // Aktual'nye problemy nauki XXI veka: sb. st. / Mezhdunarodnaya issledovatel'skaya organizaciya "Cognitio", 2017. - P. 59-65.
6. Petel'ko, A. I. Vliyanie glubiny promerzaniya pochvy na vesennij stok talyh vod [Tekst] / A. I. Petel'ko, A. T. Barabanov, A. V. Kulik // Prirodoobustrojstvo. - 2017. - №5. - P. 90-94.
7. Pogodno-klimaticheskie usloviya Volgogradskoj oblasti kak ob'ektivnyj argument dlya aktivnogo razvitiya zdes' agrolesomelioracii [Tekst] / Yu. I. Vasil'ev, A. N. Sazhin, A. V. Sudakov i dr. // Agrolesomelioraciya v 21 veke: sostoyanie, problemy, perspektivy. Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: mater. mezhdunar. nauch. - prakt. konf. - Volgograd, 2015. - P. 53-59.
8. Termicheskoe soprotivlenie snezhnogo pokrova i ego vliyanie na promerzanie grunta [Tekst] / N. I. Osokin, A. V. Sosnovskij, P. R. Nakalov i dr. // Ljod i Sneg. - 2013. - № 1(121). - P. 93-103.
9. Erosion in Geomechanics Applied to Dams and Levees [Tekst] / Ed. By S. Bonelli/ – Wiley-ISTE, 2013. – 416 p.
10. Pimentel, D. Soil erosion threatens food production [Tekst] / D. Pimentel, M. Burgess // Agriculture. – 2013. – №3(3). – P. 443-463.
11. Effects of farmland vegetation row direction on overland flow hydraulic characteristics [Tekst] / S.T. Zhang, J.Z. Zhang, Y. Liu et all. // Hydrology research. – 2018. – Vol. 49. – Iss. 6. – P. 1991-2001.

E-mail: barabanov-a@vfanc.ru

УДК 502.13

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-5

МЕТАТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИМПЕРАТИВОВ СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА

METATEORETICAL STUDIES OF THE IMPERATIVES OF PRESERVING OF NATURAL POTENTIAL

А.В. Дьяченко, доктор экономических наук, профессор

A.V. Dyachenko

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Приведены результаты актуальных исследований принципов использования природного потенциала, которые необходимы для создания эффективных технологий потребления и защиты природных ресурсов. Использована авторская методология метатеоретического определения императивов совершенствования исследуемой системы. Основными информационными источниками явились материалы, отражающие содержания систем и процессов жизнедеятельности природных парков. В результате получены характеристики системных свойств природного потенциала. В соответствии с полученными характеристиками синтезирована категория природ-

ного потенциала и сформулированы императивы его защиты. Выявлено, что система природного потенциала определяет совокупность взаимосвязанных ресурсов природы, которые человек может использовать для удовлетворения своих потребностей. Их следует ориентировать на эффективное удовлетворение потребностей целевых рынков общества и поддержание природной системы в режиме устойчивого развития, оздоровления и воспроизводства биологического и ландшафтного разнообразия. Это позволит создавать комплексы услуг в сфере туризма, обеспечивая конкурентные преимущества региона, сохраняя естественное состояние природных территорий. Необходимыми условиями развития природного потенциала являются достаточное количество и качество природных ресурсов, ужесточение экологических нормативов в совокупности с разрешением однократных задержек модернизации производств, при условии, что не будет существенного отрицательного их влияния на окружающую среду. Сформулированные императивы сохранения природного потенциала, а также соответствующую категорию целесообразно учитывать при разработке политики создания и использования природных парков.

The paper presents the results of actual research on the principles of using natural potential, which are necessary for creating efficient technologies for consumption and protecting natural resources. The author's methodology of the meta-theoretical definition of the imperatives of improving the system under study is used. The main information sources were materials reflecting the content of systems and processes of life of natural parks. As a result, the characteristics of the system properties of the natural potential are obtained. In accordance with the obtained characteristics, the category of natural potential is synthesized and the imperatives of its protection are formulated. The system of natural resources defines a set of interrelated natural resources that people can use to meet their needs. They should be aimed at effectively meeting the needs of the target markets of society and maintaining the natural system in a regime of sustainable development, recovery and reproduction of biological and landscape diversity. This will allow to create complexes of services in the sphere of tourism, providing competitive advantages of the region, preserving the natural state of natural territories. The necessary conditions for the development of the natural potential are an adequate quantity and quality of natural resources, toughening of environmental standards together with the resolution of one-time delays in the modernization of production, provided that there is no significant negative impact on the environment. The formulated imperatives of the conservation of natural potential, as well as the appropriate category, should be taken into account when developing policies for the creation and use of natural parks.

Ключевые слова: метатеория, императивы, природный потенциал, ландшафтное разнообразие, природные ресурсы, использование.

Key words: metatheory, imperatives, natural potential, landscape diversity, natural resources.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-410-342002 по теме
«Метатеоретическое обоснование императивов сохранения
природного потенциала Волго-Ахтубинской поймы за счет развития
туристско-рекреационной деятельности, минимизирующей антропогенную нагрузку от
неорганизованного туризма»*

Введение. Обеспечение гармоничного существования биологического многообразия в современных условиях социально-экономических отношений предполагает необходимость системного балансирования хозяйственных и природоохранных мероприятий. Этим обусловлена актуальность метатеоретического исследования характеристик и императивов природного потенциала, сохранение которого будет обеспечивать благоприятные условия для воспроизводства флоры и фауны природных парков.

Целью данной работы являются метатеоретические исследования характеристик и императивов сохранения природного потенциала. Достижение её предполагает необходимость решения следующих задач:

- выявить синтаксический базис системного описания предмета природного потенциала;
- провести семантический анализ базиса характеристик системного описания предмета исследования;

- сформулировать метатеоретические императивы эффективных отношений природного потенциала;

- синтезировать актуальную категорию природного потенциала.

Объектом исследования являются процессы обеспечения условий, необходимых для сохранения природных парков. Предметом исследования выступают отношения по поводу воспроизводства природного потенциала.

Материалы и методы. *Методология метатеоретического исследования природного потенциала.* Основными информационными материалами метатеоретических исследований являются научные работы, отражающие содержание систем и процессов природных парков. Метатеоретические характеристики соответствуют синтаксическим конструкциям трактовок системных свойств исследуемого теоретического предмета. Общее описание базиса основных метатеоретических характеристик приведено в ряде работ автора [2].

Семантическое проявление характеристик выражается в вербализированных описаниях соответствующих свойств. Синтаксическая конструкция каждой метатеоретической характеристики участвует в реализации ряда признаков определенного свойства исследуемого явления. В таблице 1 приведены трактовки основных характеристик, являющихся элементами синтаксической конструкции метатеоретического описания системного явления природного потенциала.

Таблица 1 – Основные характеристики синтаксической конструкции метатеоретического описания природного потенциала

Идентификатор характеристики	Трактовка метатеоретической характеристики
<i>P</i>	Определение структурной организации природного потенциала
<i>A</i>	Субъекты отношений реализации природного потенциала
<i>B</i>	Объекты, по поводу которых соотносятся субъекты
<i>C</i>	Системообразующие свойства организации природного потенциала
<i>D</i>	Результирующий эффект природного потенциала
<i>E</i>	Динамическая направленность развития природного потенциала
<i>F</i>	Причинно-следственные изменения природного потенциала
<i>G</i>	Условия сохранения и развития природного потенциала

Многообразие признаков свойств метатеоретических характеристик потенциала природного парка целесообразно определять по результатам системного анализа работ, в которых приведены материалы, касающиеся проблематики организации и сохранения природных парков. Использование этих результатов позволит определить семантику характеристик синтаксической конструкции потенциала природного парка. В соответствии с результатами работ О.В. Бурлаковой и Р.М. Прыткова [1], И. И. Зиганшина и Д. В. Иванова [3], Е. А. Лосевской [5], М. А. Саранчи [6], Н. В. Святохо [7], Ю. О. Тхамитлоковой [8], Т. Н. Шаповаловой и А. Серовой [9], Р. С. Шепитько и И. С. Корабельникова [10], И. Г. Юдаева и М. А. Тимошенко [11], А. В. Якушева [12], Y. Jiang, Y. Yuan, A. Neale, L. Jackson и M. Mehaffey [13], касающихся закономерностей учета, использования и сохранения природного потенциала, выявим семантику характеристик, соответствующую позитивному опыту его обеспечения на должном уровне.

В соответствии с приведенными в таблице 1 обозначениями основных характеристик синтаксической конструкции метатеоретического описания природного потенциала сформулируем его общую системную трактовку. В общем случае природный потенциал имеет следующую методологическую системную трактовку:

Природный потенциал является системой причинно-следственных отношений субъектов по поводу ресурсов, направленных на обеспечение благоприятных условий, необходимых для совершенствования результатов социально-экономических процессов.

Такую трактовку последовательности использования характеристик синтаксической конструкции метатеоретического описания системного явления (S) природного потенциала будет отражать выражение:

$$S = f(P, F, C, A, B, E, G, D). \quad (1)$$

Это выражение позволяет синтезировать категорию природного потенциала, соответствующую современному позитивному опыту использования природных парков. Вместе с тем выявляемые метатеоретические характеристики целесообразно использовать для формулирования императивов сохранения потенциала природных парков.

Результаты. *Позитивный анализ характеристик природного потенциала.* Используя результаты исследований потенциала природных парков, приведенные в работах [1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13], был реализован позитивный анализ семантики исследуемых метатеоретических характеристик [2]. В результате были получены следующие содержательные описания характеристик:

P: Природный потенциал – это динамичная система совокупности взаимосвязанных ресурсов природы, которые человек может использовать для достижения определенных целей удовлетворения своих потребностей создания и получения в определенные сроки продуктов необходимого количества и качества.

A: Субъектами природного потенциала являются хозяйственники, органы управления, целевые рынки производимой продукции, общество.

B: Объектами отношений природного потенциала являются: рекреационные продукты, формируемые на базе совокупных ресурсов территории с целью удовлетворения потребностей целевых рынков и общества; максимально эффективно используемые ресурсы, резервы, а также технические и социально-экономические возможности.

C: Системообразование осуществляется отношениями между окружающей средой и производственной сферой.

D: Результирующий эффект проявляется в способности природных систем предоставлять для хозяйствования и экономического развития необходимое качество и количество природных ресурсов, максимально удовлетворяя потребности субъектов, и обеспечивая конкурентные преимущества региона, сохраняя при этом свое естественное состояние.

F: Развитие на основе инновационных технологий сохранения сети особо охраняемых природных территорий приведет к рациональному потреблению ресурсов, сохранению взаимосвязей природной среды, обеспечит воспроизводство использованных в процессе хозяйственной деятельности природных ресурсов, а также развитие природных парков, что позволит создать комплекс услуг в сфере туризма.

E: Природный потенциал ориентирован на переход системы в режим устойчивого развития, оздоровления, сохранения и воспроизводства биологического и ландшафтного разнообразия.

G: Необходимыми условиями существования природного потенциала при сохранении природы и окружающей среды являются достаточное для экономического роста количество и качество природных ресурсов, ужесточение экологических нормативов в совокупности с предоставлением однократных отсрочек для модернизации производств при условии сохранения свойств окружающей среды.

Метатеоретический синтез категории природного потенциала. Метатеоретические характеристики, полученные в результате позитивного анализа, позволяют синтезировать категорию рассматриваемого потенциала, адекватную известным положениям организации природных парков. На рисунке 1 проиллюстрирован процесс синтеза категории в соответствии с выражением (1) метатеоретического описания синтаксической конструкции природного потенциала.

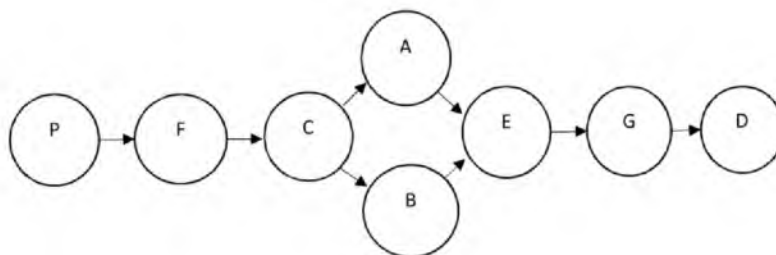


Рисунок 1 – Иллюстрация процесса синтеза категории природного потенциала

В соответствии с выявленными характеристиками природного потенциала синтезируем соответствующую категорию:

S: Природный потенциал является системой взаимосвязанных ресурсов природы, используемых человеком для удовлетворения своих потребностей создания и получения в определенные сроки продуктов необходимого количества и качества. Развитие инновационных технологий сохранения сети особо охраняемых природных территорий приводит к рациональному потреблению ресурсов, сохранению взаимосвязей природной среды, обеспечивает воспроизводство использованных в процессе хозяйственной деятельности природных ресурсов, а также развитие природных парков, что позволяет создавать комплексы услуг в сфере туризма. Системообразование природного потенциала осуществляется отношениями между окружающей средой и производственной сферой. Субъектами природного потенциала являются хозяйственники, органы управления, целевые рынки производимой продукции, общество. Они вступают в отношения по поводу рекреационных продуктов, формируемых на базе ресурсов территорий с целью удовлетворения потребностей целевых рынков и общества, а также максимизации эффективности использования ресурсов, резервов, технических и социально-экономических возможностей. Природный потенциал ориентирует системы природных парков на режим устойчивого развития, оздоровления, сохранения и воспроизводства биологического и ландшафтного разнообразия. Необходимыми условиями существования природного потенциала при сохранении природы и окружающей среды являются достаточное для экономического роста количество и качество природных ресурсов, ужесточение экологических нормативов в совокупности с предоставлением однократных отсрочек для модернизации производств при условии сохранения свойств окружающей среды. Результирующий эффект природного потенциала проявляется в способности природных систем предоставлять для хозяйствования и экономического развития необходимое качество и количество природных ресурсов, максимально удовлетворяя потребности субъектов и обеспечивая конкурентные преимущества региона.

Полученная категория является трактовкой рациональной организации и использования природного потенциала, то есть его предметным, категориальным императивом [2].

Обсуждение. *Императивы эффективной реализации природного потенциала.* Полученные метатеоретические характеристики соответствуют императивам эффективной реализации природного потенциала [2]. При этом следует рассматривать соотношения с императивами поступки как обязанности [4]. Сформулируем принципы, соответствующие императивам, которые целесообразно учитывать при разработке политики использования природных ресурсов:

- природному потенциалу соответствует совокупность ресурсов природы, которые допустимо использовать для удовлетворения потребностей человека;
- сохранение природного потенциала соответствует общественным, административным, хозяйственным интересам производства и реализации агропродукции;

- природный потенциал следует ориентировать на максимально эффективное использование ресурсов, резервов, а также технических и социально-экономических возможностей с целью удовлетворения потребностей целевых рынков общества;
- природный потенциал реализуется в системном агроинженерном взаимодействии окружающей среды и производственной сферы;
- результирующий эффект природной системы определяется её способностью предоставлять для хозяйствования и экономического развития необходимое качество и количество природных ресурсов, максимально удовлетворяя потребности субъектов и обеспечивая конкурентные преимущества региона, сохраняя при этом свое естественное состояние;
- развитие инновационных технологий сохранения природных территорий необходимо для обеспечения рационального потребления природных ресурсов, эффективного их воспроизводства, развития природных парков, создания востребованных комплексов услуг в сфере туризма;
- природный потенциал следует ориентировать на приведение природной системы в режим устойчивого развития, оздоровления, сохранения и воспроизводства биологического и ландшафтного разнообразия;
- для сохранения природы необходимо ужесточение экологических нормативов, а также предоставление однократных отсрочек для модернизации производств при условии сохранения свойств окружающей среды.

В соответствии с системными характеристиками сформулированы соответствующие им принципы, которые следует выполнять для эффективного использования и сохранения природного потенциала. Эти положения являются характеристическими императивами [2].

Заключение. Позитивные исследования позволили определить метатеоретические характеристики природного потенциала, в соответствии с которыми синтезирована его категория, а также сформулированы императивы эффективного использования природных ресурсов. Соответствующие принципы целесообразно учитывать при разработке политики создания, использования и сохранения природных парков. Выявлено, что динамичная система природного потенциала определяет совокупность взаимосвязанных ресурсов природы, которые человек может использовать для достижения определенных целей удовлетворения своих потребностей создания и получения в определенные сроки продуктов необходимого количества и качества. Природный потенциал следует ориентировать на приведение природной системы в режим устойчивого развития, оздоровления, сохранения и воспроизводства биологического и ландшафтного разнообразия. Развитие на основе инновационных технологий сохранения сети особо охраняемых природных территорий приведет к рациональному потреблению ресурсов, сохранению взаимосвязей природной среды и обеспечит воспроизводство использованных в процессе хозяйственной деятельности природных ресурсов, а также развитие природных парков, что позволит создавать комплексы услуг в сфере туризма, обеспечивать конкурентные преимущества региона, сохраняя при этом свойства окружающей среды.

Библиографический список

1. Бурлакова, О.В. Природно-ресурсный потенциал и устойчивое развитие региональной системы [Текст]/ О. В. Бурлакова, Р. М. Прытков // Вестник ОГУ. – 2014. – №14. – С. 89-95.
2. Дьяченко, А.В. Метатеория императивов развития экономической инфраструктуры [Текст]/ А.В. Дьяченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №4(44). – С. 286-292.
3. Зиганшин, И.И. Методика комплексной оценки рекреационного потенциала особо охраняемых природных территорий [Текст]/ И.И. Зиганшин, Д.В. Иванов // Российский журнал прикладной экологии. – 2017. – №2. – С. 52-56.

4. Кант И. Основы метафизики нравственности [Текст]: сочинения В 6 т. Т. 4 /И. Кант. – М., «Мысль», 1965. (Философ. наследие). – Т. 4. – Ч. I. – 544 с.
5. Лосевская, Е.А. Сущность эколого-социо-экономического потенциала территориальных образований [Текст] / Е.А. Лосевская // Экономическая наука и практика: материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. Чита, февраль 2013 г.). – Чита: Издательство «Молодой ученый», 2013. – 120 с.
6. Саранча М. А. Туристский потенциал территории: проблематика определения сущности и структуры [Текст]/ М. А. Саранча //Вестник Удмуртского университета биология. Науки о земле. – 2015. – Т. 25. – Вып. 1. – С.134-140.
7. Святохо, Н. В. Концептуальные основы исследования туристского потенциала региона [Текст]/ Н. В. Святохо // Экономика и управление. – 2007. – № 2. – С. 30-35.
8. Тхамитлокова, Ю.О. Методические подходы к оценке и анализу ресурсного потенциала сферы туризма и рекреации [Текст]/ Ю. О. Тхамитлокова // Экономика и менеджмент. – 2017. – № 2 (4). – С. 49-55.
9. Шаповалова, Т. Н. Природно-ресурсный потенциал в экономической системе региона [Текст] / Т. Н. Шаповалова, А. Серова // Вестник ОГУ. – 2008. – №8. – С. 118-122.
10. Шепитько, Р. С. Инновационный потенциал сельского хозяйства: методологический аспект [Текст]/ Р. С. Шепитько, И. С. Корабельников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 3(27). – С. 228-232.
11. Юдаев, И.Г. Воспроизводственный потенциал экосистемы Волго-Ахтубинской поймы [Электронный ресурс]/ И.Г. Юдаев, М.А. Тимошенко //Альтернативы регионального развития (Шабунинские чтения): II Международная научно-практическая конференция Волгоград, 7-8 октября 2011 г. – Режим доступа: <http://shabunin.info/>
12. Якушев, А.В. Природный агропотенциал – основополагающее понятие сельскохозяйственного природопользования [Текст]/ А.В. Якушев // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». – 2009. – № 3. – С. 155-160.
13. Association between Natural Resources for Outdoor Activities and Physical Inactivity: Results from the Contiguous United States International [Текст]/ Y. Yuan Jiang, , Y. Neale, A. Jackson, L. M. McHaffey // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2016. – № 13. – P. 830.

Reference

1. Burlakova, O. V. Prirodno-resursnyj potencial i ustojchivoe razvitie regional'noj sistemy [Текст]/ O. V. Burlakova, R. M. Prytkov // Vestnik OGU. - 2014. - №14. - P. 89-95.
2. D'yachenko, A. V. Metateoriya imperativov razvitiya jekonomicheskoy infrastruktury [Текст]/ A. V. D'yachenko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №4(44). - P. 286-292.
3. Ziganshin, I. I. Metodika kompleksnoj ocenki rekreacionnogo potenciala osobo ohranyаемых prirodnih territorij [Текст]/ I. I. Ziganshin, D. V. Ivanov // Rossijskij zhurnal prikladnoj jekologii. - 2017. - №2. - P. 52-56.
4. Kant I. Osnovy metafiziki npravstvennosti [Текст]: sochineniya V 6 t. T. 4 /I. Kant. - М., "Mysl'", 1965. (Filosof. nasledie). - Т. 4. - Ч. I. - 544 p.
5. Losevskaya, E. A. Suschnost' jekologo-socio-jekonomicheskogo potenciala territorial'nyh obrazovanij [Текст] / E. A. Losevskaya // Jekonomicheskaya nauka i praktika: materialy mezhdunar. zaoch. nauch. konf. (g. Chita, fevral' 2013 g.). - Chita: Izdatel'stvo "Molodoj uchenyj", 2013. - 120 p.
6. Sarancha M. A. Turistskij potencial territorii: problematika opredeleniya suschnosti i struktury [Текст]/ M. A. Sarancha //Vestnik Udmurtskogo universiteta biologiya. Nauki o zemle. - 2015. - Т. 25. - Vyp. 1. - P.134-140.
7. Svyatoho, N. V. Konceptual'nye osnovy issledovaniya turistskogo potenciala regiona [Текст]/ N. V. Svyatoho // Jekonomika i upravlenie. - 2007. - № 2. - P. 30-35.
8. Thamitloкова, Yu. O. Metodicheskie podhody k ocenke i analizu resursnogo potenciala sfery turizma i rekreacii [Текст]/ Yu. O. Thamitloкова // Jekonomika i menedzhment. - 2017. - № 2 (4). - P. 49-55.

9. Shapovalova, T. N. Prirodno-resursnyj potencial v jekonomicheskoy sisteme regiona [Tekst] / T. N. Shapovalova, A. Serova // Vestnik OGU. - 2008. - №8. - P. 118-122.

10. Shepit'ko, R. S. Innovacionnyj potencial sel'skogo hozyajstva: metodologicheskij aspekt [Tekst] / R. S. Shepit'ko, I. S. Korabel'nikov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 3(27). - P. 228-232.

11. Yudaev, I. G. Vospriizvodstvennyj potencial jekosistemy Volgo-Ahtubinskoj pojmy [Jelektronnyj resurs] / I. G. Yudaev, M. A. Timoshenko // Al'ternativy regional'nogo razvitiya (Shabuninskie chteniya): II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya Volgograd, 7 - 8 oktyabrya 2011 g. - Rezhim dostupa: <http://shabunin.info/>

12. Yakushev, A. V. Prirodnyj agropotencial - osnovopolagayuschee ponyatie sel'skohozyajstvennogo prirodopol'zovaniya [Tekst] / A. V. Yakushev // Vestnik MGOU. Seriya "Estestvennye nauki". - 2009. - № 3. - P. 155-160.

13. Association between Natural Resources for Outdoor Activities and Physical Inactivity: Results from the Contiguous United States International [Tekst] / Y. Yuan Jiang, Y. Neale, A. Jackson, L. M. McHaffey // International Journal of Environmental Research and Public Health. - 2016. - № 13. - P. 830.

E-mail: marketec@mail.ru

УДК 633.17 (470.45)

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-6

АДАПТАЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО СОРТА ПРОСА ЗОЛУШКА К УСЛОВИЯМ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

ADAPTATION OF PROMISING VARIETIES OF MILLET CINDERELLA TO THE CONDITIONS OF THE VOLGOGRAD REGION

А.В. Зеленов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

А.Н. Неймышева², старший научный сотрудник

П.А. Смутнев², кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий
научный сотрудник

A.V. Zelenev¹, A.N. Neymysheva², P.A. Smutnev²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Нижне-Волжский НИИ сельского хозяйства – филиал ФНИЦ
агроэкологии РАН, Волгоградская область, Городищенский район,
пос. Областной сельскохозяйственной опытной станции

¹Volgograd State Agrarian University

²Lower Volga research institute of agriculture – a branch FNTS agroecology Russian Academy
of Sciences, Volgograd region, Gorodishche district, pos. Regional Agricultural Experimental Station

Важнейшей задачей селекции является сочетание в новом сорте всех признаков: устойчивости к неблагоприятным условиям внешней среды, урожайности и качества. Именно такими признаками обладает новый сорт проса Золушка, выведенный в Нижне-Волжском НИИСХ. Почва опытного участка каштановая, тяжелого гранулометрического состава, содержание гумуса 1,9-2,1 %, реакция почвенного раствора pH 6,5-7,5, мощность пахотного слоя 0,25-0,27 м. Сорт относится к разновидности ауреум (aureum). Зерно кремовое, крупное, шаровидное. Метелка сжатая, плотная, слабопонижающая, длиной 0,19-0,23 м. Куст прямостоячий, стебель толстый, прочный, листья средней длины, широкие. Высота 0,68-1,01 м, устойчив к полеганию, осыпанию, засухе. Масса 1000 зерен 7,9-8,4 г. Сорт среднеспелый, созревает за 85-92 дня. Технологические качества высокие. Пшено ярко-желтого цвета, выход его составляет 77-78,9 %, стекловидность 94 %. Слабо поражается меланозом (0,4-0,8 %). Содержание белка в зерне 12,8 %. Сорт защищен генами устойчивости к головне Sp1 и Sp2. Сорт урожайный. За годы испытания в конкурсном сортоиспытании 2016-2018 гг. показал урожайность в среднем 1,59 т/га, что превысило стандарт Саратовское желтое на 0,3 т/га или 23,3 %. В демонстрационном посеве средняя урожайность сорта Золушка была выше стандарта

на 0,34 т/га или 23,9 %. В коллекционном питомнике также самая высокая прибавка по урожайности была у сорта Золушка – 0,34 т/га или 26,7 %. Адаптация нового и перспективного сорта проса Золушка к условиям Волгоградской области будет продолжена, изучена сортовая технология возделывания этой культуры. Полученные результаты показывают перспективность возделывания сорта проса Золушка в нашей зоне. Он является наиболее адаптированным к местным условиям внешней среды. Организация семеноводства проса позволит обеспечить импортозамещение, наполнить рынок семенами отечественных сортов.

The most important task of selection is the combination of all the features in the new variety: resistance to adverse environmental conditions, yield and quality. Such signs has a new variety of millet Cinderella, bred in the lower Volga research Institute of agriculture. The soil of the experimental site is chestnut, heavy granulometric composition, humus content 1,9-2,1 %, the reaction of the soil solution pH 6,5-7,5, the power of the arable layer 0,25-0,27 m. Cultivar refers to a variety aureum (aureum). Grain cream-colored, large, globular. Panicle compressed, dense, slightly penetrating, length 0,19-0,23 m. The Bush is erect, the stem is thick, durable sheets of medium length, broad. Height 0,68-1,01 m, resistant to lodging, shedding, drought. Weight of 1000 grains 7,9-8,4 g. The variety is middle-ripening for 85-92 days. Technological qualities are high. Millet is bright yellow, its yield is 77-78,9 %, vitreous 94 %. Weakly affected by melanosis (0,4-0,8 %). The protein content in the grain is 12,8 %. The variety is protected by genes of resistance to smut Sp1 and Sp2. Variety of yield. Over the years, tested in competitive variety trial 2016-2018 showed an average yield of 1,59 t/ha, which exceeded the standard Saratov yellow 0,3 t/ha, or 23,3 %. In the demonstration sowing, the average yield of the Cinderella variety was higher than the standard by 0,34 t/ha or 23,9 %. In the collection nursery also the highest increase in yield was in the variety Cinderella – 0,34 t/ha or 26,7 %. Adaptation of a new and promising variety of millet Cinderella to the conditions of the Volgograd region will be continued, the varietal technology of cultivation of this culture will be studied. The results show the prospects of cultivation of millet varieties Cinderella in our area. It is the most adapted to local environmental conditions. The organization of millet seed production will provide import substitution, filling the market with seeds of domestic varieties.

Ключевые слова: селекция, просо, сорт, гибридизация, урожайность, конкурсное сортоиспытание, коллекция ВИР, демонстрационный опыт, погодные условия, Волгоградская область.

Key words: selection, millet, variety, hybridization, productivity, competitive strain testing, collection of All-Russian Institute of Plant Industry, demo experience, weather conditions, Volgograd region.

Введение. Крайне засушливые климатические условия Волгоградской области в огромной степени влияют на земледелие региона, и как следствие, на состав полевых культур в зерновых севооборотах. В связи с этим очень важно эффективно использовать адаптивный потенциал такой крупяной культуры, как просо [1].

Волгоградская область является традиционным производителем зерна проса в Российской Федерации. Каждый год посевами этой культуры занимается от 50 до 120 тыс. гектаров пашни. В связи с этим возникает острая необходимость создания большого количества экологически адресных сортов с высоким уровнем хозяйственно-полезных признаков [3, 7].

Просо – ценная сельскохозяйственная крупяная культура. Как правило, оно выращивается для производства пшена, которое используется для приготовления различных блюд. Благодаря повышенному содержанию каротиноидов (провитамин А) и гормонов из группы токоферолов включено в состав детских питательных смесей, а также входит в рацион кормления молодняка сельскохозяйственных животных. Зерно этой культуры интенсивно используется для кормления птицы, а нетоварная часть – соло-

ма – приравняется к сену среднего качества. В засушливые и острозасушливые годы просо используется как страховая культура для посева погибших озимых и даже ранних яровых культур [2, 6, 11].

Насущной проблемой сельскохозяйственной науки и производства является увеличение продуктивности, качества, устойчивости к стрессовым явлениям всех полевых культур, и в частности проса. Несмотря на это, урожайность данной культуры сохраняется низкой и в последние годы колеблется от 0,2 до 1,3 т/га. Причинами этого являются низкий уровень земледелия и несоблюдение основных элементов технологии при возделывании проса. В связи с этим нужно повышать эффективность использования возможностей новых, более адаптированных к местным условиям сортов, качественно улучшать организацию семеноводства, совершенствовать сортовые и зональные технологии [5, 12].

Исследованиями установлено, что мощные облиственные растения позднеспелых сортов проса требуют особых условий для реализации в полном объеме высокой потенциальной продуктивности. В зоне недостаточного увлажнения такие условия складываются очень редко. Недостаток влаги в засушливые годы, равно как и недобор суммы температур в определенные периоды развития растений в оптимальные по влажности годы приводят к значительному снижению «налива метелки». Самые стабильные показатели «налива метелки» в засушливые годы и наивысшую отзывчивость на увлажнение имеют раннеспелые сорта, предназначенные для возделывания в регионах юга России [8, 9]. В селекционной работе опытных учреждений Поволжья и в Госсортсети определено направление на создание позднеспелых сортов с кремовой окраской зерна [1].

Материалы и методы. Целью работы являлось создание нового сорта проса, адаптированного к местным условиям, с высокой потенциальной урожайностью, высоким качеством зерна и крупы, обладающего полигенной устойчивостью к головне.

Задача – провести полевую и лабораторную оценку нового сорта, выявить ценные хозяйственно-полезные признаки и определить оптимальную норму посева.

Селекционные исследования проводились на опытном участке Камышинского отдела селекции и сортовых технологий Нижне-Волжского НИИСХ согласно методике Госсортоиспытания. Объектом изучения является сорт проса Золушка.

Почва опытного участка каштановая, тяжелого гранулометрического состава, содержание гумуса 1,9-2,1 %, реакция почвенного раствора pH 6,5-7,5, мощность пахотного слоя 0,25-0,27 м. Влагообеспеченность опытного участка была различной по годам. ГТК – 0,67 в 2016 г., 0,68 – в 2017 г. и 0,55 – в 2018 г.

В качестве родительских форм использовался сорт местной селекции Камышинское 98, разновидность ауреум (aureum), адаптированный к местным условиям внешней среды, с высокой потенциальной урожайностью (максимально реализованная урожайность на каштановых почвах – 4,2 т/га), с хорошим качеством зерна и крупы, устойчивый к Sp1 расе головни и сорт НИИСХ Юго-Востока Саратовское 10, разновидность сангвинеум (sanguineum), устойчивый к наиболее агрессивной расе Sp2 возбудителя головни. Этот сорт также обладает высокой урожайностью. Максимум продуктивности получен в Саратовской области [10].

Сорт проса Золушка получен методом гибридизации с последующим индивидуальным отбором из гибридной комбинации выше названных сортов. Разновидность ауреум (aureum). Зерно кремовое, крупное, шаровидное. Метелка сжатая, плотная, слабопонижающаяся, длиной 0,19-0,23 м. Куст прямостоячий, стебель толстый, прочный, листья средней длины, широкие. Высота 0,68-1,01 м, устойчив к полеганию, осыпанию, засухе. Масса 1000 зерен 7,9-8,4 г. Сорт среднеспелый, созре-

вает за 85-92 дня. Технологические качества высокие. Пшено ярко-желтого цвета, выход его составляет 77-78,9 %, стекловидность – 94 %. Слабо поражается меланозом (0,4-0,8 %). Содержание белка в зерне 12,8 %. Сорт защищен генами устойчивости к головне *Sr1* и *Sr2*. Сорт урожайный. За годы испытания в конкурсном сортоиспытании 2016-2018 гг. показал урожайность в среднем 1,59 т/га, что превысило стандарт Саратовское желтое на 0,3 т/га.

Подготовка почвы к посеву проводилась по общепринятой технологии для данной зоны. Основная обработка почвы включает двукратное лушение стерни и глубокое рыхление на глубину 0,2-0,22 м, весной проводится покровное боронование в два следа и предпосевная культивация. Посев проводился сеялкой СКС-6-10, срок посева – вторая половина мая, нормой высева 3 млн шт. всхожих семян на 1 га.

Конкурсное испытание высевалось согласно методике госкомиссии сплошным рядовым способом, площадь делянки 24 м². Повторность четырехкратная. За период вегетации проводились фенологические наблюдения: отмечались фазы – всходы, выметывание, созревание. Стандартом служил сорт Саратовское желтое из НИИСХ Юго-Востока.

Демонстрационный посев высевался сплошным рядовым способом нормой высева 3 млн шт. всхожих семян на 1 га. Площадь делянки 9 м². Включал такие сорта, как Саратовское желтое и Золотистое из НИИСХ Юго-Востока; Золотая Орда (НПО «Сорго» г. Саратов); Казачье (ВНИИЗБК, Орловская область), Камышинское 98 и Золушка (Ниже-Волжский НИИСХ).

Коллекция ВИР высевалась нормой высева 1,5 млн шт. всхожих семян на 1 га, широкорядным способом. Площадь делянки 2 м². Контролем являлся сорт Саратовское желтое, который высевался через 9 номеров.

Результаты и обсуждение. Влагообеспеченность всходов проса во все годы была низкой и колебалась от 9,8 до 18 мм, вторичная корневая система образовывалась поздно – во второй декаде июля, после выпадения эффективных осадков от 53,3 до 120,7 мм, что впоследствии способствовало усиленному росту и развитию растений.

Погодные условия в годы исследований были различными (таблица 1).

Из данных таблицы 1 видно, что самое высокое количество осадков за период вегетации проса отмечается в 2016 г. – 191,5 мм, что выше среднегодовых данных на 33,8 %. Также выше этот показатель по сравнению со среднегодовым количеством осадков в 2017 г. на 24 %. И только в 2018 г. количество осадков, выпавших за период вегетации проса, ниже их среднегодового количества на 6,9 %.

Таблица 1 – Характеристика погодных условий за период вегетации проса

№ п/п	Показатель	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	Количество осадков, мм	191,5	177,4	133,9
2	Среднегодовое количество осадков, мм	143,1		
3	Среднемесячная температура, t °С	23,1	21,1	22,7
4	Среднегодовая температура, t °С	19,9		
5	Сумма активных температур, t °С	2838	2592,6	2794,1
6	ГТК	0,67	0,68	0,55

Среднемесячная температура воздуха за период вегетации проса за все годы исследований была выше среднегодовых значений в 2016 г. на 16 %, в 2017 г. – 6 % и 2018 г. на 14 %.

Самая высокая сумма активных температур за период вегетации проса обеспечивается в 2016 г. – 2838 °С, самая низкая в 2017 г. – 2592,6 °С. В 2018 г. этот показатель составил 2794,1 °С.

Наибольший гидротермический коэффициент (ГТК) за период вегетации проса обеспечивался в 2016 и 2017 годах соответственно 0,67 и 0,68, что характеризует зону проведения исследований как засушливую. В 2018 г. этот показатель соответствует 0,55, что говорит об очень засушливом климате.

По данным многолетних исследований установлено, что все-таки за последние годы урожайность проса остается на низком уровне – 0,8-1,3 т/га, что в 2-3 раза ниже потенциальной продуктивности новых сортов, и связано это с крайне неудовлетворительным уровнем агротехники [4].

Сравнительная характеристика сорта проса Золушка с другими сортами по урожайности представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Урожайность конкурсного сортоиспытания, коллекции ВИР и демонстрационного опыта, т/га

№ п/п	Сорта	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
Конкурсное сортоиспытание					
1	Саратовское желтое (St)	0,79	1,02	2,05	1,29
2	Золушка	1,07	1,49	2,2	1,59
3	Камышинское 98	0,71	1,08	2,22	1,34
Демонстрационный посев					
1	Саратовское желтое (St)	0,52	2	1,74	1,42
2	Золотистое	0,5	1,48	1,12	1,03
3	Казачье	0,51	1,6	1,5	1,2
4	Золотая Орда	0,51	1,93	1,56	1,33
5	Золушка	0,7	2,16	2,41	1,76
6	Камышинское 98	0,62	1,94	1,93	1,5
Коллекция					
1	Саратовское желтое (St)	0,79	1,22	1,89	1,27
2	К 10296 (Веселоподолянское 16)	0,94	1,2	2,1	1,41
3	К 9980 (М-81-67-03)	0,98	1,75	2	1,57
4	К 9915 (М-82-73-58)	0,94	1,5	1,85	1,43
5	Золушка	1,02	1,74	2,08	1,61
НСР ₀₅		0,05	0,09	0,04	-

Анализ результатов проведенных опытов (таблица 2) дает возможность сделать вывод о том, что урожайность во всех трех питомниках колебалась по годам. В конкурсном сортоиспытании она сформировалась самая высокая в 2018 г. и составила в контрольном варианте у сорта Саратовское желтое 2,05 т/га, а у сортов Золушка и Камышинское 98 соответственно 2,2 и 2,22 т/га, несмотря на то что количество осадков в этом году выпало меньше среднего многолетнего значения, а сумма активных температур была достаточно высокой. Самым низким по урожайности проса был 2016 г., где она колебалась от 0,71 до 1,07 т/га. В среднем за три года исследований урожайность сорта Золушка была самой высокой и превышала контроль на 0,3 т/га или 23,3 %.

В демонстрационном посеве средняя урожайность сорта Золушка выше, чем в конкурсном сортоиспытании на 0,17 т/га или 10,7 %. Также его урожайность выше стандарта Саратовское желтое на 0,34 т/га или 23,9 %. Выше контрольного варианта была урожайность у сорта Камышинское 98 на 0,08 т/га или 5,6 %. Остальные сорта проса уступали стандарту по этому показателю.

В коллекционном питомнике все сорта проса превосходят по урожайности стандарт Саратовское желтое. Самая высокая прибавка была у сорта Золушка – 0,34 т/га или 26,7 %, у остальных сортов – 11-23,6 %.

Заключение. Адаптация нового и перспективного сорта проса Золушка к условиям Волгоградской области будет продолжена, изучена сортовая технология возделывания этой культуры. В результате трехлетних испытаний получены результаты, показывающие перспективность возделывания сорта проса Золушка в нашей зоне. Он является лидирующим по урожайности в сравнении с сортами конкурсного сортоиспытания, демонстрационного посева и образцов коллекции ВИР. Наиболее адаптирован к местным условиям внешней среды. В связи с этим необходимо повышать эффективность использования возможностей новых, более адаптированных сортов, улучшать организацию семеноводства, совершенствовать сортовые технологии. Организация семеноводства проса позволит обеспечить импортозамещение, наполнить рынок семенами отечественных сортов.

Библиографический список

1. Жученко, А.А. Актуальность экологической генетики культурных растений [Текст] / А.А. Жученко // Вестник аграрной науки. – 2017. – №5(68). – С. 26-30.
2. Зеленов, А.В. Достижения селекции проса в сухостепной зоне Нижнего Поволжья [Текст] / А.В. Зеленов, А.Н. Неймышева, П.А. Смутнев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №2. – С. 79-85.
3. Зеленов, А.В. Сорта проса в сухостепной зоне каштановых почв Нижнего Поволжья [Текст] / А.В. Зеленов, А.Н. Неймышева, П.А. Смутнев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №3. – С. 24-29.
4. Зотиков, В.И. Производство зернобобовых и крупяных культур в России: состояние, проблемы, перспективы [Текст] / В.И. Зотиков, Т.С. Наумкина, В.С. Сидоренко // Земледелие. – 2015. – №4. – С. 3-5.
5. Котляр, А.Н. Сорт проса Казачье как результат селекции на адаптивность [Текст] / А.Н. Котляр, В.С. Сидоренко // Земледелие. – 2015. – №4. – С. 46-47.
6. Неймышева, А.Н. Питательная и кормовая ценность проса и продуктов его переработки [Текст] / А.Н. Неймышева // Научно-агрономический журнал. – 2015. – №2. – С. 33-35.
7. Неймышева, А.Н. Селекция проса в Нижнем Поволжье [Текст] / А.Н. Неймышева // Научно-агрономический журнал. – 2015. – №2. – С. 35-38.
8. Сокурова, Л.Х. Просо промежуточная культура [Текст] / Л.Х. Сокурова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – №3. – С. 47.
9. Сокурова, Л.Х. Селекция проса посевного на скороспелость [Текст] / Л.Х. Сокурова // Аграрный вестник Урала. – 2014. – №10. – С. 34-36.
10. Харитонов, М.В. Сорта и гибриды сельскохозяйственных культур, включенных в государственный реестр и рекомендованные к использованию в производстве по Волгоградской области в 2016 году [Текст] / М.В. Харитонов, И.В. Чекина. – Волгоград: Принт, 2016. – 42с.
11. Kumar, A. Millets: a solution to agrarian and nutritional challenges [Text] / A. Kumar, A. Kaur, V. Tomer, V. Kumar, K. Gupta // Agriculture and Food Security. – 2018. – Т. 7. – №1. – Р. 31.
12. Shukis, E.R. Seed size selection of common millet at the early breeding state [Text] / E.R. Shukis, S.K. Shukis // Fodder Production. – 2018. – №5. – Р. 27-33.

Reference

1. Zhuchenko, A. A. Aktual'nost' jekologicheskoy genetiki kul'turnyh rastenij [Tekst] / A. A. Zhuchenko // Vestnik agrarnoj nauki. - 2017. - №5(68). - P. 26-30.
2. Zelenev, A. V. Dostizheniya selekcii prosa v suhostepnoj zone Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / A. V. Zelenev, A. N. Nejmysheva, P. A. Smutnev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - №2. - P. 79-85.
3. Zelenev, A. V. Sorta prosa v suhostepnoj zone kashtanovyh pochv Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / A. V. Zelenev, A. N. Nejmysheva, P. A. Smutnev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №3. - P. 24-29.

4. Zotikov, V. I. Proizvodstvo zernobobovyh i krupyanyh kul'tur v Rossii: sostoyanie, problemy, perspektivy [Tekst] / V. I. Zotikov, T. S. Naumkina, V. S. Sidorenko // Zemledelie. - 2015. - №4. - P. 3-5.
5. Kotlyar, A. N. Sort prosa Kazach'e kak rezul'tat selekcii na adaptivnost' [Tekst] / A. N. Kotlyar, V. S. Sidorenko // Zemledelie. - 2015. - №4. - P. 46-47.
6. Nejmysheva, A. N. Pitatel'naya i kormovaya cennost' prosa i produktov ego pererabotki [Tekst] / A. N. Nejmysheva // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. - 2015. - №2. - P. 33-35.
7. Nejmysheva, A. N. Selekcija prosa v Nizhnem Povolzh'e [Tekst] / A. N. Nejmysheva // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. - 2015. - №2. - P. 35-38.
8. Sokurova, L. H. Proso promezhutochnaya kul'tura [Tekst] / L. H. Sokurova // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. - 2012. - №3. - P. 47.
9. Sokurova, L. H. Selekcija prosa posevnogo na skorospelost' [Tekst] / L. H. Sokurova // Agrarnyj vestnik Urala. - 2014. - №10. - P. 34-36.
10. Haritonov, M. V. Sorta i gibrity sel'skohozyajstvennyh kul'tur, vkluchennyh v gosudarstvennyj reestr i rekomendovannye k ispol'zovaniyu v proizvodstve po Volgogradskoj oblasti v 2016 godu [Tekst] / M. V. Haritonov, I. V. Chekina. - Volgograd: Print, 2016. - 42 p.
11. Kumar, A. Millets: a solution to agrarian and nutritional challenges [Text] / A. Kumar, A. Kaur, V. Tomer, V. Kumar, K. Gupta // Agriculture and Food Security. - 2018. - T. 7. - №1. - P. 31.
12. Shukis, E.R. Seed size selection of common millet at the early breeding state [Tekst] / E.R. Shukis, S.K. Shukis // Fodder Production. - 2018. - №5. - P. 27-33.

E-mail: zelenev.a@bk.ru

УДК 631.587:551.5(470.45)

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-7

ХАРАКТЕР И НАПРАВЛЕННОСТЬ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ NATURE AND DIRECTION OF CHANGES OF CLIMATIC PARAMETERS OF THE VOLGOGRAD REGION

В.В. Мелихов, доктор сельскохозяйственных наук,
член-корреспондент РАН, директор

А.А. Зибаров, кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующий отдела орошаемого земледелия и агроэкологии

Н.П. Мелихова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

А.В. Романова, научный сотрудник

V.V. Melikhov, A.A. Zibarov, N.P. Melikhova, A.V. Romanova

ФГБНУ Всероссийский НИИ орошаемого земледелия, Волгоград

Federal State Budget Scientific Institution

«All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture», Volgograd

Представлены результаты научных исследований, проведенных в системе локального эколого-мелиоративного мониторинга по изучению факторов среды в составе орошаемого агроландшафта. Исследования в агрометеорологическом блоке мониторинга направлены на разработку технологий информационного обеспечения и формирование базы данных для проектирования адаптивно-ландшафтных систем орошаемого земледелия в условиях моделирования изменяющихся условий антропогенного воздействия и климата. Проведенный анализ многолетних агрометеорологических условий показывает, что с середины XX века по настоящее время в районе Волго-Донского междуречья годовое количество осадков увеличилось на 36 мм, а среднегодовая температура возросла на +0,4 °С. В период 2013-2017 гг. в Волгоградской области наблюдался рост среднегодовой температуры воздуха. Отклонение её от средних многолетних находилось в пределах +1,1...+3,3 °С, причем это отклонение с каждым годом увеличивалось. Поэтому есть все основания предположить, что в последние 5 лет на территории Волгоградской области наметилась тенденция к потеплению климата. Природная среда Волго-Донского меж-

дуречья сформирована на базе природного геобиоценоза, но под существенным воздействием современного культурного агробиоценоза. Взяты вместе они и образуют агроландшафт, или новую природно-антропогенную систему более высокого ранга, которая и выступает как объект рационального использования.

The article presents the results of scientific research conducted in the system of local ecological-meliorative monitoring for the study of environmental factors in the composition of the irrigated agricultural landscape. Research in the agrometeorological monitoring unit is aimed at developing information support technologies and forming a database for the design of adaptive-landscape irrigated agriculture systems in terms of modeling the changing conditions of human impact and climate. The analysis of perennial agromeliorative conditions shows that from the middle of the 20th century to the present, in the Volga-Don interfluvium, the annual precipitation increased by 36 mm, and the average annual temperature increased by +0,4 °C. In the period 2013-2017 in the Volgograd region, an increase in average annual air temperature was observed. Its deviation from perennial averages was within + 1,1 ... + 3,3 ° C, and this deviation increased every year. Therefore, there is every reason to assume that in the last 5 years a tendency towards climate warming has been observed in the Volgograd Region. The natural environment of the Volga-Don interfluvium is formed on the basis of natural hebiocinosis, but under the significant influence of modern cultural agrobiocenosis. Taken together, they form an agrolandscape or a new natural-anthropogenic system of higher rank, which acts as an object of rational use.

Ключевые слова: мониторинг орошаемых агроландшафтов, орошаемые агроландшафты, агрометеорологический блок, изменяющиеся условия климата, температура воздуха, осадки.

Key words: monitoring of irrigated agricultural landscapes, irrigated agricultural landscape, agrometeorological block, changing climate conditions, air temperature, precipitation.

Введение. Мониторинг состояния факторов среды, определяющих жизнеспособность и экологическую чистоту растений, проводится с 2006 года на орошаемых землях ФГБНУ ВНИИОЗ в зоне хозяйственной деятельности его экспериментальной базы ФГУП «Орошаемое» города-героя Волгограда, которые расположены на западном склоне Приволжской возвышенности в 18...20 километрах к западу от областного центра.

Согласно оценкам Росгидромета, на территории России потепление климата происходит примерно в 2,5 раза интенсивнее, чем в среднем по земному шару: в период 1976–2016 гг. оно составило 0,45 °C за 10 лет. Значительные изменения коснулись и осадков. В целом по территории России в период 1976–2016 гг. годовые осадки возросли на 2,1 % за 10 лет [4]. При этом предполагается и возрастание уровня засухливости климата на Европейской территории нашей страны, а сухие степи и полупустыни станут настоящими пустынями. Всё это может вызвать значительное (до 20 %) снижение продуктивности сельскохозяйственных культур.

Падение урожайности зерновых культур в степных районах при потеплении с усилением засухливости (аридное потепление) составит до 20-40 % [1, 2, 3].

По мнению учёных [9], повторяемость экстремальных климатических явлений, таких как засухи, приведет в основных зернопроизводящих районах юга России к возрастанию недородов вдвое к 2020 году и втрое к 2070 году.

Существует много причин глобального изменения климата начиная от естественных процессов изменения климата Земли до влияния хозяйственной деятельности человечества.

Природная среда Волго-Донского междуречья сформирована на базе исторически сложившейся естественной экологической системы, но под значительным воздействием современной искусственной агробиологической системы. В первом случае это природные геобиоценозы, во втором – культурные агробиоценозы. Взяты вместе они и

образуют агроландшафт, или новую природно-антропогенную систему более высокого ранга, которая выступает как объект рационального использования. Каждый ландшафт обладает своим потенциалом, способностью предоставлять обществу определённое количество возможностей и предпосылок для использования его ресурсов.

Материалы и методы. Исследования по анализу влияния абиотических и антропогенных факторов на состояние плодородия орошаемых земель проводятся по основным показателям, сгруппированным в блоках: агрометеорологическом, экологическом, водном, почвенном и растительном [6, 7, 10].

В лаборатории эколого-мелиоративного мониторинга и формирования агроландшафтов ФГБНУ ВНИИОЗ проведён анализ изменения количества осадков и температуры воздуха для условий Волгоградской области за последние 65 лет. Анализ многолетних агрометеорологических условий показывает, что в районе Волго-Донского междуречья годовое количество осадков увеличилось на 36 мм, среднегодовая температура возросла на +0,4 °C [8, 5, 11].

Результаты и обсуждение. Волгоградская область расположена на юго-востоке Русской равнины, вдали от океанов и морей. Холодная, малоснежная зима и продолжительное жаркое, сухое лето характеризуют континентальный климат области.

Территория Волгоградской области весьма обширна, поэтому климат не одинаков, наблюдаются заметные его изменения с северо-запада на юго-восток: в этом направлении убывают осадки, возрастает испаряемость и засушливость.

Особенностью континентального климата являются большие колебания температур: среднегодовые в пределах 30...32 °C, но строгой пространственной закономерности не отмечается.

В период 2013-2017 гг. в Волгоградской области наблюдался рост среднегодовой температуры воздуха. Отклонение ее от средней многолетней находилось в пределах +1,1...+3,3 °C, причем это отклонение с каждым годом увеличивалось (таблица 1). Таким образом, есть основания предположить, что в последние 5 лет на территории Волгоградской области наметилась тенденция к потеплению климата.

Таблица 1 – Средняя годовая температура воздуха и ее отклонение от средней многолетней (°C)

Зона, метеостанция	Норма, [8]	2013		2014		2015		2016		2017	
1. Северо-Западный степной и Центральный степной (Новоаннинский)	6,3	7,8	1,5	7,9	1,2	8,8	2,5	8,5	2,2	8,4	2,1
2. Центральный сухостепной и Юго-западный сухостепной (Фролово)	6,6	8,1	1,5	8,0	1,4	9,1	2,5	8,7	2,1	8,7	2,1
3. Южный сухостепной (Котельниково)	8,5	9,8	1,3	9,9	1,4	10,9	2,4	10,3	1,8	10,6	2,1
4. Заволжский сухостепной (Палласовка)	5,8	7,6	1,8	7,6	1,8	9,1	3,3	8,7	2,9	8,7	2,9
5. Прикаспийский полупустынный (Эльтон)	7,5	9,0	1,5	8,9	1,4	10,3	2,8	9,7	2,2	9,7	2,2
6. Город и его окрестности (Волгоград, СХИ)	8,0	10,2	2,2	9,1	1,1	10,2	2,2	9,7	1,7	10,3	2,3

Самый холодный месяц – январь, реже февраль и декабрь. Самый теплый месяц – июль. На территории Волгоградской области в период 2013-2017 гг. январские температуры воздуха превышали средние многолетние на +2...+4 °C. Это связано с преобладанием зонального процесса, когда на всю Волгоградскую область распространяется теплый и влажный воздух с Атлантического океана.

Самая низкая температура воздуха за последние 5 лет наблюдалась в пределах -30,4...-36,4 °С в январе – феврале 2014 года и охватывала территорию Северо-западного степного и Центрального степного районов (1), Центрального сухостепного и Юго-западного сухостепного районов (2), а также Прикаспийский полупустынный район (5). В Волгограде минимум температуры наблюдался в январе 2014 года. Холодные зимы обычно связаны с влиянием Сибирского антициклона. Однако аномальные температуры воздуха зимой 2014 года обусловлены вторжением арктических холодных воздушных масс в тылу циклонов, перемещающихся с севера.

Средняя месячная температура воздуха июля 2013 года в большинстве районов области была ниже средней многолетней, исключение составляет территория Заволжской степной зоны (4) – там средняя месячная температура воздуха в июле была выше нормы на 0,4 °С.

Такое распределение июльских температур связано с тем, что Волгоградская область оказалась под влиянием циклонов, приносящих холодный арктический воздух.

Период 2014-2017 гг. характеризовался положительным отклонением средней месячной температуры июля от нормы.

Абсолютный максимум температуры воздуха отмечался в июне 2015 года в Заволжском степном (4) и Прикаспийском полупустынном районе (5) +41,1...+41,4 °С. Август 2017 года оказался самым жарким месяцем исследуемого периода. На большей части территории Волгоградской области наблюдались максимальные температуры воздуха в пределах +40,3...+41,7 °С. В городе жаркими были июль 2017 года и август 2015 года, когда максимумы температуры воздуха достигали значений +39,0...+39,7 °С соответственно.

Жаркое и сухое лето обусловлено влиянием мощного и устойчивого антициклона, сформированного над центральными районами Азии, гребень которого распространяется по южной половине умеренных широт и достигает территории Волгоградской области.

О степени неустойчивости можно судить и по разности средних годовых температур воздуха между соседними годами (таблица 1).

Таким образом, рост средней годовой температуры в различных зонах Волгоградской области свидетельствует о том, что продолжается потепление. При этом температура самого теплого и самого холодного месяцев на разных станциях изменялась по-разному, но годовая амплитуда температуры на всех станциях увеличивалась.

В период 2013-2017 гг. на территории Волгоградской области при сохранении больших среднемесячных январских аномалий положительные июльские аномалии уменьшились, т. е. выросла годовая амплитуда температуры.

С антициклонической циркуляцией летом связано установление жаркой сухой погоды, возникновение засух, лесных пожаров.

Как отмечено во многих публикациях, режим и степень увлажнения территории зависят от особенностей циркуляции атмосферы и количественно выражаются числом дней с различными элементарными циркуляционными механизмами (ЭЦМ по типизации Б.Л. Дзердзеевского) [11].

Из расчета разности средних годовых температур воздуха между соседними годами следует, что одинаковые температуры два года подряд (нулевые разности) встречаются только в 2013-2014 гг. и 2016-2017 гг. в Заволжском сухостепном районе (4), в Центральном сухостепном и Юго-западном сухостепном (2) и Прикаспийском полупустынном (5) в 2016-2017 гг. Таким образом, следует отметить, что эти периоды были самыми устойчивыми в отношении изменения температуры от года к году.

Следующий период (2014-2015 гг.) – это период увеличения неустойчивости температурного режима области: наблюдаются самые большие разности по всем зонам области от 0,9 до 1,5 °С.

При обилии тепла и света большое значение для сельского хозяйства имеют атмосферные осадки. Волгоградская область находится в зоне недостаточного увлажнения: на северо-западе области годовое количество атмосферных осадков в среднем 400-500 мм, в Заволжье – 300-350 мм за год.

Характерно, что, наряду с колебаниями температуры воздуха, отмечаются и резкие колебания атмосферных осадков.

В исследуемый период 2013-2017 гг. количество осадков в основном было около нормы. Исключение составляют 2014-2015 гг., когда в Южном степном (3), Заволжском сухостепном (4) и Прикаспийском полупустынным (5) районе наблюдался дефицит атмосферных осадков – выпало осадков всего 67...75 % от нормы (таблица 2). Две трети осадков приходится на теплый период (с апреля по октябрь). Несмотря на то что в отдельные летние дни выпадает значительное количество осадков, лето нередко бывает засушливым. Это связано с тем, что испаряемость в это время очень высока.

Таблица 2 – Годовая сумма осадков (мм) и % от нормы

Зона, метеостанция	Норма [8]	2013		2014		2015		2016		2017	
1.Северо-Западный степной и Центральный степной (Новоаннинский)	478	460	96	443	93	416	87	607	127	478	112
2.Центральный сухостепной и Юго-западный сухостепной (Фролово)	432	456	106	402	93	381	88	590	137	506	117
3.Южный сухостепной (Котельниково)	422	407	96	363	86	316	75	406	96	343	81
4.Заволжский сухостепной (Палласовка)	330	475	144	236	72	391	118	313	95	285	86
5.Прикаспийский полупустынный (Эльтон)	317	374	118	211	67	207	65	329	109	258	81
6.Город и его окрестности (Волгоград.СХИ)	386	533	138	319	83	311	81	458	119	287	74

Таблица 3 – Суммы осадков (мм) в теплый период (апрель–октябрь), максимальное количество осадков (мм) за 12 часов, количество дней с осадками

Зона, метеостанция	Норма [8]	2013			2014			2015			2016			2017		
		мм	мм	дн	мм	мм	дн	мм	мм	дн	мм	мм	дн	мм	мм	дн
1. Северо-Западный степной и Центральный степной (Новоаннинский)	301	346	31	66	233	27	54	271	23	51	378	25	73	375	22	72
2. Центральный сухостепной и Юго-западный сухостепной (Фролово)	270	323	25	63	183	15	49	229	27	53	395	30	76	340	28	69
3. Южный сухостепной (Котельниково)	261	209	17	67	133	99	49	186	27	52	261	30	60	223	18	52
4. Заволжский сухостепной (Палласовка)	221	318	25	70	106	14	35	262	42	48	155	14	62	177	24	56
5. Прикаспийский полупустынный (Эльтон)	190	271	17	67	118	32	32	125	13	42	211	40	59	176	27	47
6. Город и его окрестности (Волгоград, СХИ)	212	343	49	59	120	20	38	158	13	45	261	25	63	173	15	47

Засушливость года определяется недостатком осадков в мае и июне. Засушливый май не приводит к засухе, если дожди пройдут в начале июня и будут выпадать время от времени на протяжении месяца (рисунки 1, 2). Таким образом, из вышесказанного следует, что климат исследуемого района формируется под воздействием цир-

куляционных процессов южной зоны умеренных широт. Для территории Волгоградской области характерны вторжения холодных масс как из Арктики, так и из Казахстана. Часто они сменяются массами воздуха, поступающего с Атлантики, а также выносами тропического воздуха со Средиземноморского моря и Ирана.

Иначе говоря, современное потепление совпадает с увеличением продолжительности зональной циркуляции, с ростом повторяемости южных циклонов и сопровождающих их мощных арктических вторжений.

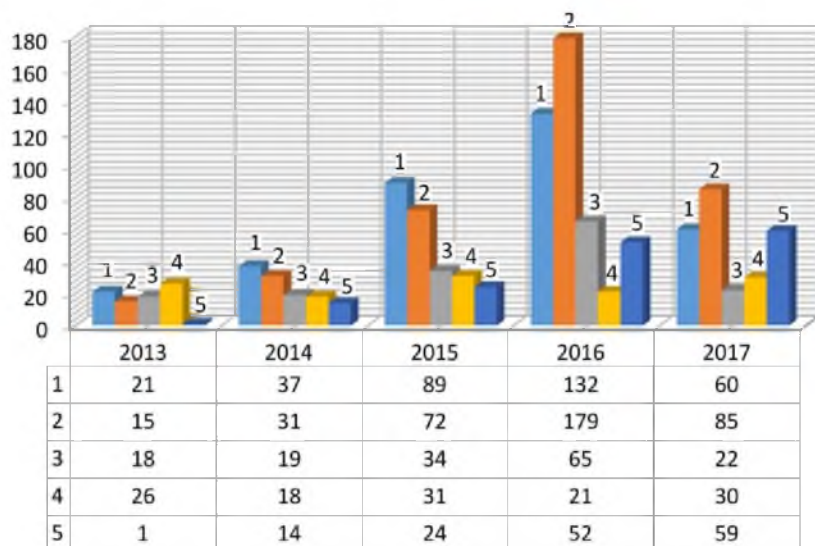


Рисунок 1 – Количество осадков в мае по районам Волгоградской области за 2013-2017 года

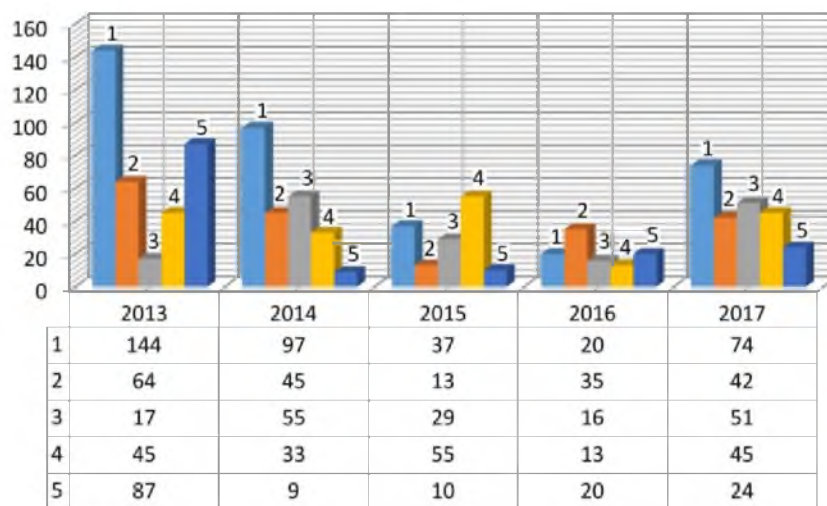


Рисунок 2 – Количество осадков в июне по районам Волгоградской области за 2013-2017года

Заключение. Влагооборот является важным климатообразующим фактором, с которым связан режим таких элементов климата, как осадки, испарение, облачность, туманы, влажность, а также континентальность климата.

Огромное влияние на жизнедеятельность растений оказывают тепловые условия местности. Достаточное количество тепла дает возможность возделывать большое разнообразие культурных растений, более урожайных, а также получать два и даже три урожая в год. Недостаточное же количество тепла ограничивает эту возможность.

Важнейший для жизни растений фактор – температура воздуха – определяет все основные жизненные процессы, совершающиеся в организме растений: ассимиляцию, дыхание, рост. Она также в сильной степени влияет на продолжительность вегетации растений.

Важнейшим условием для нормального роста и развития растений является также наличие достаточного количества влаги в почве. Влажность почвы зависит главным образом от количества и характера выпадающих осадков, распределения их в течение года, а также от интенсивности осадков.

О степени увлажнения региона можно судить по величине гидротермического коэффициента Селянинова, среднее значение которого в пределах Волгоградской области изменяется от 0.6 в степных северо-западных и северных районах до 0.4 в сухостепных и полупустынных районах Заволжья и крайнего юго-востока территории. В отдельные годы величина ГТК существенно изменяется в мае – июне, что очень важно для формирования урожая сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Глобальные проявления изменений климата в агропромышленной сфере [Текст]/ под редакцией А. Л. Иванова. – М., 2004. – 331 с.
2. Даниленко, Ю.П. Повышение урожайности и оптимизация теплового режима [Текст]/Ю.П. Даниленко, А.А. Зибаров // Земледелие. – 2007. – №2 – С. 17.
3. Иванов, А.Л. Проблемы глобального проявления техногенеза и изменений климата в агропромышленной сфере [Текст] /А.Л. Иванов // Тезисы докладов Всемирной конференции по изменению климата. – М., 2003. – С. 78-79.
4. Катцов, В.М. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации [Текст] /В.М. Катцов. – Санкт-Петербург, 2017. – 106 с.
5. Климат Волгограда [Текст]: справочник специалиста/ под ред. доктора географ. наук Ц.А. Швер; канд. геогр. наук В.Н. Карпенко. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 215 с.
6. Кононова, Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому [Текст]/ Н.К. Кононова; отв. ред. А.Б. Шмакин; Российская акад. наук, Ин-т географии. – М.: Воентехиниздат, 2009. – 372 с.
7. Максютлов, Н. А. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала [Текст]/ Н. А.Максютлов. – Оренбург, 2004. – С. 82-83.
8. Научно-прикладной справочник по климату СССР [Текст] Серия 3. Многолетние данные, части 1-6. Выпуск 13 / Подготовлен сотрудниками отдела климата Гидрометцентра Северо-Кавказского территориального управления по гидрометеорологии. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. – 323 с.
9. Новый взгляд на воздействие изменений климата на сельское хозяйство и водные ресурсы России [Текст] / Д. Алькамо, Н. Дронин, М. Эндеев и др. // Тезисы докладов Всемирной конференции по изменению климата. – М., 2003. – С. 80-81.
10. Оценка содержания тяжёлых металлов в почве и растениях агроландшафта на уровне водосборных бассейнов [Текст] / В.В. Мелихов, А.А. Зибаров, Т.И. Панова и др. // Материалы Международной научно-практической конференции / Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2017. – Том 2. – С. 111-118.
11. Характер многолетних изменений в агроклиматических ресурсах сухостепной зоны каштановых почв Нижнего Поволжья [Текст]: методическое пособие / В.М. Кононов, А.А. Зибаров, Е.А. Куракулова. – М.: Изд-во «Современные тетради», 2007. – 12 с.

Reference

1. Global'nye proyavleniya izmenenij klimata v agropromyshlennoj sfere [Tekst]/ pod redakciej A. L. Ivanova. - M., 2004. - 331 p.
2. Danilenko, Yu. P. Povyshenie urozhajnosti i optimizaciya teplovogo rezhima [Tekst]/Yu. P. Danilenko, A. A. Zibarov // Zemledelie. - 2007. - №2 - P. 17.
3. Ivanov, A. L. Problemy global'nogo proyavleniya tehnogeneza i izmenenij klimata v agropromyshlennoj sfere [Tekst] /A. L. Ivanov // Tezisy dokladov Vsemirnoj konferencii po izmeneniyu klimata. - M., 2003. - P. 78-79.

4. Katcov, V. M. Doklad o klimaticheskih riskah na territorii Rossijskoj Federacii [Tekst] /V. M. Katcov. - Sankt-Peterburg, 2017. - 106 p.
5. Klimat Volgograda [Tekst]: spravochnik specialista/ pod red. doktora geograf. nauk C. A. Shver; kand. geogr. nauk V. N. Karpenko. - L.: Gidrometeoizdat, 1989. - 215 p.
6. Kononova, N. K. Klassifikaciya cirkulyacionnyh mehanizmov Severnogo polushariya po B. L. Dzerdzeevskomu [Tekst]/ N. K. Kononova; otv. red. A. B. Shmakin; Rossijskaya akad. nauk, In-t geografii. - M.: Voentehinizdat, 2009. - 372 p.
7. Maksyutov, N. A. Biologicheskoe i resursosberegayushee zemledelie v stepnoj zone Yuzhnogo Urala [Tekst]/ N. A. Maksyutov. - Orenburg, 2004. - S. 82-83.
8. Nauchno-prikladnoj spravochnik po klimatu SSSR [Tekst] Seriya 3. Mnogoletnie dannye, chasti 1-6. Vypusk 13 / Podgotovlen sotrudnikami otдела klimata Gidrometcentra Severo-Kavkazskogo territorial'nogo upravleniya po gidrometeorologii. - Leningrad: Gidrometeoizdat, 1990. - 323 p.
9. Novyj vzglyad na vozdejstvie izmenenij klimata na sel'skoe hozyajstvo i vodnye resursy Rossii [Tekst] / D. Al'kamo, N. Dronin, M. Jendeyan i dr. // Tezisy dokladov Vsemirnoj konferencii po izmeneniyu klimata. - M., 2003. - P. 80-81.
10. Ocenka soderzhaniya tyazholyh metallov v pochve i rasteniyah agrolandshafta na urovne vodosbornykh bassejnov [Tekst] / V. V. Melihov, A. A. Zibarov, T. I. Panova i dr. //Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Volgogradskij GAU. - Volgograd, 2017. - Tom 2. - P. 111-118.
11. Harakter mnogoletnih izmenenij v agroklimaticheskih resursah suhostepnoj zony kashtanovykh pochv Nizhnego Povolzh'ya [Tekst]: metodicheskoe posobie / V. M. Kononov, A. A. Zibarov, E. A. Kurakulova. - M.: Izd-vo "Sovremennye tetradi", 2007. - 12 p.

E-mail: vniioz@yandex.ru

УДК 633.17:631.8(470.45).

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-8

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПРОСА В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**
**EFFICIENCY OF APPLICATION OF BIOLOGICAL PRODUCTS
AT CULTIVATION OF MILLET IN THE VOLGOGRAD REGION**

Н.Ю. Петров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Е.А. Захарова, аспирант

И. С. Федоренко, кандидат биологических наук, доцент

N.Yu. Petrov, E.A. Zakharova, I.S. Fedorenko

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd state agrarian University

В нашей стране за последние годы сложились весьма благоприятные условия для разработок и освоений инновационных технологий выращивания крупяных культур. Научной общественностью накоплен значительный практический и научный опыт, улучшается процесс снабжения сельхозтоваропроизводителей экологически безопасными средствами интегрированной защиты посевов сельскохозяйственных культур. В представленной статье приведены результаты 4-х летних полевых исследований влияния биологических препаратов нового поколения и минеральных удобрений на биометрические и урожайные показатели проса. В результате проведенного эксперимента было установлено, что в зоне недостаточного увлажнения (на каштановых почвах) на основе азотфиксирующих веществ существенным образом изменяется рост и развитие растений проса, улучшаются их технологические и урожайные свойства. Все это в совокупности положительно отражается на экономической ситуации ведения сельскохозяйственного производства в Волгоградской области. Результаты исследований подтверждаются достоверной прибавкой урожайности по сравнению с вариантом, где изучаемые агротехнические приемы не применялись. Впервые в условиях каштановых почв Волгоградской области

проведены комплексные исследования по изучению эффективности применения биопрепарата Мизорин и его сочетания с минеральными удобрениями в технологии возделывания проса. Установлено, что использование биопрепарата Мизорин способствует активизации жизнедеятельности почвенной микрофлоры и улучшению обеспеченности растений элементами питания. Результаты урожайных данных свидетельствуют о существенном преимуществе совместного использования азотных, фосфорных и калийных удобрений в комплексе с биопрепаратом нового поколения. Применение биопрепарата Мизорин позволило увеличить структурные показатели проса. Так, длина метелки возростала на 0,034 метра, высота растений увеличивалась на 0,197 м. Масса 1000 зерен возростала на 0,41 грамм. В среднем за 4 года эффект от совместного использования составил 0,67 т/га по сравнению с вариантом, где названные агроприемы не применялись. Применение в посевах проса биопрепарата Мизорин в комплексе с $N_{65}P_{20}K_{65}$ позволяет получить достоверную прибавку урожайности проса 0,67 т/га.

In our country in recent years there have been very favorable conditions for the development and development of innovative technologies for growing cereals. The scientific community has accumulated considerable practical and scientific experience, improving the process of supplying agricultural producers with environmentally safe means of integrated crop protection. The article presents the results of 4-year field studies of the influence of new generation biological preparations and mineral fertilizers on biometric and yield parameters of millet. As a result of the experiment, it was found that in the zone of insufficient moisture (on chestnut soils), on the basis of nitrogen-fixing substances, the growth and development of millet plants significantly changes, its technological and productive properties improve. All this, together, has a positive impact on the economic situation of agricultural production in the Volgograd region. The results of the research are confirmed by a reliable increase in yield, compared with the option where the studied agricultural techniques were not used. For the first time in the conditions of chestnut soils of the Volgograd region conducted a comprehensive study on the effectiveness of the biological product Miserin and its combination with mineral fertilizers in technology of cultivation of millet. The use of a biological product Mazarin helps to enhance the activity of soil microflora and improve the availability of plant food elements. The results of the crop data show a significant advantage of the joint use of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers in combination with a new generation biological product. Use of a biological product Misharin allowed to increase the structural performance of millet. So the length of the panicle increased by 0.034 meters, the height of the plants increased by 0.197 m. the Mass of 1000 grains increased by 0.41 grams. On average, for 4 years, the effect of joint use was 0.67 t / ha, compared with the option where these agricultural practices were not used. Application in crops of millet mitrin the biological product in combination with $N_{65}P_{20}K_{65}$ allows to obtain a reliable increase productivity of 0.67 t/ha.

Ключевые слова: просо, биопрепараты, сорта проса, Волгоградское 4, Мизорин.

Key words: millet, biological products, varieties of millet, Volgograd 4, Mizorin.

Введение. В настоящее время возникла настоятельная необходимость дальнейшего совершенствования имеющихся методик, которые осуществляют связь между окружающей средой и растительным сообществом. В данной связи очень важно определенным образом досконально изучить показатели, которые оказывают положительное воздействие на технологические и урожайные показатели проса [1, 9].

Просо – это одна из главнейших крупяных культур, которая в засушливой зоне считается страховой культурой и отличается засухоустойчивостью и высокой урожайностью. Поэтому особенно велика роль проса для районов с недостаточным увлажнением и засушливостью.

Зачастую с увеличением урожайности произведенной продукции наблюдается снижение ее качества. Следовательно, при ведении интенсивного сельского хозяйства требуются мероприятия, позволяющие увеличивать качество и товарную характеристику растениеводческой продукции. Среди таких приемов можно выделить экологически чистые биологические препараты нового поколения, которые не только позволяют увеличить урожайность, но и сохранить или даже повысить его качество [4, 10].

В настоящее время население земного шара перешагнуло 7 миллиардный рубеж численности населения, и в дальнейшем прогнозируется еще увеличение на 1,5 млрд человек. При таком росте населения земного шара сельскому хозяйству должно уделяться первостепенное внимание, чтобы удовлетворить растущую потребность в продуктах питания. Поэтому во главу угла ставится необходимость усовершенствования существующих технологических приемов возделывания крупяных культур и улучшения технологических показателей.

Просо отличается довольно низкой нормой посева, более поздними сроками посева, что способствует снятию напряжения проведения весенне-полевых работ, коротким периодом вегетации – это незаменимая страховая и пожнивная культура [5, 8].

В Волгоградской области уделяется большое внимание этой культуре. Здесь сложились благоприятные условия для разработки, освоения и внедрения инноваций при выращивании проса. Накоплен практический и научный опыт, который подпитывается снабжением хозяйств экологически безопасными биологическими препаратами нового поколения, современными средствами защиты растений и высокопроизводительной сельскохозяйственной техникой нового поколения.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в течение 4 лет (2015...2018 гг.) в Клетском районе Волгоградской области, западнее х. Орехов на расстоянии 2,5 км. Значение сорта в исследовании имеет немаловажную роль. В настоящее время в государственном реестре селекционных достижений представлено более 50 сортов проса, среди которых наиболее ценными являются сорта волгоградской селекции, а именно – Волгоградское 4. Поэтому этот сорт был нами выбран для изучения. Он включен в Госреестр по Нижневолжскому региону с 1993 года.

Почвы опытного участка – типичные каштановые. По гранулометрическому составу – среднесуглинистые. В верхнем слое (0,10 м) содержится 2,57 % гумуса. Почвы содержат очень высокое содержание обменного калия – 1,98...275 %. Доля натрия в почвенно-поглощающем комплексе составляет 2,09 % от суммы поглощенных оснований. Почвенный раствор характеризуется слабощелочной реакцией (рН = 7,1...7,2).

Предшественник – черный пар. Площадь посевной делянки – 144 м². Повторность опыта – 4-х кратная. Применялась технология возделывания проса, рекомендованная для данной почвенно-климатической зоны. Посев осуществлялся во второй декаде мая, в это время почва на глубине заделки семян (0,05...0,06 м) прогревалась до температуры +10...+12 °С.

Результаты и обсуждение. Появление всходов наблюдалось в середине третьей декады мая, когда среднесуточная температура воздуха прогревалась до +21...+25 °С, а температура почвы – до +16...+18 °С. Количество выпадающих осадков за май, в зависимости от года проведения исследований, находилось в интервале от 40 до 120 мм, при относительной влажности воздуха от 38 до 68 %.

Биопрепарат Мизорин – это препарат совместного воздействия, полученный на основе азотфиксаторов для увеличения продуктивности и качества крупяных культур. Он способен повышать симбиотический потенциал, всхожесть посевного материала, в дальнейшем стимулировать рост и развитие растений, понижать степень риска развития инфекционных заболеваний. Этот препарат обладает большим воздействием на фитопатогенную микрофлору, которая способна провоцировать образование гнилей, снижать поступление и аккумуляцию нитратов.

На основании проведенных учетов и наблюдений нами был отмечен положительный эффект от применения минеральных удобрений, особенно во влажный год, и от применения биопрепарата. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Комплексное влияние биопрепарата и минеральных удобрений на структурные показатели урожая, среднее за 2015...2018 гг.

Вариант опыта	Длина метелки, м	Высота растений, м	Масса 1000 зерен, г
Контроль	0,164	0,735	2,53
Мизорин	0,198	0,932	2,94
N ₆₅ P ₂₀ K ₆₅	0,213	1,143	3,02
Мизорин + N ₆₅ P ₂₀ K ₆₅	0,247	1,248	3,14

Анализ представленных данных показывает, что применение биопрепарата Мизорин позволило увеличить структурные показатели проса. Так, длина метелки возрас- тала на 0,034 метра, высота растений увеличивалась на 0,197 м. Масса 1000 зерен воз- растала на 0,41 грамм. Наибольший эффект отмечался от совместного применения био- логического препарата и минеральных удобрений. Эффект составил по длине метелки – 0,083 м, высоты растений – 0,513 м и массы 1000 зерен – 0,61 грамм.

Установлено повышение продуктивности проса на вариантах с внесением био- препарата Мизорин на фоне применения расчетных доз минеральных удобрений, свя- занной с увеличением показателей элементов структуры урожая.

Результаты исследований по влиянию изучаемых факторов на урожайность про- са представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Эффект применения биопрепарата и минеральных удобрений в посевах проса, т/га

Вариант опыта	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
Контроль	1,67	1,97	2,14	2,03	1,95
Мизорин	1,76	2,24	2,56	2,38	2,23
N ₆₅ P ₂₀ K ₆₅	1,74	2,26	2,78	2,49	2,31
Мизорин + N ₆₅ P ₂₀ K ₆₅	1,79	2,71	3,09	2,90	2,62

Результаты урожайных данных показали существенное преимущество совмест- ного использования азотных, фосфорных и калийных удобрений в комплексе с биопре- паратом нового поколения. В среднем за 4 года эффект от совместного применения со- ставил 0,67 т/га по сравнению с вариантом, где названные агроприемы не применялись.

Заключение. При совершенствовании адаптивной технологии выращивания проса значительное место отводится элементам, которые можно отнести к малозатрат- ным. Применение биопрепарата Мизорин позволил увеличить структурные показатели проса. Исходя из полученных данных в 4-х летнем опыте можно констатировать, что применение в посевах проса биопрепарата Мизорин в комплексе с N₆₅P₂₀K₆₅ позволяет получить достоверную прибавку урожайности проса 0,67 т/га.

Библиографический список

1. Абдукаримов, А.Г. Диагностика питания растений [Текст]/ А.Г. Абдукаримов, Н.А. Турсынбаев, Г.Т. Калымбекова // Механика и технологии. – 2015. – № 3. – С. 85-92.
2. Асаева, Т.Д. Влияние удобрений на урожайность и структуру урожая африканского проса на дерново-глеевой оподзоленной почве [Текст]/ Т.Д. Асаева //Известия Горского госу- дарственного аграрного университета. – 2015. – Т. 52. – №4. – С. 66-69.
3. Бакиров, Ф.Г. Влияние способов обработки почвы, соломенной мульчи и препарата Байкал ЭМ-1 на урожайность яровой пшеницы в условиях Южного Урала [Текст]/ Ф.Г. Баки- ров, А.В. Коряковский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – Том 5. – № 37-1. – С. 50-52.
4. Белоголовцев, В.П. Влияние минеральных удобрений на химический состав урожая проса при выращивании на светло-каштановой почве Саратовского Заволжья [Текст]/ В.П. Бе- логоловцев, И.Г. Имашев // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 2. – С. 3-6.

5. Глиева, О.В. Влияние минерального питания на формирование элементов структуры урожая проса [Текст]/ О.В. Глиева // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 3. – С. 21-25.
6. Завалин, А.А. Применение биопрепаратов при возделывании полевых культур [Текст]/ А.А. Завалин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 9-11.
7. Имашев, И.Г. Влияние минеральных удобрений на качество зерна проса на светло-каштановой почве Саратовского Заволжья [Текст]/ И.Г. Имашев, В.П. Белоголовцев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 1. – С. 23-25.
8. Коконов, С.И. Роль предшественников и предпосевной обработки почвы в технологии возделывания проса [Текст]/ С.И.Коконов, Р.Ф. Дюкин // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №8. – С. 10-12.
9. Петров, Н.Ю. Влияние биопрепаратов на основе азотфиксирующих микроорганизмов при возделывании проса в Волгоградской области [Текст] /Н.Ю. Петров, Е.А. Захарова // Научная жизнь. – 2017. – №10. – С. 31-37.
- 10 Эффективность применения бактериальных удобрений Азотовит и Бактофосфин на серых лесных почвах Республики Татарстан [Текст]/ Шайхутдинов Ф.Ш. [и др.] // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3. – С. 29-34.
11. Barzegar, A.R. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat [Текст]/ A.R. Barzegar, A. Yousefi, A. Daryashenas // Plant and Soil. – 2002. – В. 247. – № 2. – P. 295-301; 2013. – № 3. – P. 29-34.
12. Cerutti, A.K. Evaluation of the sustainability of swine manure fertilization in orchard through ecological footprint analysis: results from a case study in Italy [Текст]/A.K. Cerutti, G.L. Becaro, G. Bounou // Journal of Cleaner Production. – 2011. – В. 19. – № 4. – P. 318-324.
13. Habiyaemye, C. Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) and its potential for cultivation in the pacific northwest, U.S.: a review [Текст]/ C. Habiyaemye, J.B. Matanguihan, K.M. Murphy // Frontiers in Plant Science. – 2017. – В. 7. – № 12. – P. 1961.

Reference

1. Abdugarimov, A. G. Diagnostika pitaniya rastenij [Текст]/ A. G. Abdugarimov, N. A. Tursynbaev, G. T. Kalymbekova // Mehanika i tehnologii. – 2015. – № 3. – P. 85-92.
2. Asaeva, T. D. Vliyanie udobrenij na urozhajnost' i strukturu urozhaya afrikanskogo prosa na dernovo-gleevoj opodzolenoj pochve [Текст]/ T. D. Asaeva //Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – Т. 52. – №4. – P. 66-69.
3. Bakirov, F. G. Vliyanie sposobov obrabotki pochvy, solomennoj mul'chi i preparata Bajkal }M-1 na urozhajnost' yarovoj pshenicy v usloviyah Yuzhnogo Urala [Текст]/ F. G. Bakirov, A. V. Koryakovskij // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2012. - Tom 5. - № 37-1. – P. 50-52.
4. Belogolovcev, V. P. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na himicheskij sostav urozhaya prosa pri vyraschivanii na svetlo-kashtanovoj pochve Saratovskogo Zavolzh'ya [Текст]/ V. P. Belogolovcev, I. G. Imashev // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. – 2016. – № 2. – P. 3-6.
5. Glieva, O. V. Vliyanie mineral'nogo pitaniya na formirovanie jelementov struktury urozhaya prosa [Текст]/ O. V. Glieva // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 2015. – № 3. – P. 21-2566.
6. Zavalin, A. A. Primenenie biopreparatov pri vozdelevanii polevyh kul'tur [Текст]/ A. A. Zavalin // Dostizheniya nauki i tehniki APK. - 2011. – № 8. – P. 9-11.
7. Imashev, I. G. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na kachestvo zerna prosa na svetlo-kashtanovoj pochve Saratovskogo Zavolzh'ya [Текст]/ I. G. Imashev, V. P. Belogolovcev // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N. I. Vavilova. - 2014. - № 1. - P. 23-25.
8. Kokonov, S. I. Rol' predshestvennikov i predposevnoj obrabotki pochvy v tehnologii vozdelevaniya prosa [Текст]/ S. I. Kokonov, R. F. Dyukin // Dostizheniya nauki i tehniki APK. - 2013. ? №8. - P. 10-12.
9. Petrov, N. Yu. Vliyanie biopreparatov na osnove azotfiksiruyuschih mikroor-ganizmov pri vozdelevanii prosa v Volgogradskoj oblasti [Текст] /N. Yu. Petrov, E. A. Zaharova //Nauchnaya zhizn'. - 2017. - №10. - P. 31-37.

10. Jefferktivnost' primeneniya bakterial'nyh udobrenij Azotovit i Baktofosfin na seryh lesnyh pochvah Respubliki Tatarstan [Tekst]/ Shajhutdinov F. Sh. [i dr.] // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2013. - № 3. - P. 29-34.

11. Barzegar, A.R. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat [Tekst] / A.R.Barzegar, A. Yousefi, A. Daryashenas // Plant and Soil. - 2002. - B. 247. - № 2. -P. 295-301; 2013. - № 3. - P. 29-34.

12. Cerutti, A.K. Evaluation of the sustainability of swine manure fertilization in orchard through ecological footprint analysis: results from a case study in Italy [Tekst]/A.K. Cerutti, G.L. Becaro, G. Bounou // Journal of Cleaner Production. - 2011. - B. 19. - № 4. - P. 318-324.

13. Habiyaemye, C. Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) and its potential for cultivation in the pacific northwest, U.S.: a review [Tekst]/ C. Habiyaemye, J.B. Matanguihan, K.M. Murphy // Frontiers in Plant Science. - 2017. - B. 7. - № 12. - P. 1961.

E-mail: npetrov60@list.ru

УДК 631.8:631.445.51(470.45)

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-9

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

EFFICIENCY OF FERTILIZERS IN THE DRY-STEPPE ZONE OF CHESTNUT SOILS OF THE VOLGOGRAD REGION

В.И. Филин¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В.И. Балакшина², кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник

V.I. Filin, V.I. Balakshina

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Ниже-Волжский НИИСХ – филиал ФНЦ агроэкологии РАН

¹Volgograd state agrarian University

²Lower Volga Research Institute of Agriculture - a branch of the Federal State

Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Forests of the Russian Academy of Sciences»

В сухостепной зоне каштановых почв применение удобрений является важным фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Вместе с тем ретроспективный анализ результатов краткосрочных и длительных стационарных полевых опытов, проведенных НВ НИИСХ и ВолГАУ в 1950-2016 гг., показал, что степень влияния удобрений на урожайность озимой пшеницы, озимой ржи, яровой пшеницы, проса и ячменя в значительной мере зависит от запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в весенний период, количества осадков и характера их распределения в течение вегетации, а также биологических особенностей сортов. Установлено, что у всех изучаемых культур в очень засушливые годы (сумма осадков за весенне-летнюю вегетацию $\leq 40-50$ мм) продуктивность посевов на естественном и удобренном агрофонах практически одинакова. С увеличением количества осадков урожайность зерновых культур на фоне удобрений закономерно возрастает. Максимальная прибавка урожая зерна от удобрений (0,5-0,6 т/га) формируется в посевах при средней сумме осадков (150-170 мм), равномерно распределенной в течение вегетации. При полном отсутствии осадков в фазу выхода в трубку или в период колошение – полная спелость эффективность удобрений снижается, особенно на посевах сортов интенсивного типа. При нормальных условиях влагообеспеченности растений прибавка урожая озимой пшеницы от удобрений на посевах сортов интенсивного типа достигает 0,6-1,2 т/га в зависимости от дозы NPK, у сортов экстенсивного типа она значительно ниже – 0,2-0,4 т/га. Длительное систематическое применение навоза и минеральных удобрений в севообороте обеспечивает повышение продуктивности зерновых и кормовых культур на 23,9-27,3 % по сравнению с неудобренным агрофоном.

In the dry-steppe zone of chestnut soils fertilizer use is an important factor in increasing crop yields. At the same time, a retrospective analysis of the results of short-term and long-term stationary field experiments conducted by Lower Volga Research Institute of Agriculture and Volgograd State Agrarian University in 1950–2016 showed that the degree of influence of fertilizers on the yield of winter wheat, winter rye, spring wheat, millet and barley to a considerable extent depends on the reserves of productive moisture in the meter layer of soil in spring, the amount of sediment and the nature of their distribution during the growing season, as well as the biological characteristics of varieties. It was established that in all the studied crops in very dry years (the amount of precipitation for spring-summer vegetation is ≤ 40 -50 mm); the productivity of crops on natural and fertilized agricultural backgrounds is almost the same. With an increase in precipitation, the yield of grain crops on the background of fertilizers naturally increases. The maximum increase in grain yield from fertilizers (0,5-0,6 t / ha) is formed in crops with an average amount of precipitation (150-170 mm) evenly distributed during the growing season. With a complete absence of precipitation in the phase of entering the tube or during the period of earing - complete ripeness, the effectiveness of fertilizers decreases, especially on crops of intensive type. Under normal conditions, the moisture availability of plants increases the yield of winter wheat from fertilizers on crops of intensive-type varieties reaches 0,6-1,2 t / ha, depending on the «NPK» dose, in varieties of the extensive type it is much lower – 0,2-0,4 t / ha. Long-term systematic use of manure and mineral fertilizers in crop rotation provides an increase in the productivity of grain and fodder crops by 23,9-27,3% compared with an unmovable agricultural background.

Ключевые слова: озимая пшеница, озимая рожь, яровая пшеница, просо, ячмень, навоз, минеральные удобрения, атмосферные осадки.

Key words: winter wheat, winter rye, spring wheat, millet, barley, manure, mineral fertilizers, precipitation.

Введение. В научно обоснованных системах земледелия рациональное применение удобрений является важным фактором повышения урожайности всех выращиваемых культур и сохранения почвенного плодородия с учётом биоклиматического потенциала территории природной зоны [3, 6, 8, 11, 14].

В системе удобрения сельскохозяйственных культур в сухом земледелии Волгоградской области главная цель заключается в сокращении разрыва между биологической потребностью растений в элементах питания и возможностью их своевременного удовлетворения за счёт мобилизации из почвенных ресурсов [В.И. Филин, 1990]. Удобрения при правильном их использовании способны существенно повышать устойчивость культурных растений к неблагоприятным погодным условиям и стрессовому воздействию засухи и суховеев [2, 7].

Однако в Нижнем Поволжье, по данным сотрудников НВ НИИСХ, полученным в 1965-1993 гг., коэффициент корреляции (r) между урожайностью зерновых культур и дозой внесенных удобрений равен 0,247, то есть связь между этими показателями слабая [5]. Главная причина этого заключается в том, что на эффективность использования удобрений значительное влияние оказывает влагообеспеченность посевов зерновых культур [9, 10, 11].

Материалы и методы. Опытные полигоны Волгоградского ГАУ (ВСХИ, ВГСХА) и Нижне-Волжского НИИСХ (Волгоградская сельскохозяйственная опытная станция) расположены в правобережной части сухостепной зоны каштановых почв. Климат зоны резко континентальный, средняя температура января $-7,5$ -11 °C, а июля $+23,0$ - $24,0$ °C. Сумма температур выше $+10$ °C составляет 2900-3000 °C. За период с температурой выше $+10$ °C выпадает 170-230 мм осадков при их годовой сумме 300-400 мм. Гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову равен 0,6-0,7. Характерной особенностью сухостепной зоны является то, что осадков не только мало, но они еще и

распределяются крайне неравномерно как по сезонам, так и по годам. В связи с этим здесь часто бывают засухи разной степени интенсивности в течение 36-51 дней (с вероятностью очень интенсивных суховеев 65-90 %) [9].

Почвенный покров опытных полей представлен двумя разновидностями зональной почвы: светло-каштановая сильносолонцеватая карбонатная и светло-каштановая слабосолонцеватая. Агрохимические показатели почвы перед закладкой стационарного севооборотного опыта на разработке систем удобрения сельскохозяйственных культур в ВолГАУ (1964 г.) были следующие: содержание гумуса (по Тюрину) – 1,50 %; $pH_{вод}$ 7,0-7,2; общий азот – 0,11-0,13 %; валовой фосфор – 0,11-0,14; общий калий – 1,73 %; легкогидролизуемый азот (по Тюрину и Кононовой) – 71 мг/кг; подвижный фосфор (по Мачигину) – 25-27 мг/кг, подвижный калий (в 1 %-ной углеаммонийной вытяжке) – 360 мг/кг почвы. В Нижне-Волжском НИИСХ почвы опытного поля отличались более высоким содержанием гумуса (1,65-2,00 %). Все почвенные разновидности по гранулометрическому составу относятся к тяжелосуглинистым, характеризуются непромывным типом водного режима.

В НВ НИИСХ и Волгоградском ГАУ более 60 лет проводятся исследования по оценке влияния органических и минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур в однофакторных и многофакторных полевых опытах с использованием общепринятых методик научного эксперимента в агрономии и агрохимии [5, 12, 10].

Результаты. В Волгоградском ГАУ в течение 24 лет (1964-1987 гг.) в севооборотном стационаре кафедры агрохимии изучались различные системы применения удобрений для получения планируемых урожаев озимой пшеницы на уровне 2,5 т/га, яровой пшеницы – 1,5, кукурузы на силос – 15,0, озимой ржи – 2,0, проса – 1,5 и ярового ячменя – 1,8 т/га.

В таблице 1 приведены данные по фактической урожайности культур севооборота в годы исследований, которые показывают возможность получения запланированных показателей по кукурузе на силос, просу, ячменю. Близка к планируемой была и урожайность озимой пшеницы.

Таблица 1 – Эффективность удобрений в полевом севообороте на светло-каштановой почве в стационарном опыте по изучению систем удобрения кафедры агрохимии Волгоградского СХИ (1964-1987 гг.)

Показатель, единица измерений	Чередование сельскохозяйственных культур в севообороте					
	озимая пшеница по чистому пару	яровая пшеница	кукуруза на силос	озимая рожь	просо	ячмень
Продолжительность экспериментов, год	23	22	21	20	10	18
В том числе годы полной гибели посевов	3	4	0	3	0	0
Планируемая урожайность, т/га	2,50	1,50	15,00	2,00	1,50	1,80
Средняя урожайность без применения удобрений, т/га	2,18	1,05	14,09	1,18	1,41	1,54
Средняя урожайность при внесении удобрений, т/га	2,34	1,24	16,54	1,49	1,65	1,85
Средняя прибавка от удобрений, т/га	0,16	0,19	2,45	0,31	0,24	0,31
Число лет с урожайностью выше планируемой	9	5	10	6	11	8
Средняя урожайность за эти годы, т/га	3,48	2,13	24,79	2,47	2,28	2,90
НСР ₀₅	0,12	0,11	0,59	0,14	0,10	0,12

Достоверные прибавки урожая от применения навоза и минеральных удобрений сформировали все культуры севооборота. Наиболее отзывчивыми на системное внесение удобрений оказались озимая рожь, высеваящаяся после кукурузы, ячмень и просо. Средняя окупаемость удобрений по этим культурам за годы исследований составила 5,87 зерновых единиц на 1 кг действующего вещества.

Удобрения под отдельные культуры севооборота применяли в следующих дозах: под озимую пшеницу при вспашке парового поля навоз 15 т/га+ $P_{38}K_{90}$ или только $P_{50}K_{30}$, под предпосевную культивацию – N_{70} , при посеве в рядки P_{10} и в подкормку ранней весной – N_{35} ; яровая пшеница высевалась по неудобренному фону или с внесением под предпосевную культивацию N_{35} и при посеве в рядки P_{10} ; под кукурузу на силос под вспашку вносили навоз 15 т/га+ P_{38} или $P_{60}K_{42}$ в составе минеральных удобрений, под предпосевную культивацию N_{70} ; озимая рожь высевалась по неудобренному фону и ранней весной посевы подкармливали азотом – N_{35} ; просо сеяли по неудобренному фону, применяя припосевное удобрение P_{10} ; под предпосевную культивацию под ячмень вносили N_{45} и при посеве в рядки – P_{10} (В.И. Захаревский, М.Л. Мухтаров, 1990).

Как показали многолетние исследования, наибольшая продуктивность севооборота достигалась при систематическом применении удобрений за ротацию $N_{300}P_{150}K_{72}$ в виде минеральных удобрений и $N_{300}P_{150}K_{360}$ в составе 30 т/га полуперепревшего навоза и минеральных удобрений. На этих вариантах продуктивность севооборота в расчете на 1 га составила соответственно 17,22 и 17,69 т зерновых единиц при продуктивности на контроле (без удобрений) – 13,9 т зерновых единиц.

Таким образом, длительное систематическое применение органического и минеральных удобрений в зернопаропропашном севообороте на светло-каштановой почве обеспечивало в 1964-1987 гг. увеличение продуктивности выращиваемых культур на 23,9-27,3 % по сравнению с неудобренным агрофоном.

В опытах НВ НИИСХ под озимую пшеницу по пару разные дозы навоза и суперфосфата вносили под отвальную вспашку, и наиболее эффективной оказалась доза 10 т/га навоза в сочетании с 250 кг/га суперфосфата. В засушливый год (50 мм осадков в течение вегетации) урожайность озимой пшеницы на этом варианте была на 0,34 т/га выше по сравнению с неудобренным контролем. Во влажные годы (200-250 мм) с равномерным распределением осадков в течение вегетации более эффективным оказалось внесение 60 т/га навоза и P_{60} под основную обработку в сочетании с ранневесенней азотной подкормкой (N_{30}). Урожайность на данном варианте была выше на 0,7-0,8 т/га по сравнению с неудобренным фоном и на 0,2-0,3 т/га – по сравнению с внесением только одного навоза или только минеральных удобрений в эквивалентных дозах.

Степень влияния удобрений зависит не только от общего количества осадков, но и в значительной степени от характера их распределения в течение весенне-летней вегетации [1, 2, 7, 9].

Опыты, проведенные на слабосолонцеватой и сильносолонцеватой светло-каштановой почве, показали, что как в сильно засушливые (40-50 мм осадков), так и во влажные (200-250 мм) годы различия по урожайности озимой пшеницы между контрольными и удобренными вариантами были статистически достоверными на сильносолонцеватой почве (0,14-0,54 т/га) и незначительными на слабосолонцеватой некарбонатной почве (кроме 150-170 мм) (таблица 2). Установлено, что при выпадении большого количества осадков в первую половину весенне-летней вегетации складывались благоприятные условия для роста и накопления вегетативной массы, особенно на фоне минеральных удобрений. Однако интенсивная засуха в период «цветение – созревание зерна» вызывала отмирание побегов и формирование щуплых зерновок. В такие

годы урожайность озимой пшеницы на всех вариантах была практически одинаковой. При среднем количестве осадков (150-170 мм), но равномерном их распределении в течение вегетации продуктивность посевов на фоне удобрений была выше на 0,3-0,5 т/га по сравнению с естественным фоном (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность применения навоза и минеральных удобрений под озимую пшеницу по чистому пару (1988-1996 гг.)

Способ и глубина основной обработки почвы	Фон питания	Урожай зерна, т/га					
		Слабосолонцеватая некарбонатная почва			Сильносолонцеватая карбонатная почва		
		сумма осадков за вегетацию, мм			сумма осадков за вегетацию, мм		
		190-250	150-170	40-50	190-250	150-170	40-50
Отвальная вспашка (0,25-0,27 м)	Естественный	4,66	3,24	1,58	4,08	2,93	1,23
	60 т навоза + N ₅₀ P ₅₀	4,69	3,55	1,52	4,35	3,30	1,38
Безотвальная обработка стойкой СибимЭ (0,25-0,27 м)	Естественный	4,55	2,82	1,61	3,82	2,62	1,32
	60 т навоза + N ₅₀ P ₅₀	4,65	3,11	1,73	4,20	3,16	1,46
НСР ₀₅		0,12	0,18	0,14	0,21	0,28	0,13

Такая же закономерность наблюдалась и в других опытах с озимой пшеницей (2005-2010 гг.)

Степень влияния удобрений на одни и те же сорта также зависит от характера распределения осадков в течение вегетации. Так, у сорта Камышанка в годы, когда в период «молочная – полная спелость зерна» выпадало всего 15-18 мм осадков, урожай зерна на фоне минеральных удобрений снижался. В то же время при выпадении 50-60 мм осадков и умеренной температуре воздуха в этот межфазный период урожайность данного сорта на удобренном фоне увеличивалась на 0,6-0,9 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы Камышанка

Варианты опыта	Сумма осадков за весенне-летнюю вегетацию, мм			
	170-180		150-160	
	в т.ч. осадки в период молочная – полная спелость, мм			
	15-18		50-60	
	урожай зерна, т/га	содержание клейковины, %	урожай зерна, т/га	содержание клейковины, %
Контроль	4,9	25,1	4,6	25,1
N ₇₀ P ₅₀	4,5	24,5	5,5	24,3
N ₉₀ P ₆₀	4,4	31,1	5,3	29,6
НСР ₀₅	0.26	0.28		

Критическим периодом в формировании урожая зерна озимой пшеницы является также фаза выхода в трубку. При отсутствии осадков в это время эффективность минеральных удобрений значительно снижается, особенно у сортов интенсивного типа (1986, 1994, 2009 гг.).

Исследования показали, что эффективность различных доз удобрений в значительной степени зависела от складывавшихся метеорологических условий.

Так, в сухие годы (50-90 мм) увеличение доз с $N_{40} P_{60}$ до $N_{90-100} P_{60}$ не оказало существенного влияния на урожайность сорта Краснодарская 39 по черному пару (+0,10-0,12 т/га) (таблица 4). По непаровым предшественникам в этих условиях урожайность озимой пшеницы была на уровне контроля и ниже.

Во влажные годы (160-250 мм) как по пару, так и по непаровым предшественникам наибольшая прибавка урожая озимой пшеницы (0,4-0,5 т/га) получена при внесении $N_{40}P_{60}$ под основную обработку + N_{30} весной по мерзлоталой почве и N_{30} в фазу колошения. Более высокие дозы удобрений не способствовали увеличению урожайности. Применение повышенных доз азотного удобрения оказывало в такие годы негативное влияние на формировании урожая. Во-первых, образовавшаяся на удобренных вариантах мощная надземная биомасса растений при повышенной влажности воздуха способствовала быстрому развитию мучнистой росы, появившейся еще до колошения. Во-вторых, полегание растений на фоне высоких доз азота препятствовало нормальному наливу зерна. В средние по влагообеспеченности годы (120-140 мм) с увеличением дозы удобрений урожайность увеличивалась на 0,7 т/га (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние минеральных удобрений на урожайность озимой пшеницы Краснодарская 39, т/га (1981-2010 гг.)

Вариант опыта	Сумма осадков за период весенне-летней вегетации, мм		
	160-250	120-140	50-90
Без удобрений	4,33	3,87	2,90
$N_{40}P_{60}$	4,70	3,94	3,10
$N_{70}P_{60}$	4,88	4,35	3,20
$N_{90-100}P_{60}$	4,90	4,62	3,22
HCP_{05}	0,16	0,18	0,13

Следует отметить, что в засушливых условиях (1980, 1986, 1996 гг.) наибольшая прибавка урожая (0,4-0,5 т/га) получена на вариантах, где применяли высокие дозы фосфорного удобрения (P_{120} , P_{280}). Локальное внесение фосфорного удобрения не только устраняет дефицит фосфора при питании, но и существенно повышает устойчивость растений к засухе. Разовое внесение повышенных доз азотных удобрений из-за недостатка влаги не оказывало заметного воздействия на урожайность озимой пшеницы. В этих условиях наиболее эффективно было внесение годовой азота в три подкормки: N_{40} рано весной по мерзлоталой почве, N_{30} в начале выхода в трубку и N_{30} в фазу колошение.

Результаты исследований убеждают в том, что правильному подбору сорта озимой пшеницы принадлежит решающее значение в использовании почвенно-климатических ресурсов и питательных веществ из внесенных удобрений [13].

Сорта обладают генетически детерминированной отзывчивостью на изменение условий произрастания. В опытах НВ НИИСХ выявлено, что при нормальной влагообеспеченности (ГТК 0,6-0,9) у сортов полуинтенсивного типа, таких как Станичная, Дон 93, прибавка урожая от применения $N_{60}P_{60}K_{40}$ составила 0,5-0,6 т/га, а на фоне $N_{60}P_{60}K_{40} + N_{30}$ она возросла до 1,1-1,2 т/га. При возделывании сорта Донской сюрприз в идентичных условиях прибавка урожая не изменялась от дозы удобрений, составляя 0,7 т/га. У сортов озимой пшеницы экстенсивного типа урожайность на фоне удобрений увеличивалась всего на 0,2-0,4 т/га.

Яровая пшеница отзывчива на оптимизацию минерального питания, но тем не менее влагообеспеченность посевов оказывает значительное влияние на эффективность вносимых удобрений [1]. Анализ экспериментальных данных за 20 лет показал, что при почвенной и воздушной засухе в течение вегетации (ГТК 0,12-0,3) низкая урожайность этой культуры получена практически по всем вносимым дозам удобрений [1, 2]. С уве-

личением количества осадков разница по урожайности между контрольными и удобренными посевами яровой пшеницы закономерно увеличивается. Однако влияние низких доз NPK даже в благоприятные по влагообеспеченности годы незначительное. Урожайность яровой пшеницы на удобренном фоне была выше контроля всего на 0,2-0,3 т/га. Значительная прибавка урожая зерна порядка 0,8-0,9 т/га формировалась при высокой влагообеспеченности в период всей вегетации яровой пшеницы (380-390 мм осадков, ГТК – 1,93), когда азотные удобрения вносили в несколько приёмов по результатам почвенной и растительной диагностики.

Установлено, что достоверная прибавка урожая яровой пшеницы от внесения высоких доз удобрений обеспечивалась при равномерном распределении осадков в течение вегетации (таблица 5). При неблагоприятных условиях, когда основное количество осадков (97,3 мм) выпадает в период «посев – начало выхода в трубку», а в дальнейшем наступает интенсивная почвенная и воздушная засуха (16,9 мм), урожайность яровой пшеницы на удобренных фонах даже ниже, чем на контроле (без удобрений) (таблица 5).

Таблица 5 – Влияние минеральных удобрений на урожайность сортов яровой пшеницы (2004-2006 гг.)

Вариант опыта	Количество осадков в течение вегетации, мм			
	посев – выход в трубку – 90,6; выход в трубку – полная спелость – 62,9		посев – выход в трубку – 97,3; выход в трубку – полная спелость – 16,9	
	урожайность, т/га	прибавка ±, т/га	урожайность, т/га	прибавка ±, т/га
Камышинская 3				
Контроль	1,60		0,58	
N ₁₁₂ P ₃₅	1,68	+0,08	0,52	-0,06
N ₁₉₁ P ₇₂	1,94	+0,34	0,54	-0,04
Альбидум 188				
Контроль	2,37		1,95	
N ₁₁₂ P ₃₅	2,70	+0,33	1,45	-0,50
N ₁₉₁ P ₇₂	3,31	+0,94	1,75	-0,20
Людмила				
Контроль	1,77		0,90	
N ₁₁₂ P ₃₅	2,12	+0,35	0,84	-0,06
N ₁₉₁ P ₇₂	2,33	+0,56	0,58	-0,32

НСР₀₅ по фактору А (сорта)=0,17 т; НСР₀₅ по фактору В (удобрения)=0,25 т.

В опытах, проведенных в благоприятные по условиям увлажнения годы (2004, 2005 гг.), наибольшая прибавка урожая от удобрений получена в посевах сорта интенсивного типа (Альбидум 188) в основном за счет увеличения количества продуктивных побегов и зерновок в колосе (таблица 5). Наименьшую прибавку порядка 0,33 т/га сформировал экстенсивный сорт Камышинская 3, у которого с увеличением густоты продуктивных побегов происходило уменьшение количества зерновок в колосе.

Результаты многолетних экспериментов показали, что при научно обоснованном применении удобрений под ячмень повышается его урожайность, возрастает устойчивость растений к засухе, вредителям, болезням [4]. Однако в засушливые годы влияние изучаемых доз удобрений проявляется довольно слабо и урожайность ячменя на удобренных фонах всего лишь на 0,1-0,2 т/га выше контрольного варианта. С увеличением количества осадков урожайность на удобренных фонах повышается, особенно если предшественником являются пропашные культуры (таблица 6).

Таблица 6 – Урожайность ярового ячменя в зависимости от предшественника и удобрений в разные по увлажнению годы, т/га (1975-1990 гг.)

Доза удобрений	Предшественник						
	яровая пшеница			яровой ячмень	пропашные культуры		
	50-70	100-150	170-200	300-380	70-80	200-230	350-370
N ₀ P ₀ - контроль	0,77	1,62	3,21	1,74	1,11	1,76	2,51
N ₄₀ P ₆₀	0,78	1,94	3,45	2,39	1,37	2,42	3,01
N ₄₀ P ₆₀ K ₄₀	0,90	2,13	3,70	2,40	1,40	2,76	3,36

Заключение. Анализ многолетних исследований показал, что в условиях сухостепной зоны светло-каштановых тяжелосуглинистых почв эффективность минеральных удобрений зависит не только от количества осадков, но в значительной степени от характера их распределения в течение вегетации, а также от сортовых особенностей растений.

Систематическое применение полуперепревшего навоза и минеральных удобрений в зернопаропропашном севообороте на светло-каштановых почвах обеспечивает увеличение продуктивности зерновых и кормовых культур на 23,9-27,3 % по сравнению с неудобренным агрофоном.

Библиографический список

1. Балакшина, В.И. Особенности выращивания яровой пшеницы в условиях сухостепной зоны Волгоградской области [Текст] / В.И. Балакшина // Пермский аграрный вестник. – 2016. – №2 (14). – С. 4-8.
2. Борьба с засухой и урожай: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения К.Г. Шумейстера (15 мая 2015 года, г. Волгоград) [Текст] / Под ред. Ю.Н. Плескачева, В.И. Филина, И.Б. Борисенко. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. – 514 с.
3. Влияние способов обработки почвы, минеральных удобрений, гербицидов и регуляторов роста на физические свойства почвы, урожайность и качество зерна озимой пшеницы [Текст] / В.М. Гармашов, И.М. Корнилов, Н.А. Нужная и др. // Зерновое хозяйство России. – 2015. – №4. – С. 50-53.
4. Влияние биологически активных веществ на урожайность и качество ярового ячменя в условиях зоны каштановых почв Волгоградской области [Текст] / В.В. Чернышков, К.Е. Денисов, В.П. Зволинский и др. // Аграрный научный журнал. – 2018. – №1. – С. 42-47.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Альянс, 2014. – 351 с.
6. Есаулко, А.Н. Оптимизация питания сортов озимой пшеницы путем внесения расчетных доз минеральных удобрений на планируемый уровень урожайности [Текст] / А.Н. Есаулко, А.Ю. Ожередова, Н.В. Громова // Агрохимический вестник. – 2018. – №4. – С. 3-7.
7. Пронько, В.В. Факторы, усиливающие действие удобрений в засушливых условиях [Текст] / В.В. Пронько // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – №4. – С. 33-36.
8. Пронько, В.В. Основные итоги деятельности учреждений Географической сети опытов с удобрениями в Поволжье [Текст] / В.В. Пронько // Агрохимия. – 2018. – №1. – С. 30-38.
9. Сажин, А.Н. Погода и климат Волгоградской области [Текст] / А.Н. Сажин, К.Н. Кулик, Ю.И. Васильев. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2010. – 306 с.
10. Филин, В.И. История агрохимии [Текст] / В.И. Филин. – Волгоград: ФГБОУ Волгоградский ГАУ, 2016. – 240 с.

11. Хомяков, Д.М. Агрометеорологические условия и эффективность удобрений [Текст] / Д.М. Хомяков. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 83 с.
12. Юдин, Ф.А. Методика агрохимических исследований [Текст] / Ф.А. Юдин. – М.: Колос, 1980. – 366 с.
13. Selection of winter wheat predecessors in crop rotations of the Volga region forest steppe [Текст] / A.L. Toigildin, V.I. Morozov, M.I. Podsevalov et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 6-7. - № 6. - P. 2203-2209.
14. Introduction of calculated closes of mineral fertilizers to achieve maximum productivity of winter wheat varieties on chernozem leached Stavropol unland [Текст] / A.N. Esaulko, A.Yu. Ozheredova, M.S. Sigida et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2017. - Т.8. - №6. – P. 778-781.

Reference

1. Balakshina, V. I. Osobennosti vyrashivaniya yarovoj pshenicy v usloviyah suhostepnoj zony Volgogradskoj oblasti [Текст] / V. I. Balakshina // Permskij agrarnyj vestnik. - 2016. - №2 (14). - P. 4-8.
2. Bor'ba s zasuhoy i urozhaj: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyaschennoj 120-letiyu so dnya rozhdeniya K. G. Shul'mejstera (15 maya 2015 goda, g. Volgograd) [Текст] / Pod red. Yu. N. Pleskacheva, V. I. Filina, I. B. Borisenko. - Volgograd: Volgogradskij GAU, 2015. - 514 p.
3. Vliyanie sposobov obrabotki pochvy, mineral'nyh udobrenij, gerbicidov i reguljatorov rosta na fizicheskie svojstva pochvy, urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoy pshenicy [Текст] / V. M. Garmashov, I. M. Komilov, N. A. Nuzhnaya i dr. // Zernovoe hozyajstvo Rossii. - 2015. - №4. - P. 50-53.
4. Vliyanie biologicheski aktivnyh veshchestv na urozhajnost' i kachestvo yarovogo yachmenya v usloviyah zony kashtanovyh pochv Volgogradskoj oblasti [Текст] / V. V. Chernyshkov, K. E. Denisov, V. P. Zvolinskij i dr. // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2018. - №1. - P. 42-47.
5. Dosphehov, B. A. Metodika polevogo opyta [Текст] / B. A. Dosphehov. - M.: Al'yans, 2014. - 351 p.
6. Esaulko, A. N. Optimizaciya pitaniya sortov ozimoy pshenicy putem vneseniya raschetnyh doz mineral'nyh udobrenij na planiruemyj uroven' urozhajnosti [Текст] / A. N. Esaulko, A. Yu. Ozheredova, N. V. Gromova // Agrohimijskij vestnik. - 2018. - №4. - P. 3-7.
7. Pron'ko, V. V. Faktory, usilivayushchie dejstvie udobrenij v zasushlivykh usloviyah [Текст] / V. V. Pron'ko // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk. - 2004. - №4. - P. 33-36.
8. Pron'ko, V. V. Osnovnye itogi deyatel'nosti uchrezhdenij Geograficheskoy seti opytov s udobreniyami v Povolzh'e [Текст] / V. V. Pron'ko // Agrohimiya. - 2018. - №1. - P. 30-38.
9. Sazhin, A. N. Pogoda i klimat Volgogradskoj oblasti [Текст] / A. N. Sazhin, K. N. Kulik, Yu. I. Vasil'ev. - Volgograd: VNIALMI, 2010. - 306 p.
10. Filin, V. I. Istoriya agrohimii [Текст] / V. I. Filin. - Volgograd: FGBOU Volgogradskij GAU, 2016. - 240 p.
11. Homyakov, D. M. Agrometeorologicheskie usloviya i jffektivnost' udobrenij [Текст] / D. M. Homyakov. - M.: Izd-vo MGU, 1990. - 83 p.
12. Yudin, F. A. Metodika agrohimijskikh issledovanij [Текст] / F. A. Yudin. - M.: Kolos, 1980. - 366 p.
13. Selection of winter wheat predecessors in crop rotations of the Volga region forest steppe / A.L. Toigildin, V.I. Morozov, M.I. Podsevalov et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 6-7. - № 6. - P. 2203-2209.
14. Introduction of calculated closes of mineral fertilizers to achieve maximum productivity of winter wheat varieties on chernozem leached Stavropol unland [Текст] / A.N. Esaulko, A.Yu. Ozheredova, M.S. Sigida et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2017. - Vol. 8. - №6. – P. 778-781.

E-mail: nwniish@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ НА УРОЖАЙНОСТЬ
И КАЧЕСТВО РАЗЛИЧНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ТОМАТА
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ КАЛМЫКИИ****INFLUENCE OF AGROTECHNICAL RECEPTIONS ON THE YIELD
AND QUALITY OF DIFFERENT TOMATO VARIETIES IN CULTIVATION
ON LIGHT CHESTNUT SOIL OF KALMYKIA**

В.А. Батыров¹, кандидат сельскохозяйственных наук
И.А. Ниджляева¹, кандидат сельскохозяйственных наук
Е.Н. Очирова¹, кандидат сельскохозяйственных наук
Е.В. Калмыкова², кандидат сельскохозяйственных наук

V.A. Batyrov¹, **I.A. Nidzhlyayeva**¹, **E.N. Ochirova**¹, **E.V. Kalmykova**²

¹ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет
имени Б.Б. Городовикова»

²Волгоградский государственный аграрный университет

¹Kalmytsky State University B.B. Gorodovikova

²Volgogradsky State Agrarian University

Изложены материалы, посвященные усовершенствованию технологии возделывания томата при возделывании с использованием капельного орошения с разной схемой посадки, в подзоне светло-каштановых почв. Описано влияние различных мульчирующих материалов на продуктивность новых перспективных сортов. Полевые опыты проводились в учебно-научно-производственном центре «Агрономус» Калмыцкого государственного университета им. Б.Б. Городовикова в 2016...2018 годах. Под рисовой шелухой и опилками наблюдалось снижение температуры почвы в среднем – на 1,7...1,8 °С, под мешковиной – на 0,4...0,5 °С. На глубине 0,10 м во второй декаде мая температура почвы под рисовой шелухой и опилками превышала показатели в контрольном варианте на 0,4 °С, а под мешковиной – на 0,2 °С. В условиях Калмыкии орошение является самым эффективным приемом, обеспечивающим стабильное повышение урожая в среднем на 20...30 %. Повышение урожайности также зависит от применяемого способа полива. Лидером на контроле и на вариантах с разными видами мульчирующих материалов был сорт Новый-1. На варианте с применением рисовой шелухи получена урожайность этого образца 51,8 т/га, что на 9,2 т/га выше, чем на варианте без мульчирования. Наибольший экономический эффект был получен на сортах Новый-1 и Калмыцкий жаростойкий при использовании рисовой шелухи в качестве мульчирующего материала – 344,7 и 369,0 тыс. руб. Внедрение данной технологии способствовало повышению рентабельности производства до 236 %, соответственно.

The article presents materials on the improvement of the technology of cultivation of tomato in the cultivation using drip irrigation with a different planting scheme on light chestnut soils. The effect of various mulching materials on the productivity of new promising variety samples has been described. Field experiments were conducted at the Agronomus Educational, Scientific and Production Center of the Kalmyk State University. Bb Gorodovikova in the years 2016...2018. Under rice husks and sawdust, a decrease in soil temperature was observed on average - by 1,7...1,8 °C, under sacking - by 0,4...0,5 °C. At a depth of 0,10 m in the second decade of May, the soil temperature under rice husks and sawdust exceeded the indicators in the control variant by 0,4 °C, and under the sacking - by 0,2 °C. Under the conditions of Kalmykia, irrigation is the most effective technique, providing a steady increase in yield by an average of 20...30%. Yield increase also depends on the irrigation method used. The leader on the control and on the variants with different types of mulching materials was the variety sample New-1. On the variant with the use of rice husk, the yield of this sample was 51,8 t / ha, which is 9,2 t / ha higher than on the variant without mulching. The greatest economic effect was obtained on the variety samples Novy-1 and Kalmyk heat-resistant when using rice husk as a mulching material – 344,7 and 369,0 thousand rubles. The introduction of this technology has increased the profitability of production to 236%, respectively.

Ключевые слова: томат, сортовые образцы томата, открытый грунт, адаптивные технологии, продуктивность, мульчирование, мульчирующие материалы, схемы посадки томатов, капельное орошение томатов.

Key words: tomato, varietal samples, open ground, adaptive technology, productivity, mulching, mulching material, planting scheme, drip irrigation.

Введение. Использование орошения позволяет возделывать овощные культуры, в том числе томаты, в аридных условиях Калмыкии. В настоящее время условия производства направлены на возможные пути увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур, что также отразится на рентабельности производства [2, 7]. Поставленные задачи решаются посредством подбора урожайных, различных по скороспелости сортов, приспособленных к засушливым условиям Калмыкии; применение различных агротехнических приемов возделывания культуры томата. Разнообразие сортов томата, отличающихся высокой продуктивностью, качеством плодов, адаптированных к конкретным природно-климатическим условиям, в настоящее время достаточно большое.

В связи с этим нами были проведены исследования по отбору сортовых образцов для выращивания в аридных условиях Республики Калмыкия. Эффективность производства овощей возрастает при использовании интенсивных приемов агротехники [7, 9, 6, 10]. Внедрение новых высокопродуктивных адаптированных к конкретным условиям сортов томата способствует повышению продуктивности и повышению качества томатопродукции. Также этому способствует применение элементов адаптивной технологии возделывании культуры.

В Республике Калмыкия также создаются индетерминантные сортообразцы томата, предназначенные для выращивания в открытом грунте [8, 1, 3, 7]. В связи с этим необходимо изучать особенности их роста, развития и формирования продуктивности. Немаловажное значение имеет разработка основных агротехнических приемов повышения потенциальной продуктивности томата [5, 11, 12]. Влияние негативных погодных условий возможно снизить за счет выбора оптимальной схемы посадки культуры, а также за счет использования мульчирующих материалов при возделывании в открытом грунте. Цель проведения опытов заключалась в усовершенствовании технологии возделывания томата при капельном орошении с разной схемой посадки, применением органических мульчирующих материалов и новых перспективных сортообразцов на подзоне светло-каштановые почвы.

Материалы и методы. Полевые опыты проводились в учебно-научно-производственном центре «Агрономус» Калмыцкого государственного университета им. Б.Б. Городовикова в 2016...2018 годах. Учеты и наблюдения велись в соответствии с методикой полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве. Площадь опытной делянки – 20...40 м², учетной – 10...25 м². Повторность – трехкратная. В опыте использовали следующие виды мульчирующего материала: рисовая шелуха – отходы рисового производства; опилки – отходы древесины лиственных пород; мешковина – мешочная ткань. Рисовую шелуху и опилки вносили под растения томата после высадки в открытый грунт слоем 0,08...0,10 м и шириной 0,3 м. Мешковину шириной 0,3 м раскладывали на ряд, делали крестообразные разрезы через 0,2 м, в которые высаживали рассадные растения томата по схеме 1,4х0,2 м. Полевые опыты по определению влияния органического мульчирующего материала на урожайность и качество различных сортообразцов томата проводились по схеме посадки 1,4х0,2 м на капельном орошении (2015...2017 гг.). Схема опыта по фактору А (вид мульчирующего материала) включала следующие виды мульчирующего материала: вариант А₁ – без мульчирования (контроль); вариант А₂ – рисовая шелуха; вариант А₃ –

опилки; вариант А₄ – мешковина. Изучение сортообразцов и сортов томата (фактор В) проводилось по следующим вариантам: вариант В₁ – Новичок; В₂ – Моряна; В₃ – Новый-1; В₄ – Калмыцкий жаростойкий.

Результаты и обсуждение. В засушливых условиях резко континентального климата Калмыкии влияние температурного фактора является определяющим. Температурный режим почвы оказывает существенное влияние на развитие корневой системы и в целом всего растения. Использование различных мульчирующих материалов оказывает влияние на температуру в приземной зоне растений томата. В начальный период адаптации рассады после высадки в открытый грунт использование мульчирующих материалов повышает температуру почвы и препятствует испарению влаги. При дальнейшем развитии растений на фоне повышения температуры воздуха мульчирование снижает воздействие высоких дневных температур в зоне развития корневой системы. В опытах со второй декады мая велись наблюдения за температурным режимом почвы. Было установлено, что под светлыми мульчирующими материалами: рисовой шелухой и опилками – накопление тепловой солнечной энергии в почве происходило более интенсивно, по сравнению с вариантами без мульчирования и при мульчировании мешковиной (таблица 1).

Мульчирование рисовой шелухой и опилками в течение первой декады мая вызвало повышение температуры почвы на глубине 0,05 м, в среднем за все годы исследований, на 0,4...0,5 °С по сравнению с контролем и на 0,3 °С при мульчировании мешковиной.

Таблица 1 – Влияние различных мульчирующих материалов на среднедневную температуру почвы на глубине 0,05 м (среднее 2015...2017 годы)

Вид мульчирования	Сортообразец	Май		Июнь		
		II	III	I	II	III
Контроль (без мульчирования)	Н*	20,2	21,2	23,1	24,2	24,3
	М*	20,4	21,0	22,7	24,5	24,5
	Н-1*	20,1	21,4	22,6	24,1	24,2
	Кж*	20,3	21,3	22,2	24,0	23,8
Опилки	Н*	20,8	21,3	21,2	22,6	22,5
	М*	20,4	21,7	21,3	22,5	22,4
	Н-1*	20,3	21,3	20,9	22,2	22,6
	Кж*	20,5	21,6	21,0	22,4	22,4
Рисовая шелуха	Н*	20,7	21,8	20,5	22,4	22,7
	М*	20,6	21,5	21,2	22,7	22,5
	Н-1*	20,5	21,7	20,5	22,3	22,6
	Кж*	20,6	21,8	20,3	22,5	22,3
Мешковина	Н*	20,3	21,3	21,7	23,8	23,7
	М*	20,4	21,4	21,4	23,9	24,2
	Н-1*	20,5	21,7	21,3	23,5	23,7
	Кж*	20,4	21,5	21,0	23,5	23,2

Примечание: Н* – Новичок; М* – Моряна; Н-1* – Новый-1; Кж* – Калмыцкий жаростойкий.

В третьей декаде мая отмечалась аналогичная закономерность. В июне, с повышением температуры воздуха, была выявлена обратная закономерность, т.е. мульчирующие материалы оказывали охлаждающее влияние на почву, в связи с чем температура под ними понижалась в среднем в первой декаде на 1,8 °С под рисовой шелухой, опилками и 1,3 °С под мешковиной.

В середине июня на температуру почвы оказывали влияние не только тип мульчирующего материала, но и вегетирующие растения томата, сформировавшие к этому времени большую листовую поверхность, которая прикрывала почву и тем самым частично исключалось влияние мульчирования на температуру почвы. Под рисовой шелухой и опилками наблюдалось снижение температуры почвы в среднем на 1,7...1,8 °С, под мешковиной – на 0,4...0,5 °С. Среди изучаемых сортов образцов следует отметить, что детерминантные сорта томата Моряна и Новичок – растения нештамбовые, имеющие среднеоблиственный компактный куст, вследствие чего затеняемая поверхность почвы под ними была незначительной, в сравнении с индетерминантными сортами Новый-1 и Калмыцкий жаростойкий. Как в варианте без мульчирования, так и в вариантах с применением различных мульчирующих материалов температура почвы под индетерминантными сортами была в среднем ниже на 0,3 °С, чем под детерминантными сортами.

На глубине 0,10 м во второй декаде мая температура почвы под рисовой шелухой и опилками превышала показатели контрольного варианта на 0,4 °С, а под мешковиной – на 0,2 °С. В июне также были отмечены более низкие температурные показатели почвы, в среднем на 2,0 °С под мульчирующими материалами по сравнению с контролем. В варианте с использованием в качестве мульчирующего материала мешковины понижение температуры почвы в июне на глубине 0,10 м составило 0,2...0,4 °С (таблица 2). Можно отметить аналогичную закономерность влияния индетерминантных сортов Новый-1 и Калмыцкий жаростойкий на температурные показатели почвы на глубине 0,10 м, также как и на глубине 0,05 м.

При анализе хода утренней температуры почвы, который показывал ее снижение в ночное время, установлено, что контроль и варианты с мульчированием несколько отличались от дневных показателей. Но под опилками и рисовой шелухой температура всегда была выше.

Таблица 2 – Влияние различных мульчирующих материалов на среднедневную температуру почвы на глубине 0,10 м (среднее 2015...2017 годы)

Вид мульчирования	Сорто-образец	Май		Июнь		
		II	III	I	II	III
Контроль (без мульчирования)	Н*	20,1	20,9	22,4	24,2	24,2
	М*	20,2	21,2	22,5	24,4	24,3
	Н-1*	20,1	21,1	22,1	24,3	23,9
	Кж*	20,2	21,1	22,3	23,8	23,7
Опилки	Н*	20,6	21,3	20,3	22,6	22,5
	М*	20,3	21,6	21,2	22,7	22,4
	Н-1*	20,7	20,8	20,4	22,3	22,3
	Кж*	20,5	21,5	20,1	22,5	22,0
Рисовая шелуха	Н*	20,7	21,7	20,3	22,3	22,3
	М*	20,7	21,5	21,2	22,5	22,5
	Н-1*	20,5	21,6	20,5	22,4	22,5
	Кж*	20,3	21,8	20,1	22,3	22,1
Мешковина	Н*	20,4	21,3	21,6	23,6	23,6
	М*	20,5	21,2	21,3	23,8	24,1
	Н-1*	20,2	21,6	21,0	23,5	23,7
	Кж*	20,2	21,4	21,3	23,6	23,3

Примечание: Н* - Новичок; Н-1* – Новый-1; М* – Моряна; Кж* – Калмыцкий жаростойкий.

Отмечалось, что в первоначальный период приживаемость рассады томатов в открытом грунте при невысоких положительных температурах воздуха в мае на варианте с использованием в качестве мульчи рисовой шелухи температурный режим почвы был наилучшим, по сравнению с другими изучаемыми мульчирующими материалами. Это прослеживалось на протяжении всего вегетационного периода.

Таким образом, наблюдения за температурой почвы в посадках томата показали, что различные мульчирующие материалы регулируют температурный режим, обеспечивая благоприятные условия для развития корневой системы растений. Установлено, что по мере затенения растениями поверхности почвы, тепловой эффект от мульчирования снижался.

Для формирования продуктивности и дальнейшего роста и развития растений, влажность почвы имеет большое значение, наряду с другими факторами. Томат формирует большую вегетативную массу и испаряющую поверхность. Влажность является основным лимитирующим фактором в Калмыкии при возделывании овощных культур. В условиях Калмыкии орошение является самым эффективным приемом, обеспечивающим стабильное повышение урожая в среднем на 20...30 %. Повышение урожайности также зависит от применяемого способа полива. Более рациональным и действенным способом полива является капельное орошение, обеспечивающее точность поддержания необходимого уровня влажности почвы в посадках томата [4, 13].

В опытах было изучено изменение влажности почвы под растениями за период вегетации томатов разных сортообразцов в зависимости от различных видов органических мульчирующих материалов. Количество выпавших осадков в период вегетации томата по годам было неодинаковым, что потребовало провести неодинаковое количество поливов. Уменьшение физического испарения с поверхности замульчированной почвы достигалось за счет использования мульчирующих материалов. Это способствовало более полному сохранению влаги в корнеобитаемом слое почвы в разной степени. Исследованиями установлено, что в течение вегетации предполивная влажность под мульчирующими материалами была в 1,12...1,17 раза выше, чем на контроле без мульчирования. Опилки, как и рисовая шелуха, обладали хорошим влагосохраняющим эффектом. Предполивная влажность почвы под этими материалами была выше контроля: в мае – на 11,4 %; в июне – на 13,2, в июле – на 11,6; в августе – на 11,5 %. На варианте с мешковиной этот показатель был на 7,6 % меньше, чем на варианте с использованием рисовой шелухи. За период вегетации томата выпало в 2015 году – 110 мм осадков, в 2016 году – 147, и в 2017 году – 114 мм, что в среднем составило 87,3 мм продуктивных осадков. В среднем за годы исследований для увлажнения активного слоя почвы проведено от 20 до 23 вегетационных поливов, нормой 150 м³/га. Суммарное водопотребление томата в зависимости от изучаемых вариантов по мульчированию почвы было неодинаковым, что составило на контроле 4868 м³/га, на других вариантах в зависимости от защитного материала от 4361 до 4511 м³/га (таблица 3).

Таблица 3 – Суммарное водопотребление томата Новый-1 при капельном орошении с использованием мульчирующих материалов (среднее за 2015...2017 гг.)

Вид мульчирования	Оросительная норма, м ³ /га	Продуктивные осадки, м ³ /га	Использовано из почвенных влагозапасов м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /га
Контроль (без мульчирования)	3460	873	535	4868	114,3
Опилки	3060	873	428	4361	86,9
Рисовая шелуха	3180	873	458	4511	87,1
Мешковина	3210	873	420	4503	94,6

Применение рисовой шелухи и опилок давало наибольший эффект от регулирования температурного и влажностного режимов почвы и более рационального проведения поливов. Коэффициент водопотребления томата по сортообразцу Новый-1 составил на контроле – 114,3 м³/т, на других вариантах от 86,9 до 94,6 м³/т урожая. Улучшенные условия выращивания при оптимальной схеме посадки 1,4х0,2 м и мульчировании почвы различными органическими материалами способствовали активизации темпов ростовых процессов растений и плодообразованию изучаемых сортообразцов томата. Наилучший прирост все изучаемые сортообразцы имели на варианте с использованием рисовой шелухи в качестве мульчи (таблица 4).

Таблица 4 – Структура урожая сортообразцов томата при схеме посадки 1,4х0,2 м (1) и различных видах мульчирования (среднее 2015...2017 гг.)

Вид мульчирования (А)	Сорто-образец (В)	Урожайность, т/га	Структура плодов по ГОСТу, %		
			стандарт	нестандарт	отход
Контроль (без мульчирования)	Н*	38,1	90,2	7,2	2,6
	М*	40,2	90,5	7,1	2,4
	Н-1*	42,5	92,7	5,2	2,1
	Кж*	41,5	86,5	9,7	3,8
Опилки	Н*	44,6	92,6	5,3	2,1
	М*	45,6	93,0	4,8	2,2
	Н-1*	50,1	94,8	3,4	1,8
	Кж*	48,4	89,6	6,5	3,9
Рисовая шелуха	Н*	45,9	93,2	4,6	2,2
	М*	46,5	93,9	4,4	1,7
	Н-1*	51,7	95,1	3,2	1,7
	Кж*	49,8	90,1	6,3	3,6
Мешковина	Н*	41,2	91,2	6,5	2,3
	М*	42,7	92,1	5,4	2,5
	Н-1*	47,7	93,2	4,5	2,3
	Кж*	45,6	88,4	7,8	3,8
НСР _{0,05}	НСР (А) – 3,2 НСР (В) – 3,3				

Примечание: Н* - Новичок; М* – Моряна; Н-1* – Новый-1; Кж* – Калмыцкий жаростойкий.

Более активное развитие растений на этом варианте прослеживалось при прохождении всех фенологических фаз. Показатели продуктивности растения являются определяющими при оценке сортообразцов. Лидером на контроле и на вариантах с разными видами мульчирующих материалов был сортообразец Новый-1. На варианте с применением рисовой шелухи была получена урожайность этого образца 51,8 т/га, что на 9,2 т/га выше, чем на варианте без мульчирования.

Высокий выход стандартных плодов отмечался у всех изучаемых сортообразцов на вариантах с мульчей. Сортообразец Калмыцкий жаростойкий выделялся количеством нестандартных плодов и более высоким отходом: на варианте без мульчирования – 13,5 %, под опилками – 10,4, под рисовой шелухой – 9,9, под мешковиной – 11,6 %.

Цены на товарную продукцию томата в различные годы варьировали в зависимости от складывающейся ситуации на рынке. Наибольший экономический эффект 344,7 и 369,0 тыс. руб. (таблица 5) получен на варианте с использованием рисовой шелухи на сортообразцах Калмыцкий жаростойкий и Новый-1, соответственно. Наибольшая адаптированность этих сортов к местным климатическим условиям позволила получить достаточно высокую рентабельность – 224...236 %.

Таблица 5 – Экономическая эффективность выращивания сортообразцов томата в зависимости от схемы посадки и вида мульчирующего материала при капельном орошении (2015...2017 гг.)

Вид мульчирования	Сорто-образец	Урожайность, т/га	Затраты на 1 га, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб.	Рентабельность, %
Контроль (без мульчирования)	Н*	38,1	111,2	192,8	174
	М*	40,2	114,0	208,2	183
	Н-1*	42,5	117,2	223,6	191
	Кж*	41,5	115,4	215,8	187
Опилки	Н*	44,6	157,5	285,3	181
	М*	45,6	159,2	300,6	189
	Н-1*	50,1	175,1	337,9	193
	Кж*	48,4	182,5	306,4	167
Рисовая шелуха	Н*	45,9	148,3	292,7	201
	М*	46,5	149,3	300,5	201
	Н-1*	51,7	156,5	369,1	236
	Кж*	49,8	153,6	344,7	224
Мешковина	Н*	41,2	180,0	298,0	165
	М*	42,7	182,3	317,2	174
	Н-1*	47,7	188,2	328,3	174
	Кж*	45,6	185,8	319,9	172

Примечание: Н* - Новичок; М* – Моряна; Н-1* – Новый-1; Кж* – Калмыцкий жаростойкий.

Закключение. Наилучший прирост все изучаемые сортообразцы имели на варианте с использованием рисовой шелухи в качестве мульчи. Лидером на всех вариантах с разными видами мульчирующих материалов был сортообразец Новый-1. На варианте с применением рисовой шелухи получена урожайность этого образца 51,8 т/га, что на 9,2 т/га выше, чем на варианте без мульчирования. Наибольший экономический эффект был получен на сортообразцах Новый-1 и Калмыцкий жаростойкий при использовании рисовой шелухи в качестве мульчирующего материала – 344,7 и 369,0 тыс. руб. Внедрение данной технологии способствовало повышению рентабельности производства до 236 %, соответственно.

Библиографический список

1. Батыров, В.А. Влияние площади питания и мульчирования на урожайность томатов (*Licopersicon Esculentum*) [Текст] / В.А. Батыров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (41). – С. 74-76.
2. Батыров, В.А. Влияние агротехнических приемов на урожайность томата в центральной зоне Калмыкии [Текст] / В.А. Батыров, М.М. Оконов // Проблемы развития АПК региона. - 2015. - № 22. - С. 4-5.
3. Батыров, В.А. Особенности выращивания рассады и биохимические показатели сортообразцов томата в зависимости от мульчирования [Текст] / В.А. Батыров, М.М. Оконов // Инновационная наука. – 2015. – Т. 3. – № 5 (5). – С. 27-30.
4. Батыров, В.А. Влияние густоты стояния на рост, развитие и продуктивность томата в условиях Нижнего Поволжья [Текст]/ В.А. Батыров, М.М. Оконов, С.В. Убушаева // Известия Кабардино-Балкарского аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2016. – № 4 (14). – С. 13-20.
5. Влияние агротехнических приемов на рост, развитие и продуктивность томата в условиях Нижнего Поволжья [Текст] / Е.В. Калмыкова, Н.Ю. Петров, С.В. Убушаева и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 2. – С. 111-118.

6. Влияние мульчирования как агротехнического приема на динамику контуров увлажнения при внутрипочвенном и капельном орошении [Текст] / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 1 (45). – С. 155-161.

7. Даваасурэн, С.Г. Агропромышленный комплекс республики Калмыкия: состояние и перспективы [Текст] / С.Г. Даваасурэн // Евразийский союз ученых. – 2015. – № 4 (13). – С. 67-70.

8. Мульчирующие материалы растительного происхождения при выращивании картофеля в Астраханской области [Текст] / Ш.Б. Байрамбеков, Г.В. Гуляева, А.Н. Галкин и др. // Овощи России. – 2016. – № 2 (341). – С. 78-80.

9. Разработка комплексной системы повышения качественных характеристик плодов томата при орошении в условиях Нижнего Поволжья [Текст] / В.П. Зволинский, Н.Ю. Петров, Е.В. Калмыкова и др. // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 2 (55). – С. 75-84.

10. Adekiya, A.O. Legume mulch materials and poultry manure affect soil properties, and growth and fruit yield of Tomato [Text] / A.O. Adekiya // Agriculturae Conspectus Scientificus. – 2018. – 83(2). – P. 161-167.

11. Inzunza-Ibarra, M.A. Tomato response to types of plastic mulch and drip irrigation levels [Respuesta del tomate a tipos de acolchado plástico y niveles de riego con cinta] [Text] / M.A. Inzunza-Ibarra, E.A. Catalán-Valencia, M. Villa-Castorena, R. López-López, E. Sifuentes-Ibarra // Revista Fitotecnia Mexicana. – 2017. – № 40(1). – P. 9-16.

12. Khan, I.A. Plant spacing and mulching together affect the phenology and yield of tomato crop [Text] / I.A. Khan, Z. Hussain, T. Bakht, Luqman // Journal of Animal and Plant Sciences. – 2018. – 28(2). – P. 546-551.

13. Valšíková, M. Monitoring of Bioactive Compounds of Tomato Cultivars as Affected by Mulching Film [Text] / M. Valšíková, J. Mlček, L. Snopek, D. Sumczynski, O. Paulen // Scientia Agriculturae Bohemica. – 2018. – № 49(4). – P. 267-273.

Reference

1. Batyrov, V. A. Vliyanie ploschadi pitaniya i mul'chirovaniya na urozhajnost' tomatov (Licopersicon Esculentum) [Tekst] / V. A. Batyrov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - № 3 (41). - P. 74-76.

2. Batyrov, V. A. Vliyanie agrotehnicheskikh priemov na urozhajnost' tomata v central'noj zone Kalmykii [Tekst] / V. A. Batyrov, M. M. Okonov // Problemy razvitiya APK regiona. - 2015. - № 22. - P. 4-5.

3. Batyrov, V. A. Osobennosti vyraschivaniya rassady i biohimicheskie pokazateli sortoobrazcov tomata v zavisimosti ot mul'chirovaniya [Tekst] / V. A. Batyrov, M. M. Okonov // Innovacionnaya nauka. - 2015. - T. 3. - № 5 (5). - P. 27-30.

4. Batyrov, V. A. Vliyanie gustomy stoyaniya na rost, razvitie i produktivnost' tomata v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / V. A. Batyrov, M. M. Okonov, S. V. Ubushaeva // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo agrarnogo universiteta im. V. M. Kokova. - 2016. - № 4 (14). - P. 13-20.

5. Vliyanie agrotehnicheskikh priemov na rost, razvitie i produktivnost' tomata v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / E. V. Kalmykova, N. Yu. Petrov, S. V. Ubushaeva i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 2. - P. 111-118.

6. Vliyanie mul'chirovaniya kak agrotehnicheskogo priema na dinamiku konturov uvlazhneniya pri vnutripochvennom i kapel'nom oroshenii [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 1 (45). - P. 155-161.

7. Davaasurjn, S. G. Agropromyshlennyj kompleks respubliky Kalmykiya: sostoyanie i perspektivy [Tekst] / S. G. Davaasurjn // Evrazijskij soyuz uchenyh. - 2015. - № 4 (13). - P. 67-70.

8. Mul'chiruyushchie materialy rastitel'nogo proisxozhdeniya pri vyraschivanii kartofelya v Astrahanskoj oblasti [Tekst] / Sh. B. Bajrambekov, G. V. Gulyaeva, A. N. Galkin i dr. // Ovoschi Rossii. - 2016. - № 2 (341). - P. 78-80.

9. Razrabotka kompleksnoj sistemy povysheniya kachestvennyh harakteristik plodov to-mata pri oroshenii v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / V. P. Zvolinskij, N. Yu. Petrov, E. V. Kalmykova i dr. // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2018. - № 2 (55). - P. 75-84.

10. Adekiya, A.O. Legume mulch materials and poultry manure affect soil properties, and growth and fruit yield of Tomato [Text] / A.O. Adekiya // Agriculturae Conspectus Scientificus. - 2018. - 83(2). - P. 161-167.

11. Inzunza-Ibarra, M.A. Tomato response to types of plastic mulch and drip irrigation levels [Respuesta del tomate a tipos de acolchado plástico y niveles de riego con cinta] [Text] / M.A. Inzunza-Ibarra, E.A. Catalán-Valencia, M. Villa-Castorena, R. López-López, E. Sifuentes-Ibarra // Revista Fitotecnia Mexicana. - 2017. - № 40(1). - P. 9-16.

12. Khan, I.A. Plant spacing and mulching together affect the phenology and yield of tomato crop [Text] / I.A. Khan, Z. Hussain, T. Bakht, Luqman // Journal of Animal and Plant Sciences. - 2018. - 28(2). - P. 546-551.

13. Valšíková, M. Monitoring of Bioactive Compounds of Tomato Cultivars as Affected by Mulching Film [Text] / M. Valšíková, J. Mlček, L. Snopek, D. Sumczynski, O. Paulen // Scientia Agriculturae Bohemica. - 2018. - № 49(4). - P. 267-273.

E-mail: vladimir-ba@mail.ru

УДК 635.64

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-11

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ АДАПТИВНОСТИ ТОМАТОВ ПРИ ИХ ИНТРОДУКЦИИ В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

FEATURES OF STUDYING THE ADAPTABILITY OF TOMATOES WITH THEIR INTRODUCTION IN THE ARID CONDITIONS OF THE NORTH-WESTERN CASPIAN

Т.В. Мухортова, кандидат сельскохозяйственных наук

Е.Г. Мягкова, научный сотрудник

Е.Н. Петров, младший научный сотрудник

T.V. Mukhortova, E.G. Myagkova, E.N. Petrov

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Прикаспийский аграрный федеральный научный центр

Российской академии наук»

Federal state budgetary scientific institution

«Caspian agricultural Federal scientific center of the Russian Academy of Sciences»

Показаны погодные условия за годы изучения томатов, рассчитан ГТК по Г. Т. Селянинову. Представлена динамика высоты растений и образования плодозлементов, рассчитана среднесортная урожайность плодов томата за три года изучения и коэффициент адаптивности. Определена биологическая урожайность сортов и линий томатов как по годам, так и в среднем за три года изучения, выделены лучшие по продуктивности сорта: Чаровница оранжевая с урожайностью 157,9 т/га, Чардыш – 102,5 т/га, Чаровница красная – 85,54 т/га, а также линия Л 763 – 104,8 т/га. Интенсивность роста и высота растений в фазу плодообразования максимальной в изучении была у наиболее продуктивных сортов и линий: Чаровница красная – 0,51 м, Чардыш – 0,50 м, Чаровница оранжевая – 0,48 м. У линии Л 740а – 0,46 м. Биологическая урожайность, максимальная в изучении, получена у сорта Чаровница оранжевая – 157,9 т/га с самым высоким коэффициентом адаптивности 1,74, а также у сорта Чардыш – с урожайностью 102,5 т/га и коэффициентом адаптивности – 1,13. У линии Л 763 урожайность, в среднем за три года составила 104,8 т/га, коэффициент адаптивности при этом составил 1,15. Указанные выше сорта и линии с высоким уровнем урожайности и коэффициентом адаптивности могут быть рекомендованы для широкого производственного внедрения, а также для вовлечения в селекционный процесс.

The article shows the weather conditions for the years of the study of tomatoes, calculated by the SCC according to G. T. Selyaninov. The dynamics of plant height and the formation of fruit elements are presented, the average-grade yield of tomato fruits for three years of study and the coefficient of adaptability are calculated. The biological yield of varieties and lines of tomatoes was determined, both by year and on average for three years of study, the best productivity varieties were identified: Orange charmer with a yield of 157,9 t / ha, Chardysh – 102,5 t / ha, Charmer red – 85,54 t / ha, as well as the line L 763 – 104,8 t / ha. The growth rate and height of plants in the phase of fruit formation was the most productive in the study of the most productive varieties and lines: Red charmer – 0,51 m, Chardysh – 0,50 m, Orange Charmer – 0,48 m. At the line L 740 a - 0, 46 m. The biological yield, the maximum in the study, was obtained from the Tarabovitsa orange va-riety – 157,9 t / ha, with the highest adaptability coefficient 1,74, and also from the Chardysh variety - with the yield of 102,5 t / ha and the adaptability coefficient - 1,13. The line L 763 yields, on average, for three years amounted to 104,8 t / ha, while the adaptability coefficient was 1,15. The above varieties and lines with a high level of yield and adaptability can be recommended for widespread industrial introduction, as well as for involvement in the selection process.

Ключевые слова: *томаты, сорта томатов, биологическая урожайность томатов, плодообразование, адаптивность, коэффициент адаптивности томатов.*

Key words: *tomatoes, tomato varieties, biological yield of tomatoes, fruit formation, adaptability, the coefficient of adaptability.*

Введение. Агроклиматический потенциал зоны Северо-Западного Прикаспия достаточно высок, он позволяет проводить интродукцию многих овощных и бахчевых культур и изучать их с позиции соответствия экологическим условиям возделывания.

Сроки формирования урожая, количество и качество полученной продукции являются результатом взаимодействия овощных растений со средой обитания. Без учёта состояния среды невозможно разработать оптимальную адаптивную систему агротехнических мероприятий или создать зональную систему возделывания наиболее важных в экономическом плане культур [1].

Согласно экологическим требованиям к овощным растениям все факторы внешней среды, действующие на растения, разделены на четыре группы:

- климатические – осадки, тепло, свет, влажность и состав воздуха;
- почвенные (эдафические) – агрофизический и химический состав почвы, содержание в ней общего и доступного запаса влаги;
- биотические – условия, определяемые воздействием на овощные растения макро- и микрофлоры и фауны;
- антропогенные – результат воздействия человека (орудия труда, машины и механизмы, удобрения и пестициды, загрязнение окружающей среды).

Условия внешней среды, влияющие на овощные растения, незаменимы и действуют комплексно.

Хотя в обычных условиях мы обращаем внимание на действие небольшого числа внешних факторов, которые в данный момент ограничивают ростовые или продукционные процессы, но, если оптимизировать условия внешней среды, можно добиться значительного повышения продуктивности овощных растений с максимальной экономической отдачей [7].

Успешность интродукции новых сортов и гибридов не только томатов, но и любых других овощных культур во многом зависит от их реакции на тот или иной фактор внешней среды, которая, в свою очередь, определяется геномом сорта, а также возрастом растений. Реакция на факторы внешней среды является основным критерием изучения адаптивности сорта [8].

Цель исследования заключается в определении адаптивности изучаемых сортов и линий томатов отечественной селекции в условиях аридной зоны при возделывании их на капельном орошении.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- определить динамику высоты растений томатов за период цветение – плодообразование;
- определить динамику плодообразования при вступлении в плодоношение;
- провести учет биологической урожайности плодов томатов по фактическим сборам;
- определить коэффициент адаптивности томатов.

Материалы и методы. В изучение включены сорта отечественной селекции: Чаровница красная, Чаровница оранжевая, Перст, Северянка, Малинка и Чардыш, а также три линии: Л 740 а, Л 750 и Л 763.

В изучении использованы: методика полевого опыта Б. А. Доспехова (1985 г.), методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве В. Ф. Белика (1992 г.), методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции овощных пасленовых культур (томаты, перец, баклажаны) Д. Д. Брежнева (1977 г.), методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов озимой пшеницы по урожайности (1994 г.) и методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность» А. А. Животкова (1994 г.) [2, 3, 4, 5, 6].

Результаты и обсуждение. Томат, как растение тропического происхождения, относится к теплолюбивым культурам. Температурный оптимум фотосинтеза у него составляет 20-30 °С. При повышении температуры воздуха до 35 °С пыльца у томата становится стерильной, а при ночных температурах ниже 15 °С она не прорастает. При температуре около 40 °С расход ассимилянтов на дыхание превосходит поступление от фотосинтеза [9, 10].

Обеспеченность интродуцируемых сортов томатов теплом и атмосферными осадками прослеживается по данным, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Степень увлажнения территории проведения исследований, среднее за 2012-2014 гг.

№ п/п	Месяц	Σ активных температур >10°C, °C			Осадки, мм			Гидротермический коэффициент, ГТК		
		2012 г.	2013 г.	2014 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
1	Май	664,8	661,3	678,3	19,3	6,8	7,8	0,3	0,1	0,1
2	Июнь	763,4	704,7	699,1	27,8	9,2	11,7	0,4	0,1	0,2
3	Июль	812,9	759,6	806,1	16,1	20,0	3,9	0,2	0,3	0,1
4	Август	783,6	728,9	840,8	22,1	0,0	24,1	0,3	0,3	0,3
5	Сентябрь	537,3	447,7	503,7	8,4	40,1	23,8	0,2	0,9	0,5
Σ активных температур и осадков		3562,0	3302,2	3528,0	93,7	76,1	71,3	Среднее за вегетацию по годам		
								0,3	0,3	0,2

По накоплению активных температур выше 10 °С самым жарким был июль с наименьшим показателем 759,6 °С в 2013 году и с самым высоким 812,9 °С – в 2012 году.

В целом вегетационные периоды с мая по сентябрь были обеспечены суммами активных температур в значительных величинах: 3562,0 °С – в 2012 году; 3302,2 °С – в 2013 году; 3528,0 °С – в 2014 году.

Сумма осадков варьировала от 71,3 мм в 2014 году до 93,7 мм – в 2012 году.

Соотношение осадков с суммой активных температур позволило вычислить степень увлажнения территории – ГТК (гидротермический коэффициент, также приведенный в таблице 1. Низкий показатель ГТК – 0,2-0,3 – указывает на высокую степень засушливости территории. Выращивание томатов в таких условиях осуществлялось на орошаемом поле с использованием системы капельного орошения.

В изучении использовались сорта и линии томатов. Динамика высоты растений томатов, представленная в таблице 2, демонстрирует интенсивность роста их сортов и линий и показывает преимущества по высоте как по фазам развития, так и по межфазным периодам.

Таблица 2 – Динамика высоты растений томатов, среднее за 2012-2014 гг.

№ п/п	Сорт, линия	Цветение			Плодообразование				Среднее, м
		начало 07-10.06	массовое 16-20.06		начало 27-30.06		массовое 08-10.07		
		высота, м	высота, м	прирост, м	высота, м	прирост, м	высота, м	прирост, м	
1	Чаровница красная	0,23	0,33	+0,09	0,45	+0,13	0,51	+0,05	+0,09
2	Чаровница оранжевая	0,18	0,28	+0,10	0,37	+0,09	0,48	+0,11	+0,10
3	Перст	0,21	0,31	+0,11	0,36	+0,04	0,38	+0,02	+0,06
4	Северянка	0,16	0,31	+0,15	0,43	+0,12	0,44	+0,01	+0,09
5	Малинка	0,10	0,23	+0,13	0,33	+0,10	0,40	+0,07	+0,10
6	Чардыш	0,15	0,29	+0,14	0,38	+0,10	0,50	+0,12	+0,12
7	Л 740 а	0,17	0,33	+0,15	0,44	+0,12	0,46	+0,02	+0,10
8	Л 750	0,15	0,28	+0,13	0,31	+0,03	0,39	+0,08	+0,08
9	Л 763	0,23	0,45	+0,22	0,55	+0,10	0,71	+0,16	+0,16

Так, в фазе начала цветения, отмеченного 7-10 июня (в среднем за три года изучения), самыми высокими с высотой 0,23 м были растения сорта Чаровница красная, а также растения линии Л 763, которые в фазу массового цветения достигли высоты 0,33 и 0,45 м с приростом 0,09 и 0,22 м. В эту фазу все сорта были достаточно выравнены по высоте. Высота варьировала от 0,28 у линии Л 750 до 0,33 м у сорта Чаровница красная.

В фазу начала и массового плодообразования высота растений значительно увеличилась. Так, у линии Л 763 она составила 0,55 и 0,71 м; у сорта Чаровница красная – 0,45 и 0,51 м. К моменту массового плодообразования высота сорта Чаровница оранжевая также увеличилась до 0,48 м, у сорта Чардаш – до 0,50 м; у линии Л 740а – до 0,46 м.

Процесс образования плодоземелентов и его интенсивность – это косвенные показатели адаптивности интродуцируемых сортов томатов (таблица 3).

По количеству цветущих кистей на растении в фазу массового цветения выделился сорт Чаровница красная – 3,2 шт., а также сорт Перст – 2,6 шт. К началу плодообразования их количество возросло до 6,0 и 5,6 штук. Количество плодов было также самым высоким от 4,0 до 23,6 штук на растении – у сорта Чаровница красная и от 2,2 до 20,0 – у сорта Чаровница оранжевая.

В фазу массового плодообразования максимальное количество плодов было зафиксировано также у сортов: Чардыш – 19,2 шт. на растении, Л 763 – 18,8; Северянка – 18,4; и некоторых других. У линии Л 740 а было сформировано минимальное количество плодов – 12,6 плодов, у линии Л 750 – 14,7 штук и у сорта Малинка – 14,5 штук/растение.

Таблица 3 – Наличие плодозлементов в период вступления в плодоношение томатов, среднее за 2012-2014 гг.

№ п/п	Сорт, линия	Количество кистей, шт.				Количество кистей, плодов, шт.					
		начало цветения 07-10.06		массовое цветение 16-20.06		начало плодообразования 27-30.06			массовое плодообразование 08-10.07		
		всего	в т.ч. цветущих	всего	в т.ч. цветущих	всего	в т.ч. цветущих	плодов	всего	в т.ч. цветущих	плодов
1	Чаровница красная	4,2	2,2	4,4	3,2	11,2	6,0	4,0	11,2	11,2	23,6
2	Чаровница оранжевая	2,8	0,6	4,6	2,2	11,0	5,6	2,2	9,0	9,0	20,0
3	Перст	3,2	1,4	4,8	2,6	9,6	5,4	3,0	7,2	7,2	16,6
4	Северянка	-	-	2,8	0,2	10,2	5,2	1,2	9,4	9,4	18,4
5	Малинка	2,2	0,2	5,8	1,2	8,2	4,4	2,0	7,4	7,4	14,5
6	Чардыш	1,2	-	2,8	1,0	5,2	2,4	1,8	5,6	5,6	19,2
7	Л 740 а	3	1	5,0	1,8	9,2	4,0	4,0	8,8	8,8	12,6
8	Л 750	1,8	0,6	3,6	2,2	7,4	3,8	2,0	6,8	6,8	14,7
9	Л 763	3,0	-	5,6	2,4	10,4	5,0	2,2	6,0	6,0	18,8

Основным критерием оценки адаптивности сорта является его реакция на факторы внешней среды. В показателе «урожайность» аккумулируются все поведенческие реакции сортов на факторы выращивания.

Животковым А.А. совместно с Морозовой З.А. разработана методика выявления адаптивности и потенциальной продуктивности сортов озимой пшеницы лишь по анализу величины урожая. Эта методика апробирована нами на ряде овощных культур: картофеле, огурцах, перце сладком, баклажанах, томатах и технических культурах.

В основу методики положены следующие положения:

- реакция сортов, высаженных одновременно, на факторы выращивания в целом одинакова, сорта ведут себя как целостная видовая система;
- в полевых популяциях сортов налаживается схема осуществления морфогенеза и формируется закономерный уровень продуктивности;
- сортоспецифические черты морфогенеза у разных сортов проявляются на общем фоне доминирования видовых адаптаций.

Для определения продуктивности и адаптивного потенциала сортов с учетом варьирования их урожая по годам используется понятие «среднесортная урожайность года» – показатель общей видовой адаптивной реакции культуры на конкретные условия выращивания. Среднесортная урожайность является показателем нормы реакции определенной группы сортов на факторы внешней среды в конкретном году. Рассчитывается этот показатель путём деления суммы урожайностей сортов на их количество.

Реакцию каждого из испытываемых сортов можно определить путём сопоставления его урожайности со среднесортной.

Коэффициент адаптивности, приближенный к единице или превышающий её, характеризует сорт как высокоадаптивный. Данные по адаптивности изучаемых сортов и линий приведены ниже в таблице 4.

Из результатов таблицы 4 видно, что среднесортная урожайность томатов в 2012 году составила 87,3 т/га, а в 2013 г. её уровень поднялся до 92,4 т/га, а в 2014 году – до 93,8 т/га.

В среднем за три года наиболее высокую урожайность товарных плодов томатов сформировали сорта Чаровница оранжевая – 157,9 т/га и Чардыш – 102,5 т/га. Среди линий преимущества имела Л 763, показавшая высокий уровень урожайности – 104,8 т/га; линия Л 740а, напротив, показала урожайность, минимальную в изучении – 65,7 т/га. При расчёте коэффициента адаптивности этот уровень урожайности соответствовал средней степени адаптивности с коэффициентом 0,72. Высокий уровень адаптивности с коэффициентом, превышающим единицу, показали за три года изучения: Чаровница оранжевая – 1,74, Л 763 – 1,15, Чардыш – 1,13, а также два сорта Чаровница красная и Северянка, у которых коэффициент адаптивности приближен к единице и составил 0,94 и 0,91, соответственно.

Таблица 4 – Адаптивность томатов на капельном орошении, среднее за 2012-2014 гг.

№ п/п	Сорт, линия	Биологическая урожайность, т/га				Доля урожайности относительно среднесортной, %				Коэффициент адаптивности			
		2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее за 2012-2014 гг.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее за 2012-2014 гг.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	среднее за 2012-2014 гг.
1	Чаровница красная	80,1	86,9	90,4	85,8	91,8	94,0	96,4	94,1	0,92	0,94	0,97	0,94
2	Чаровница оранжевая	164,4	152,0	157,3	157,9	188,3	164,5	167,7	173,5	1,88	1,65	1,68	1,74
3	Перст	66,4	72,2	73,5	70,7	76,1	78,1	78,4	77,5	0,76	0,78	0,78	0,77
4	Северянка	80,6	88,4	80,6	83,2	92,3	95,7	85,9	91,3	0,92	0,96	0,86	0,91
5	Малинка	62,3	84,5	73,2	70,0	71,4	80,6	78,0	76,7	0,71	0,81	0,78	0,77
6	Чардыш	96,7	104,3	106,5	102,5	110,8	112,9	113,5	112,4	1,11	1,13	1,14	1,13
7	Л 740 а	60,4	72,2	64,5	65,7	69,2	78,1	68,8	72,0	0,69	0,78	0,69	0,72
8	Л 750	76,4	80,4	82,9	79,9	87,5	87,0	88,4	87,6	0,88	0,87	0,88	0,88
9	Л 763	98,8	100,6	115,0	104,8	113,2	108,9	122,6	114,9	1,13	1,09	1,23	1,15
	НСР ₀₅	4,8	5,6	6,8									
	Среднесортная урожайность, т/га	87,3	92,4	93,8	91,2	100,0	100,0	100,0	100,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Анализируя вышеизложенное, можно сказать, что находившиеся в изучении сорта и линии томатов отличились высоким коэффициентом адаптивности. При этом интродуцируемые сорта томатов имели достаточно высокую урожайность от 65,7 до 157,9 т/га.

Закключение. Обеспеченность томатов активными температурами выше 10 °С наиболее высокой была в 2013 г. – 3562, 0 °С и в 2014 г. – 3528,0 °С, в 2013 г. этот показатель за май-сентябрь находился на уровне 3302,2 °С.

1. Гидротермический коэффициент в среднем по годам составил 0,2-0,3, что соответствует сильной засухе.

2. Интенсивность роста и высота растений в фазу плодообразования максимальной в изучении была у наиболее продуктивных сортов и линий: Чаровница красная – 0,51 м, Чардыш – 0,50, Чаровница оранжевая – 0,48 м. У линии Л 740а – 0,46 м.

3. Биологическая урожайность, максимальная в изучении, получена у сорта Чаровница оранжевая – 157,9 т/га с самым высоким коэффициентом адаптивности 1,74, а также у сорта Чардыш – с урожайностью 102,5 т/га и коэффициентом адаптивности – 1,13. У линии Л 763 урожайность, в среднем, за три года составила 104,8 т/га, коэффициент адаптивности при этом составил 1,15.

4. Указанные выше сорта и линии с высоким уровнем урожайности и коэффициентом адаптивности могут быть рекомендованы для широкого производственного внедрения, а также для вовлечения в селекционный процесс.

5. Капельное орошение имело положительное влияние на рост и развитие растений томатов. Такие преимущества капельного орошения, как уменьшение засоренности полей, возможность дробного внесения минеральных удобрений через систему полива, возможность использования через систему капельного орошения инсектицидов и фунгицидов, оптимальное увлажнение корнеобитаемого слоя почвы, способствовали повышению урожайности томатов.

Библиографический список

1. Астраханская технология выращивания овощных культур [Текст]/ В.Н. Бочаров, Г.Ф. Соколова, Н.Н. Киселёва и др. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 5. – С. 17-19.
2. Белик, В.Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве [Текст]/ В.Ф. Белик. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
3. Брежнев, Д.Д. Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции овощных пасленовых культур (томаты, перец, баклажаны) [Текст]/ Д. Д. Брежнев. – Л., 1977. – 24 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст]/ Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 336 с.
5. Животков, Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» [Текст]/ Л.А. Животков, З.А. Замотаева, Л.М. Секатуева // Селекция и семеноводство. – 1994. – №2. – С. 3-6.
6. Животков, Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов озимой пшеницы по урожайности [Текст]/ Л.А. Животков, З.А. Морозова// Аграрная наука. – 1994. – № 5. – С. 23-24.
7. Зволинский, В.П. Производство овоще-бахчевых культур в условиях Астраханской области [Текст]/ В.П. Зволинский, Н.В. Тютюма, Е.С. Таранова. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2011. – 292 с.
8. Краснова, Л.И. Селекция растений и семеноводство (конспект лекций) [Текст]: учебное пособие для обучения бакалавров направления подготовки 110400.62 «Агрономия» и 35.03.04 «Агрономия» / Л. И. Краснова, М.П. Мордвинцев. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2016. – 152 с.
9. Мухортова, Т.В. Перспективные сорта и гибриды овощных культур российской селекции в целях импортозамещения [Текст]/ Т.В. Мухортова // Инновации и импортозамещение – важнейшие факторы устойчивого развития и конкурентоспособности экономики: материалы дискуссионных площадок межрегионального форума (г. Астрахань, 14-16 апреля 2015 г.) / ГАОУ АО ВПО «АИСИ». – Астрахань, 2015. – С. 20-23.
10. Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях светло-каштановых почв Северного Прикаспия [Текст] : коллективная монография / Н. В. Тютюма, Е. Г. Мягкова, Т. В. Мухортова и др. – с. Солёное Займище: ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2017. – 195 с.

Reference

1. Astrahanskaya tehnologiya vyraschivaniya ovoschnyh kul'tur [Tekst]/ V. N. Bocharov, G. F. Sokolova, N. N. Kisel'jova i dr. // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. - 2006. - № 5. - P. 17-19.
2. Belik, V. F. Metodika opytnogo dela v ovoschevodstve i bahchevodstve [Tekst]/ V. F. Belik. - M.: Agropromizdat, 1992. - 319 p.
3. Brezhnev, D. D. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu i podderzhaniyu mirovoj kollekcii ovoschnyh paslenovyh kul'tur (tomaty, perec, baklazhany) [Tekst]/ D. D. Brezhnev. - L., 1977. - 24 p.
4. Dosphehov, B. A. Metodika polevogo opyta [Tekst]/ B. A. Dosphehov. - M.: Kolos, 1985. - 336 p.

5. Zhivotkov, L. A. Metodika vyyavleniya potencial'noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnyh form ozimoy pshenicy po pokazatelyu "urozhajnost'" [Tekst]/ L. A. Zhivotkov, Z. A. Zamotaeva, L. M. Sekatueva // Selekcija i semenovodstvo. - 1994. - №2. - P. 3-6.

6. Zhivotkov, L. A. Metodika vyyavleniya potencial'noj produktivnosti i adaptivnosti sortov ozimoy pshenicy po urozhajnosti [Tekst]/ L. A. Zhivotkov, Z. A. Morozova// Agramaya nauka. - 1994. - № 5. - P. 23-24.

7. Zvolinskij, V. P. Proizvodstvo ovosche-bahchevyh kul'tur v usloviyah Astrahanskoj oblasti [Tekst]/ V. P. Zvolinskij, N. V. Tyutyuma, E. S. Taranova. - Volgograd: Volgogradskaya GSXA, 2011. - 292 p.

8. Krasnova, L. I. Selekcija rastenij i semenovodstvo (konspekt lekcij) [Tekst]: uchebnoe posobie dlya obucheniya bakalavrov napravleniya podgotovki 110400.62 "Agronomiya" i 35.03.04 "Agronomiya" / L. I. Krasnova, M. P. Mordvincev. - Orenburg: Izdatel'skij centr OGAU, 2016. - 152 p.

9. Muhortova, T. V. Perspektivnye sorta i gibridy ovoschnykh kul'tur rossijskoj selekcii v celyah importozamescheniya [Tekst]/ T. V. Muhortova // Innovacii i importozameschenie - vazhnejšie faktory ustojchivogo razvitiya i konkurentosposobnosti [ekonomiki: materialy diskussionnyh ploščadok mezhhregional'nogo foruma (g. Astrahan', 14-16 aprelya 2015 g.) /GAOU AO VPO "AI-SI". - Astrahan', 2015. - P. 20-23.

10. Resursosberegayushchie i jekologicheski bezopasnye tehnologii vozdeleyvaniya sel'sko-hozyajstvennykh kul'tur v usloviyah svetlo-kashtanovykh pochv Severnogo Prikaspiya [Tekst] : kollektivnaya monografiya / N. V. Tyutyuma, E. G. Myagkova, T. V. Muhortova i dr. - s. Solenoe Zajmische: FGBNU "PNIAZ", 2017. - 195 s.

E-mail: govсан29@mail.ru

УДК 633:528.8

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-12

ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНОВ НА СЕЗОННУЮ ДИНАМИКУ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА NDVI ПОСЕВНЫХ ПЛОЩАДЕЙ INFLUENCE OF THE EXHIBITION OF THE SLOPES ON THE SEASONAL DYNAMICS OF THE VEGETATION INDUSTRY NDVI INDEX OF AREA PLANTED

С.С. Шинкаренко^{1,3}, кандидат сельскохозяйственных наук

В.Н. Бодрова²

Н.В. Сидорова³

S.S. Shinkarenko^{1,3}, V.N. Bodrova², N.V. Sidorova³

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград

²АНО ВО «Университет Иннополис», г. Иннополис

³Волгоградский государственный университет

¹Federal scientific center of agroecology, complex meliorations and agroforestry of RAS, Volgograd

²InnopolisUniversity, Innopolis

³Volgograd State University

Рассматриваются закономерности сезонного изменения NDVI посевов в зависимости от экспозиции склонов, на которых они размещены. Анализ сезонной динамики вегетационных индексов посевных площадей является актуальной задачей. Особенности временного хода NDVI используют для определения культур на полях, прогнозирования урожайности, оценки всхожести, выделения неиспользуемых земель и других задач, решаемых с использованием дистанционных данных. При подобных исследованиях редко учитываются ландшафтные особенности территории: почвенный покров, морфометрические характеристики и т.п., которые существенно влияют на развитие растений. На примере тестового полигона Плотников-1 в работе показана роль экспозиции в сезонной динамике NDVI пшеницы озимой, ржи озимой, под-

солнечника, ярового ячменя. Основой для исследований послужили материалы дистанционного зондирования Земли из космоса – цифровая модель местности SRTM и 16-ти дневные усредненные композиты MODIS NDVI с 7 апреля по 16 октября 2017 г. В программе QGIS была преобладающая экспозиция для каждого из 96 полей тестового полигона и рассчитаны средние значения вегетационного индекса. Для озимой пшеницы характерно увеличение среднегодового NDVI на полях южной, юго-западной и западной экспозиции на 5-7 % по сравнению со средними значениями для площадей всех экспозиций. Озимый рыжик дает в среднем прибавку в 4-4,5 % только на склонах южной экспозиции, весной разница достигает 15-20 %. Для яровых культур также характерен рост NDVI на склонах, прилегающих к южной экспозиции, румбов: 8-10 % у ячменя и 5-7 % у подсолнечника. Данные дистанционного зондирования и геоинформационные технологии позволяют анализировать большие наборы информации о посевных площадях, наземное обследование которых чрезвычайно трудоемко. Необходима дальнейшая работа в этом направлении с большими выборками и учетом других факторов, влияющих на состояние растительности и ее спектрально-отражательные характеристики.

The article presents the patterns of seasonal change in NDVI crops, depending on the aspects of the slopes on which they are located. Analysis of the seasonal dynamics of the vegetation indices of acreage is an urgent task. The features of the time course NDVI are used to identify crops in the fields, predict crop yields, assess germination, isolate unused lands, and other tasks solved using remote sensing data. When such studies are rarely taken into account the landscape features of the territory: soil cover, morphometric characteristics, etc., which significantly affect the development of plants. Using the example of the Plotnikov-1 test site, the paper shows the role of exposure in the seasonal dynamics of NDVI for winter wheat, winter camelina, sunflower, spring barley. The basis for the research was the materials of Earth remote sensing from space - the SRTM digital terrain model and the MODIS NDVI 16-day average composites from April 7 to October 16, 2017. The QGIS program had a predominant exposure for each of the 96 fields of the test site and calculated the average vegetation index values. Winter wheat is characterized by an increase in the average annual NDVI in the fields of the southern, southwestern and western aspects by 5-7% compared with the average values for the areas of all aspects. Winter camelina gives an average increase of 4-4.5% only on the slopes of the southern aspect, in the spring the difference reaches 15-20%. Spring crops also show an increase in NDVI on the slopes adjacent to the southern aspects: 8-10% for barley and 5-7% for sunflower. Remote sensing data and geoinformation technologies make it possible to analyze large sets of information about cultivated areas, the ground survey of which is extremely laborious. Further work is needed in this direction with large samples and taking into account other factors affecting the state of the vegetation and its spectral-reflective characteristics.

Ключевые слова: *полевые агроландшафты, NDVI, сезонная динамика посевов, экспозиция склонов, рельеф агроландшафта, геоинформационные системы, дистанционное зондирование.*

Key words: *crop agrolandscape, crops seasonal dynamics, slope aspect, agrolandscape relief, geoinformation systems, remote sensing.*

Введение. Анализ сезонной и многолетней динамики вегетационных индексов посевных площадей является актуальной задачей. Этим исследованиям посвящено множество работ [18]. Особенности временного хода NDVI используют для определения культур на полях, прогнозирования урожайности, оценки всхожести, выделения неиспользуемых земель и других задач, решаемых с использованием дистанционных данных [14, 19, 20]. Как правило, для каждой оперативной единицы: поля, участка поля – или административной единицы рассчитываются средние значения индекса в границах соответствующего контура на каждую дату [7]. После чего строится эталон для культуры, на основе которого производится разделение посевов на основе различных алгоритмов, например, дискриминантного анализа, «random forest» и др. [8, 21-23].

При таком подходе редко учитываются ландшафтные особенности территории: почвенный покров, морфометрические характеристики и т.п., которые существенно влияют на особенности развития растений [12]. Например, яровая пшеница на склоновых землях Башкортостана более подвержена корневым гнилям и сильнее засорена, чем на ровных участках, а на склонах южной экспозиции дает прибавку в урожайности в 10-15 % по сравнению с остальными склонами [1, 2]. Установлена связь между смытостью почв и урожайностью кукурузы в Волгоградской области [15, 17].

Целью данного исследования является изучение влияния экспозиции склонов, на которых расположены посевные площади, на сезонную динамику NDVI для озимой пшеницы, озимого рыжика, ярового ячменя и подсолнечника.

Материалы и методы. Для земель тестового полигона Плотников - 1 (Даниловский район Волгоградской области) рассчитаны показатели преобладающей экспозиции для 96 полей общей площадью 11 586,6 га, определены значения NDVI по данным MODIS (MOD13Q1) для различных культур в 2017 году: пшеницы озимой, рыжика озимого, подсолнечника, ярового ячменя.

Экспозиции склонов определялись в программе QGIS 3.2 по данным SRTM3. Растр был предварительно перепроецирован в UTM, после чего инструментами морфометрического анализа рассчитывалась экспозиция (рисунок 1а).

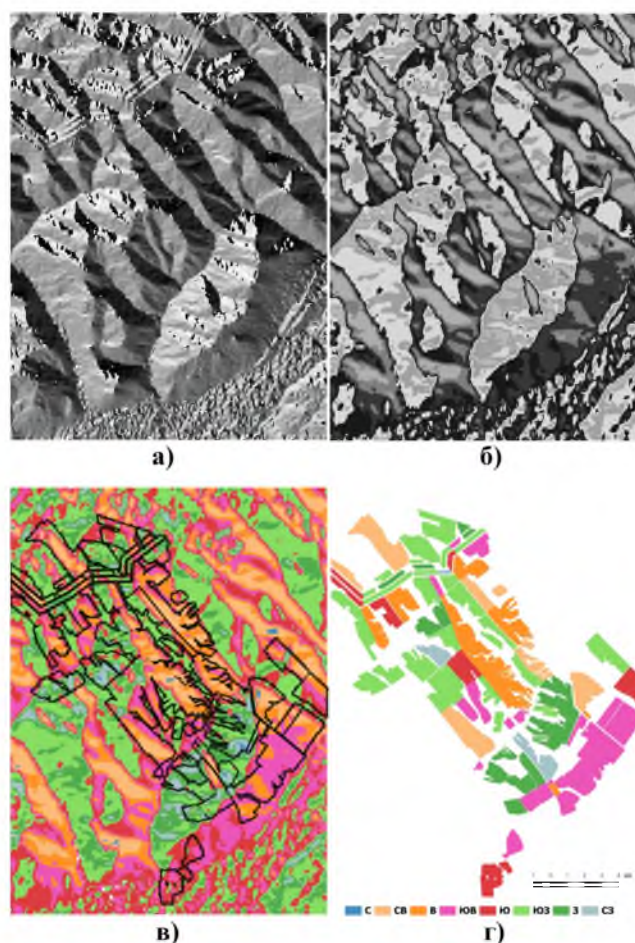


Рисунок 1 – Последовательность определения преобладающей экспозиции на полях:

- а – расчет экспозиции по данным SRTM, б – упрощение растра экспозиции,
- в – векторизация отфильтрованного растра и заполнение атрибутов,
- г – результат определения преобладающей экспозиции полей

Подобные методы имеют широкое применение в анализе рельефа агроландшафтов [10, 11, 13]. Получившийся слой был сглажен фильтром для упрощения структуры (рисунок 1б), потом классифицирован по восьми румбам экспозиции и векторизован (рисунок 1в). Далее векторный слой с экспозицией в атрибутах был пересечен маской полей, рассчитаны площади получившихся фрагментов. После этого для каждого поля были определены площади, занятые участками с разной экспозицией, и определен преобладающий румб экспозиции на поле (рисунок 1г). На завершающем этапе геоинформационной обработки поля были сгруппированы по культурам и экспозициям (всего 23 класса, таблица), далее обработка осуществлялась в MS Office Excel. Значения NDVI для полей рассчитывались инструментами зональной статистики.

Таблица – Количество полей с разными культурами и экспозицией

Культура	Экспозиция							
	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Всего
Пшеница озимая	5	8	6	3	14	6	2	44
Рыжик озимый	0	1	7	3	2	1	1	15
Подсолнечник	1	1	2	0	6	0	1	11
Ячмень яровой	3	1	2	2	7	2	0	17
Всего	9	11	17	8	29	9	4	87

Результаты и обсуждение. На рисунке 2 показано расположение полей с разными культурами и экспозицией. В анализе не участвовали поля занятые нутом, т.к. все расположены на склонах восточной экспозиции, не анализировались и пары.

В весенний период 2017 года на всем юге России наблюдалось аномально раннее развитие озимых культур [3, 5]. На рисунке 3 показан сезонный ход значений NDVI посевных площадей, усредненных для полей всех экспозиций. Озимые с начала вегетационного сезона характеризуются большими значениями индекса с выходом на максимум в первой половине июня, яровой ячмень достиг максимальных значений NDVI ко второй декаде июня, а подсолнечник – к концу июля.



Рисунок 2 – Средние за 2017 год значения NDVI на полях с разными культурами и экспозицией

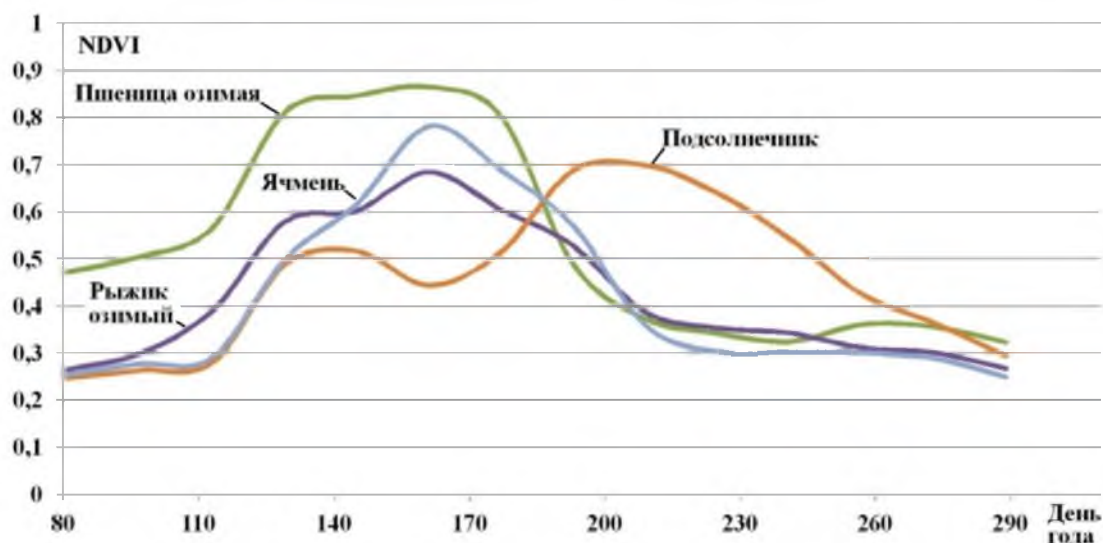


Рисунок 3 – Сезонная динамика NDVI различных культур

На полях южной экспозиции в апреле рыжик давал прибавку в 10-13 % фитомассы по сравнению со средними значениями всех полей (рисунок 3а), наибольшее отставание отмечено на полях западной экспозиции – 8 % (полей с северной экспозицией на тестовом полигоне нет).

В апреле NDVI озимой пшеницы на склонах южной экспозиции превышал на 17 % средние значения, на склонах юго-западной и западной экспозиций – на 13 и 10 % соответственно (рисунок 4б). На склонах, обращенных на северо-восток, восток и юго-восток, наблюдалось отставание в развитии и, как следствие, снижение NDVI на 10-15 %. К середине мая ситуация выравнивалась и значения вегетационного индекса до конца июля на разных склонах отличались уже незначительно – на 5-7 %. Дальнейшее расхождение значений связано с разными агротехническими операциями после уборки урожая, а не с различной экспозицией.

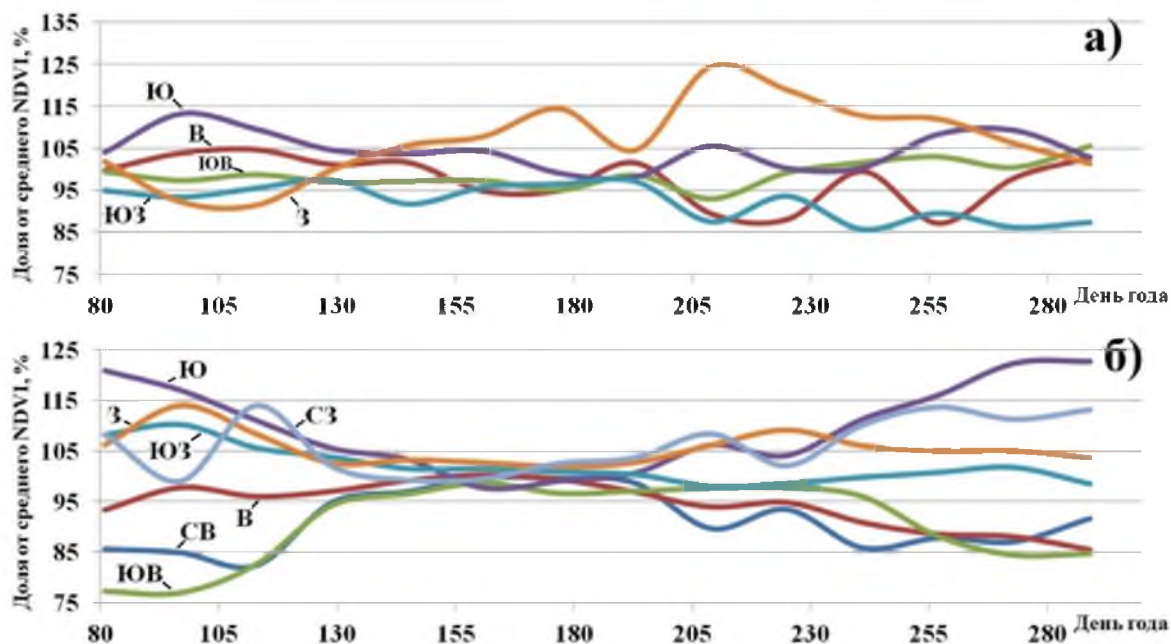


Рисунок 4 – Сезонная динамика NDVI посевов на полях с разной экспозицией:

а – озимый рыжик, б – озимая пшеница

Состояние посевов озимых весной во многом определяется условиями зимовки и развитием культур до наступления зимнего покоя [9, 16]. По этой причине яровые культуры более наглядно демонстрируют разницу в сезонной динамике NDVI на склонах разной экспозиции. Например, подсолнечник на склонах северо-восточной экспозиции имел меньший на 10-20 % запас зеленой массы по сравнению с другими склонами (рисунок 5а). Разница нивелировалась только ко второй декаде июля. Для ячменя такие разбросы значений NDVI, как у подсолнечника, не характерны (рисунок 5б). Безусловно, здесь могли сказаться разные сроки сева. В дальнейшей работе этот фактор обязательно должен быть учтен.

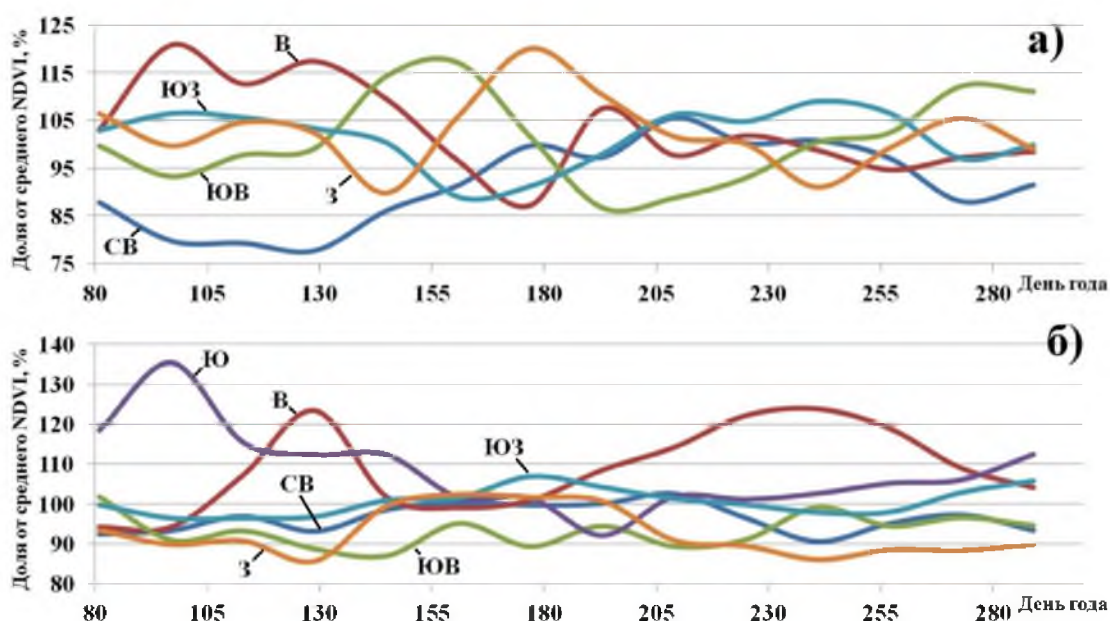


Рисунок 5 – Сезонная динамика NDVI посевов на полях с разной экспозицией:
а – подсолнечник, б – ячмень

Для озимой пшеницы характерно увеличение среднегодового NDVI на полях южной, юго-западной и западной экспозиции на 5-7 % по сравнению со средними значениями для площадей всех экспозиций (рисунок 6). Озимый рыжик также давал прибавку до 10 % на склонах южной и западной экспозиций.

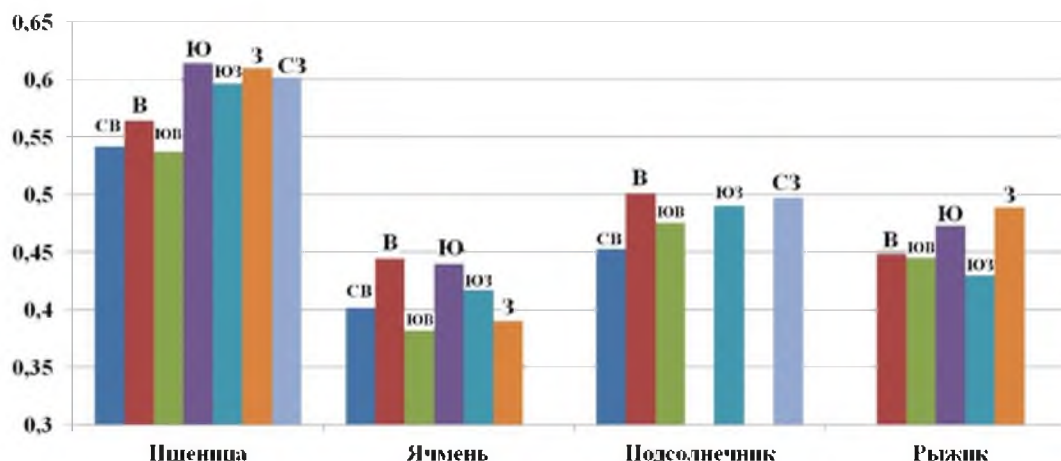


Рисунок 6 – Средние значения NDVI за вегетационный сезон посевов
на полях с разной экспозицией

Заключение. Исследование позволило установить влияние экспозиции на состояние посевных площадей, выраженное через вегетационный индекс NDVI. Особенно заметно превышение NDVI озимых культур весной: в апреле разница между значениями индекса на полях северо-восточной, северо-западной и южной экспозицией может достигать 40-50 %. Озимый рыжик дает в среднем прибавку в 4-4,5 % только на склонах южной экспозиции, весной разница достигает 15-20 %. Для яровых культур также характерен рост NDVI на склонах, прилегающих к южной экспозиции, румбов: 8-10 % у ячменя и 5-7 % у подсолнечника.

Данные дистанционного зондирования и геоинформационные технологии позволяют анализировать большие наборы информации о посевных площадях, наземное обследование которых чрезвычайно трудоемко. Необходима дальнейшая работа в этом направлении с большими выборками и учетом агрохимических показателей, величин уклонов, гидротермических условий, предшественников, засоренности, наличия и конструкции лесных полос и других факторов, которые влияют на состояние растительности и её спектрально-отражательные характеристики. Вся эта информация должна быть внесена в атрибуты объектов геоинформационной системы и учитываться при пространственном анализе. Также необходимы работы по полевому эталонированию и наблюдению развития посевов.

Библиографический список

1. Абдулвалеев, Р.Р. Влияние рельефа поля на фитосанитарное состояние и урожайность посевов яровой пшеницы [Текст] / Р.Р. Абдулвалеев, В.Б. Троц // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (128). – С. 40-44.
2. Абдулвалеев, Р.Р. Засорённость посевов и урожайность зерновых культур на склоновых участках [Текст] / Р.Р. Абдулвалеев, В.Б. Троц // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – №. 3 (53). – С. 56-58.
3. Дистанционная оценка озимых культур урожая 2017 года в Российской Федерации [Текст] / С.А. Барталев, Е.С. Елкина, Е.А. Лупян и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14. – № 4. – С. 275-280.
4. Лупян, Е.А. Аномальное развитие яровых культур в регионах европейской части России в 2017 году [Текст] / Е.А. Лупян, С.А. Барталев, Ю.С. Крашенинникова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14. – № 3. – С. 324-329.
5. Лупян, Е.А. Наблюдение раннего развития озимых культур в южных регионах европейской части России весной 2017 года на основе данных дистанционного мониторинга [Текст] / Е.А. Лупян, С.А. Барталев, Ю.С. Крашенинникова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14. – № 2. – С. 268-272.
6. Методология оценки эрозионного состояния агроландшафтов по материалам дистанционного зондирования [Текст] / А.С. Рулев, Е.А. Литвинов, М.М. Кочкарь и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 4. – С. 51-57.
7. Оценка точности выявления посевов озимых культур в весенне-летний период вегетации по данным прибора MODIS [Текст] / Д.Е. Плотников, С.А. Барталев, Е.А. Лупян и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14. – № 4. – С. 132-145.
8. Плотников, Д.Е. Метод автоматического распознавания сельскохозяйственных культур на основе спутниковых данных и имитационной модели развития растений [Текст] / Д. Е. Плотников, С. А. Хвостиков, С. А. Барталев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15. – № 4. – С. 131-141.
9. Просвирик, П.Н. Влияние органоминеральных удобрений на плодородие технологии возделывания кукурузы на зерноостерженную смесь в условиях Верхневолжья с учетом агроландшафта [Текст] / П.Н. Просвирик, А.М. Соловьев, В.А. Шевченко // Плодородие. – 2012. – № 1. – С. 28-30.

10. Рулев, А.С. Геоинформационные технологии в обеспечении точного земледелия [Текст] / А.С. Рулев, С.С. Шинкаренко, В.Н. Бодрова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 4. – С. 115–122.
11. Рулев, А.С. Геоинформационные исследования эрозионной деградации в агроландшафтах [Текст] / А.С. Рулев, В.Г. Юферев, М.В. Юферев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 2. – С. 84–88.
12. Рулев, А.С. Геоинформационное картографирование и моделирование эрозионных ландшафтов [Текст] / А.С. Рулев, В.Г. Юферев, М.В. Юферев. – Волгоград: ВНИАЛМИ. – 2015. – 153 с.
13. Рулев, А.С. Математико-геоморфологическое моделирование эрозионных ландшафтов [Текст] / А.С. Рулев, В.Г. Юферев // Геоморфология. – 2016. – №. 3. – С. 36–45.
14. Рулев, А.С. Оценка лесистости агроландшафтов юга Приволжской возвышенности по данным NDVI [Текст] / А.С. Рулев, О.Ю. Кошелева, С.С. Шинкаренко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 4. – С. 32–39.
15. Рулев, А.С. Универсальность логистической функции при моделировании прогнозов развития природных и антропогенных систем [Текст] / А.С. Рулев, О.В. Рулева, Н.Н. Овечко // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – № 5. – С. 67–70.
16. Рулева, О.В. Динамика температуры почвы в агролесоландшафтах при формировании биопродуктивности сельскохозяйственных культур [Текст] / О.В. Рулева, Н.Н. Овечко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета – 2016. – №. 6 (62). – С. 42–45.
17. Рулева, О.В. Роль фотосинтетического потенциала при выявлении закономерностей функционирования биопродуктивности агробиоценозов [Текст] / О.В. Рулева, Н.Н. Овечко // Российская сельскохозяйственная наука. – 2016. – № 6. – С. 28–31.
18. Терехин, Э.А. Анализ многолетней динамики вегетационного индекса для посевных площадей [Текст] / Э.А. Терехин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т. 12. – № 6. – С. 48–58.
19. Терехин, Э.А. Исследование особенностей развития посевов зерновых озимых на основе их спектрально-отражательных характеристик [Текст] / Э.А. Терехин, О.А. Маринина // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2016. – Т. 13. – № 5. – С. 202–213.
20. Терехин, Э.А. Оценка сезонных значений вегетационного индекса (NDVI) для детектирования и анализа состояния посевов сельскохозяйственных культур [Текст] // Исследование земли из космоса. – 2015. – № 1. – С. 23–31.
21. Bartalev, S.A., Mapping of arable land in Russia using multiyear time series of MODIS data and the LAGMA classification technique / S.A. Bartalev, D.E. Plotnikov, E.A. Loupian // Remote Sensing Letters. – 2016. – Vol. 7. – №. 3. – P. 269–278.
22. Seasonal dynamics of vegetation indices as a criterion for grouping grassland typologies / A. Moreira, C. Bremm, D.C. Fontana et al. // Sci. Agric. – Vol.76. – №1. – P. 24–32.
23. Wardlow, B. Large-area crop mapping using time-series MODIS 250 m NDVI data: An assessment for the U.S. Central Great Plains / B. Wardlow, S. Egbert // Remote Sensing of Environment. – 2008. – Vol. 112. – P. 1096–1116.

Reference

1. Abdulvaleev, R. R. Vliyanie rel'efa polya na fitosanitarnoe sostoyanie i urozhajnost' posevov yarovoj pshenicy [Tekst] / R. R. Abdulvaleev, V. B. Troc // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2015. - № 6 (128). - P. 40–44.
2. Abdulvaleev, R. R. Zasorjonnost' posevov i urozhajnost' zernovyh kul'tur na sklonovyh uchastkah [Tekst] / R. R. Abdulvaleev, V. B. Troc // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2015. - №. 3 (53). - P. 56–58.
3. Distancionnaya ocenka ozimyh kul'tur urozhaya 2017 goda v Rossijskoj Federacii [Tekst] / S. A. Bartalev, E. S. Elkina, E. A. Lupyan i dr. // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. - 2017. - T. 14. - № 4. - P. 275–280.

4. Lupyan, E.A. Anomal'noe razvitie yarovykh kul'tur v regionah evropejskoj chasti Rossii v 2017 godu [Tekst] / E.A. Lupyan, S. A. Bartalev, Yu. S. Krashenninnikova // *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. - 2017. - T. 14. - № 3. - P. 324-329.
5. Lupyan, E.A. Nablyudenie rannego razvitiya ozimyh kul'tur v yuzhnykh regionah evropejskoj chasti Rossii vesnoj 2017 goda na osnove dannykh distancionnogo monitoringa [Tekst] / E.A. Lupyan, S. A. Bartalev, Yu. S. Krashenninnikova // *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. - 2017. - T. 14. - № 2. - P. 268-272.
6. Metodologiya ocenki jerozionnogo sostoyaniya agroladshaftov po materialam distancionnogo zondirovaniya [Tekst] / A. S. Rulev, E. A. Litvinov, M. M. Kochkar' i dr. // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. - 2011. - № 4. - P. 51-57.
7. Ocenka tochnosti vyyavleniya posevov ozimyh kul'tur v vesenne-letnij period vegetacii po dannym pribora MODIS [Tekst] / D. E. Plotnikov, S. A. Bartalev, E. A. Lupyan i dr. // *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. - 2017. - T. 14. - № 4. - P. 132-145.
8. Plotnikov, D. E. Metod avtomaticheskogo raspoznavaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur na osnove sputnikovykh dannykh i imitacionnoj modeli razvitiya rastenij [Tekst] / D. E. Plotnikov, S. A. Hvostikov, S. A. Bartalev // *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. - 2018. - T. 15. - № 4. - P. 131-141.
9. Prosviryak, P. N. Vliyanie organomineral'nykh udobrenij na plodorodie tehnologii vozdevlyvaniya kukuruzy na zernosterzhnevuyu smes' v usloviyakh Verhnevolzh'ya s uchedom agrolandshafta [Tekst] / P. N. Prosviryak, A. M. Solov'ev, V. A. Shevchenko // *Plodorodie*. - 2012. - № 1. - P. 28-30.
10. Rulev, A. S. Geoinformacionnye tehnologii v obespechenii tochnogo zemledeliya [Tekst] / A. S. Rulev, S. S. Shinkarenko, V. N. Bodrova // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. - 2018. - № 4. - P. 115-122.
11. Rulev, A. S. Geoinformacionnye issledovaniya jerozionnoj degradacii v agro-landshaftah [Tekst] / A. S. Rulev, V. G. Yuferev, M. V. Yuferev // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. - 2013. - № 2. - P. 84-88.
12. Rulev, A. S. Geoinformacionnoe kartografirovanie i modelirovanie jerozionnykh landshaftov [Tekst] / A. S. Rulev, V. G. Yuferev, M. V. Yuferev. - Volgograd: VNIALMI. - 2015. - 153 p.
13. Rulev, A. S. Matematiko-geomorfologicheskoe modelirovanie jerozionnykh landshaftov [Tekst] / A. S. Rulev, V. G. Yuferev // *Geomorfologiya*. - 2016. - № 3. - P. 36-45.
14. Rulev, A. S. Ocenka lesistosti agrolandshaftov yuga Privolzhskoj vozvyshechnosti po dannym NDVI [Tekst] / A. S. Rulev, O. Yu. Kosheleva, S. S. Shinkarenko // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. - 2016. - № 4. - P. 32-39.
15. Rulev, A. S. Universal'nost' logisticheskoy funkcii pri modelirovanii prognozov razvitiya prirodnih i antropogennykh sistem [Tekst] / A. S. Rulev, O. V. Ruleva, N. N. Ovechko // *Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk*. - 2015. - № 5. - P. 67-70.
16. Ruleva, O. V. Dinamika temperatury pochvy v agrolesolandshaftah pri formirovanii bioproduktivnosti sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Tekst] / O. V. Ruleva, N. N. Ovechko // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. - 2016. - № 6 (62). - P. 42-45.
17. Ruleva, O. V. Rol' fotosinteticheskogo potentsiala pri vyyavlenii zakonomernostej funkcionirovaniya bioproduktivnosti agrobiocenzov [Tekst] / O. V. Ruleva, N. N. Ovechko // *Rossiyskaya sel'skohozyajstvennaya nauka*. - 2016. - № 6. - P. 28-31.
18. Terehin, Je. A. Analiz mnogoletnej dinamiki vegetacionnogo indeksa dlya posevnykh ploschadej [Tekst] / Je. A. Terehin // *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. - 2015. - T. 12. - № 6. - P. 48-58.
19. Terehin, Je. A. Issledovanie osobennostej razvitiya posevov zernovykh ozimyh na osnove ih spektral'no-otrazhatel'nykh harakteristik [Tekst] / Je. A. Terehin, O. A. Marinina // *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*. - 2016. - T. 13. - № 5. - P. 202-213.
20. Terehin, Je. A. Ocenka sezonnykh znachenij vegetacionnogo indeksa (NDVI) dlya detektirovaniya i analiza sostoyaniya posevov sel'skohozyajstvennykh kul'tur [Tekst] // *Issledovanie zemli iz kosmosa*. - 2015. - № 1. - P. 23-31.

21. Bartalev, S.A., Mapping of arable land in Russia using multiyear time series of MODIS data and the LAGMA classification technique / S.A. Bartalev, D.E. Plotnikov, E.A. Loupian // Remote Sensing Letters. - 2016. - Vol. 7. - №. 3. - P. 269-278.

22. Seasonal dynamics of vegetation indices as a criterion for grouping grassland typologies / A. Moreira, C. Bremm, D.C. Fontana et al. // Sci. Agric. - Vol. 76. - №1. - P. 24-32.

23. Wardlow, B. Large-area crop mapping using time-series MODIS 250 m NDVI data: An assessment for the U.S. Central Great Plains / B. Wardlow, S. Egbert // Remote Sensing of Environment. - 2008. - Vol. 112. - P. 1096-1116.

E-mail: shinkarenko@volsu.ru

УДК 634.22:631.526.32:631.541.11

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-13

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТО-ПОДВОЙНЫХ
КОМБИНАЦИЙ СЛИВЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**
**PRELIMINARY EVALUATION OF THE EXPORT AND SURFACE
COMBINATION OF PLUMES UNDER THE CONDITIONS
OF THE LOWER VOLGA REGION**

А.В. Солонкин, кандидат сельскохозяйственных наук

О.А. Никольская, старший научный сотрудник

Е.Н. Киктева, младший научный сотрудник

A.V. Solonkin, O.A. Nikol'skaya, E.N. Kikteva

Ниже-Волжский НИИ сельского хозяйства – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоградская область, Городищенский район, пос. Областной сельскохозяйственной опытной станции

Нижеволжский регион является благоприятным для выращивания косточковых культур, в частности сливы. Вместе с тем современные требования подразумевают использование слаборослых подвоев, которые в условиях Нижней Волги серьезно не изучались. В связи с этим изучение сорто-подвойных комбинаций сливы на новых клоновых слаборослых подвоях является актуальным. В изучение были включены как местные сорта сливы, так и сорта других селекционных центров, привитые на клоновые, а также семенные (в качестве контрольных) подвои. Исследования проводятся с 2015 года в полевых условиях на территории лаборатории плодовых культур Ниже-Волжского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, согласно общепринятым методикам, и продолжаются в настоящее время. Первые годы изучения параметров роста и развития деревьев, таких как высота, диаметр кроны, окружность штамба и ряда других, показали, что наименьший рост и объем кроны сорта сливы имели на подвоях ВВА-1 и ВСВ-1, наибольший – на подвоях Фортуна, Красное пламя и семенном подвое абрикос. Предварительная оценка первых лет плодоношения позволила выделить перспективные сорто-подвойные комбинации сливы домашней и сливы русской, имеющие сдержанный рост деревьев, малообъемную крону, но при этом обладающие скороплодностью и высокой продуктивностью на начальном этапе плодоношения. Выделенные в первые годы исследований сорто-подвойные комбинации уже сейчас могут рекомендоваться к размещению в саду по уплотненной схеме посадки, что позволяет увеличивать урожайность с единицы площади и сократить срок окупаемости затрат на закладку таких насаждений. Вместе с тем необходимо продолжать наблюдение за выделенными сорто-подвойными комбинациями сливы в полевых условиях с целью изучения их адаптационного потенциала.

The Lower Volga region is favorable for the cultivation of stone fruit, in particular plums. At the same time, modern requirements imply the use of low growth stocks, which have not been seriously studied in the Lower Volga. In this regard, the study of variety-rootstock plum combinations on new clonal low-growth rootstocks is relevant. The study included both local varieties of plums and varieties of other breeding centers grafted on clonal as well as seed (as control) stocks. Since 2015, research

has been carried out in field conditions on the territory of the laboratory of fruit crops of the Lower Volga Research Institute of Agriculture - a branch of the Federal Scientific Center for Agroecology, integrated land reclamation and protective afforestation of the Russian Academy of Sciences, and is continuing today. The first years of studying the parameters of growth and development of trees, such as height, crown diameter, bole circumference and a number of others, showed that the smallest growth and crown volume of the plum cultivar had on the BBA-1 and BCB-1 rootstock, the largest on the Fortuna rootstock, the Red Flame and seed stock apricot. A preliminary assessment of the first years of fruiting allowed us to identify promising varieties of rootstocks of home plum and Russian plum, with restrained growth of trees, low-volume crown, but with early growth and high productivity at the initial stage of fruiting. Dedicated in the first years of research varieties and rootstock combinations can now be recommended for placement in the garden according to a compacted planting scheme, which allows increasing the yield per unit of area and reducing the payback period for laying down such plantations. At the same time, it is necessary to continue monitoring of the selected variety-rootstock combinations of plums in the field in order to study their adaptation potential.

Ключевые слова: *слива, продуктивность сливы, сорт сливы, параметры кроны сливы.*

Key words: *plum, productivity of plum, variety of plum, plum of the crown options.*

Введение. Во всех передовых странах с развитым плодоводством интенсивные косточковые сады закладываются только на клоновых подвоях, благодаря чему упрощается уход за растениями, увеличивается урожайность и улучшается качество плодов [3]. Поэтому будущее промышленного возделывания сливы домашней, как и других косточковых культур, связано с технологиями интенсивного типа, ориентируемыми на использование слаборослых клоновых подвоев, которые обеспечивают высокую продуктивность привитых на них деревьев. Использование их в различных регионах России позволит выделить наиболее адаптивные подвои и сорто-подвойные комбинации с использованием представителей местного сортимента сливы и широко использовать их в промышленных садах [2, 6, 10]. Широкое использование новых слаборослых подвоев будет способствовать повышению эффективности возделывания сливы и увеличению производства подвоев этой ценной культуры [4]. В нашей стране наибольшее развитие и распространение клоновые подвои для косточковых культур получили в наиболее благоприятных, южных регионах, где последнее время садоводство ведется на высоком уровне и получен ряд высококачественных подвоев [5, 11].

Территория Нижне-Волжского региона по своим природно-климатическим условиям является также благоприятной зоной для возделывания косточковых культур, и в частности сливы. Вместе с тем клоновые подвои для косточковых культур здесь не получили широкого распространения в связи с недостаточной изученностью как самих подвоев, так и сорто-подвойных комбинаций сливы.

Материалы и методы. С целью изучения клоновых подвоев в 2008 году на Дубовском опорном пункте НВ НИИСХ – филиала ФНЦ агроэкологии РАН были заложены насаждения сливы домашней сорта Стенли на 13 формах клоновых подвоев. Посадочный материал был получен с Крымской опытно-селекционной станции – филиала ВНИИР по договору о совместной научной деятельности. В результате выделились клоновые подвои, перспективные для использования в нашем регионе [1].

Вместе с этим были продолжены исследования по изучению сорто-подвойных комбинаций различных сортов сливы на клоновых подвоях. Для этого в изучение были включены подвои, которые выделились в первых испытаниях, такие как BBA-1, BCB-1, Фортуна, Красное пламя, а также сеянцы алычи и абрикоса в качестве контроля [5]. На выделенные клоновые подвои прививались различные сорта сливы домашней и сливы

русской как нашей селекции, так и перспективные, других селекционеров – слива русская: Ранняя, Сарматка, Комета поздняя, Колонновидная, Дынная, Глобус и Кубанская комета в качестве контроля; слива домашняя: Синяя птица, Баллада, Кубанская ранняя, Кубанский карлик, Венгерка кавказская, Осенний сувенир, Анна Шпет, Мечта и Волгоградская в качестве контроля [12, 9]. Полученные сорто-подвойные комбинации в 2015 году были высажены однолетними саженцами в сад для изучения. Схема посадки 5х2 метра, количество учетных деревьев каждой сорто-подвойной комбинации составляло 6-10 растений. Крона формировалась по системе «живая изгородь» («плодовая стена»). В изучение были включены как морфологические (рост, окружность штамба, размер и тип кроны), так и биологические и хозяйственно-полезные (устойчивость к биотическим и абиотическим стресс-факторам, урожайность, качество плодов) признаки. Все исследования проводятся согласно общепринятым методикам [7, 8].

Территория лаборатории, где проводятся исследования, расположена в сухостепной зоне каштановых почв Волгоградской области, на правом берегу р. Волга. Почва светло-каштановая, солонцеватая, легкого механического состава, гумус – 1,8 – 2,0 %, pH=7,5. Средняя сумма положительных температур за вегетационный период (апрель – октябрь) 2882°. Агротехника применяется общепринятая для косточковых культур, орошение капельное. За годы проведения исследований стрессовые погодные условия наблюдались лишь в 2017 году в виде возвратных заморозков в период распускания почек и обильных осадков в период цветения. Эти условия отрицательно сказались на плодоношении плодовых растений (отсутствие урожая). В целом погодные условия зимнего периода складывались благоприятно для роста и плодоношения плодовых, и в частности косточковых, культур, поэтому все высаженные сортоподвойные комбинации сливы домашней и сливы русской имели хороший ежегодный прирост и за этот период времени сформировали качественную крону. Благоприятные условия 2018 года позволили оценить продуктивность и скороплодность сорто-подвойных комбинаций.

Результаты и обсуждение. Важнейшими показателями роста и развития деревьев являются высота, диаметр кроны, окружность штамба и ряд других показателей. В опыте с изучением сорто-подвойных комбинаций сливы домашней в зависимости от сорта и подвоя наблюдались различия по характеру и силе роста (таблица 1). При этом на характер и силу роста таких сортов сливы домашней, как Баллада, Кубанская ранняя, Венгерка кавказская, Волгоградская, подвой оказывал существенное влияние (рисунки 1, 2).



Рисунок 1 – Слива домашняя Кубанская ранняя на подвое ВСВ-1 (слева)
и абрикос (справа)



Рисунок 2 – Слива домашняя Волгоградская на подвое ВСВ-1 (слева) и абрикос (справа)

Таблица 1 – Параметры 4-летних деревьев сортов сливы домашней на различных подвоях, НВНИИСХ-филиал ФНЦ агроэкологии РАН, 2018 г.

Сорт	Подвой	Высота дерева, м	Диаметр кроны, м	Окружность штамба, см	Проекция кроны, м ²	Объем кроны, м ³
Синяя птица	алыча	3,6	2,1	24,4	3,5	12,5
	ВВА-1	3,0	1,6	21,5	2,0	6,0
	ВСС-1	2,8	1,7	16,3	2,3	6,4
Баллада	Красное пламя	3,4	1,9	25,5	2,8	9,6
	ВСС-1	2,6	1,3	18,5	1,3	3,45
	ВВА-1	3,2	1,6	22,5	2,0	6,4
	абрикос	3,5	1,7	24,0	2,3	8,0
Кубанская ранняя	Красное пламя	2,7	1,7	26,6	2,3	6,2
	Фортуна	3,3	1,6	27,0	2,0	6,6
	ВСС-1	2,0	1,5	20,0	1,8	3,6
	абрикос	3,6	1,9	31,0	2,8	10,1
Кубанский карлик	алыча	2,5	1,6	27,4	2,0	5,0
	ВВА-1	2,6	1,3	14,0	1,3	3,5
	ВСС-1	2,5	1,3	13,0	1,3	3,2
	абрикос	3,3	2,1	30,0	3,5	11,5
Венгерка кавказская	Красное пламя	4,2	1,7	32,7	2,3	9,7
	Фортуна	3,5	2,3	25,9	4,1	14,3
	ВСС-1	1,9	1,1	21,0	0,95	1,8
Осенний сувенир	алыча	3,0	2,1	23,0	3,5	10,5
	ВВА-1	2,7	1,7	18,4	2,3	6,2
Чачакская	ВВА-1	2,1	1,2	19,4	1,1	2,3
	ВСС-1	2,5	1,3	18,2	1,3	3,2
Волгоградская	ВСС-1	2,2	1,9	17,4	2,8	6,2
	абрикос	3,2	2,1	30,4	3,5	11,2
	Фортуна	2,9	2,1	25,0	3,5	10,1
	алыча	2,1	1,4	16,7	1,5	3,1
Анна Шпет	абрикос	3,3	1,3	28,0	1,3	4,3
	Красное пламя	3,3	1,7	28,7	2,3	7,6
	ВВА-1	2,3	1,2	13,6	1,1	2,5
Мечта	ВСС-1	1,6	0,7	13,2	0,4	0,64
	ВВА-1	3,3	1,6	24,8	2,0	6,6

Наименьший рост и объем кроны эти сорта имели на подвоях ВВА-1 и ВСВ-1. В большинстве случаев подвой ВСВ-1 является наиболее слаборослым, за исключением комбинации с сортом Чачакская. Слабый рост и тонкий штамб в комбинации Мечта/ВСВ-1 позволяет предположить несовместимость этого сорта сливы с данным подвоем [3].

Наибольший рост и объем кроны практически всех сортов наблюдался на семенных подвоях – алыче и абрикосе, а также на клоновых подвоях – Красное пламя и Фортуна. В то же время ряд сортов, таких как Синяя птица, Кубанский карлик, Осенний сувенир, существенных различий по характеру и силе роста в зависимости от подвоя не имели (таблица 1).

Изучение характера и силы роста сортов сливы русской, привитых на различных подвоях, также показал, что в рамках одного сорта подвой по-разному оказывал влияние на такие параметры, как высота дерева, диаметр, объем кроны и т.д. Наименьший рост и диаметр, а также объем кроны в большинстве случаев имели деревья, привитые на подвой ВСВ-1 (таблица 2).

Таблица 2 – Параметры 4-летних деревьев сортов сливы русской на разных подвоях, НВНИИСХ-филиал ФНЦ агроэкологии РАН, 2018 г.

Сорт	Подвой	Высота дерева, м	Диаметр кроны, м	Окружность штамба, см	Проекция кроны, м ²	Объем кроны, м ³
Колонновидная	ВСВ-1	2,7	0,7	24,0	0,4	1,1
	ВВА-1	2,8	0,6	18,5	0,3	0,84
Ранняя	алыча	3,4	1,8	22,5	2,5	8,5
	ВВА-1	3,0	2,5	23,0	4,9	14,7
	ВСВ-1	2,8	2,2	21,5	3,8	10,6
Сарматка	ВВА-1	2,7	2,9	27,7	6,6	17,8
	ВСВ-1	2,5	2,4	21,1	4,5	11,2
Комета поздняя	ВВА-1	3,3	2,3	27,4	4,1	13,5
Дынная	алыча	2,3	2,6	27,5	5,3	12,2
	ВВА-1	2,2	2,0	19,0	3,1	6,8
	ВСВ-1	2,4	2,5	31,5	4,9	11,7
Глобус	ВСВ-1	2,5	2,2	19,2	3,8	9,5
	ВВА-1	3,0	1,8	24,4	2,5	7,5
Шатер	абрикос	2,8	2,2	17,2	3,8	10,6
	ВВА-1	2,6	2,4	13,4	4,5	11,7
Кубанская комета	алыча	2,3	1,7	26,2	2,3	5,0
	ВВА-1	3,0	2,4	26,5	4,5	13,5
	ВСВ-1	2,0	1,6	17,5	2,0	4,0
	абрикос	3,3	2,7	31,6	5,7	18,8
Евгения	ВСВ-1	2,3	2,4	24,0	4,5	10,5

Исключение составили сорта Дынная и Глобус, которые на подвое ВСВ-1 имели больший объем кроны, чем на ВВА-1. Наиболее существенные различия в силе роста в зависимости от подвоя наблюдались у сорта Кубанская комета. Среди других изучаемых сортов подвой на характер и силу роста существенного влияния не оказывал.

Одним из важнейших хозяйственно-ценных показателей любого сорта является его продуктивность. Большинство из изучаемых сорто-подвойных комбинаций вступили в плодоношение, имея единичные плоды, в 2016 году двухлетними деревьями. В год начала плодоношения наибольший урожай, в пределах 2,5-5 кг/дерева наблюдался у сортов сливы домашней Баллада, Венгерка кавказская, Осенний сувенир и у сортов сливы

русской Сарматка и Колонновидная. Поскольку в 2017 году все сорта сливы были без урожая в связи с неблагоприятными погодными условиями в период распускания почек и цветения, то по урожаю 2018 года четырехлетних деревьев можно предварительно охарактеризовать скороплодность и продуктивность всех сортоподвойных комбинаций сливы. В этот год урожай отдельных сортов сливы домашней существенно варьировал в зависимости от подвоя (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность сортов сливы домашней на различных подвоях, НВНИИСХ – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, 2018 г.

Подвой Сорт	Урожай, кг/дерева							Средний вес одного плода, г
	Фортуна	ВВА-1	ВСВ-1	Красное пламя	алыча	абрикос	НСР ₀₅	
Синяя птица	-	9,5	8,9	-	8,6	-	2,48	38
Баллада	-	12,5	11,8	7,1	-	8,4	4,10	30
Кубанская ранняя	13,4	-	13,9	14,6	-	13,2	4,90	38
Кубанский карлик	-	17,7	18,5	-	14,6	13,6	3,69	27
Венгерка кавказская	16,4	-	14,8	15,2	-	-	5,54	29
Осенний сувенир	-	7,4	-	-	8,3	-	-	45
Чачакская	-	10,1	10,7	-	-	-	-	50
Волгоградская к.	10,9	-	14,6	-	10,1	13,3	4,12	38-42
Анна Шпет	-	0,6	-	-	-	0,6	-	40
Мечта	-	0,7	3,7	-	-	-	-	45
НСР ₀₅	5,32	3,58	3,41	4,29	3,94	3,95	x	

Наиболее высокий урожай практически по всем сортоподвойным комбинациям наблюдался на подвое ВСВ-1. При этом самую высокую урожайность на этом подвое – 18,5 кг/дерева – показал сорт Кубанский карлик, что также явилось самой высокой урожайностью среди изучаемых сортов сливы домашней (таблица 3). На других подвоях этот сорт сливы также имел наибольшую урожайность. Среди изучаемых сортоподвойных комбинаций сливы домашней высокий урожай показали также Венгерка кавказская на Фортуне (16,4 кг/дер.), Венгерка кавказская на Красном пламени (15,2 кг/дер.), Венгерка кавказская на ВСВ-1 (14,8 кг/дер.), Кубанская ранняя на Красном пламени (по 14,6 кг/дер.). Все эти сорта по урожайности превосходили контрольный сорт сливы Волгоградская на аналогичных подвоях.

Представленные данные позволяют характеризовать вышеприведенные сортоподвойные комбинации сливы как скороплодные. Наименьшая урожайность наблюдалась практически по всем сортам, привитым на подвоях сеянцы алычи и абрикоса, что можно объяснить более поздним вступлением этих сортоподвойных комбинаций в пору плодоношения (таблица 3).

Важным показателем продуктивности сортоподвойных комбинаций является отношение урожая плодов к объему кроны, при котором были выявлены значительные различия (таблица 4).

Наибольшая продуктивность на единицу объема кроны наблюдалась у сорта Венгерка кавказская на ВСВ-1 – 8,2 кг/м³, что в 4-7 раз выше, чем на подвоях Красное пламя и Фортуна, хотя урожай на этих подвоях превышал урожай на подвое ВСВ-1. У остальных сортов наблюдалась положительная корреляция продуктивности и урожайности в зависимости от подвоя. Наименьшая продуктивность на единицу объема кроны наблюдалась на семенных подвоях и среднерослых подвоях Фортуна и Красное пламя в связи с их интенсивным ростом и большим объемом кроны. В связи с тем, что сорто-

подвойные комбинации на этих подвоях практически заняли отведенное им пространство, размещение их ограничено 1000 дер./га, в то время как сорта, привитые на подвоях ВВА-1, ВСВ-1, могут быть размещены в саду по более уплотненной схеме – 1500 и более дер./га, что делает такие насаждения более продуктивными.

Таблица 4 – Продуктивность сортов сливы домашней на различных подвоях, НВНИИСХ – филиал ФНЦ агроэкологии РАН, 2018 г.

Подвой Сорт	Продуктивность, кг/м ³ объема кроны						
	Фортуна	ВВА-1	ВСВ-1	Красное пламя	алыча	абрикос	НСР ₀₅
Синяя птица	-	1,6	1,4	-	0,7	-	0,48
Баллада	-	1,9	3,4	0,7	-	1,0	1,42
Кубанская ранняя	2,0	-	3,8	2,3	-	1,3	0,97
Кубанский карлик	-	5,0	5,8	-	2,9	1,2	1,32
Венгерка кавказская	1,1	-	8,2	1,6	-	-	2,61
Осенний сувенир	-	1,2	-	-	0,8	-	-
Чачакская	-	4,4	3,3	-	-	-	-
Волгоградская к.	1,1	-	2,3	-	3,2	1,2	1,28
Анна Шпет	-	0,2	-	-	-	0,1	-
Мечта	-	0,1	5,8	-	-	-	-
НСР ₀₅	0,25	2,81	1,97	0,91	0,74	0,51	x

Среди изучаемых сорто-подвойных комбинаций сливы русской урожай наблюдался по всем сортам только на подвое ВВА-1 и ВСВ-1 (таблица 5). На семенных подвоях алыча и абрикос урожай был только у сортов Ранняя и Кубанская комета. Наибольшую урожайность среди сортов русской сливы показал сорт Сарматка: на подвое ВВА-1 – 22,8 кг/дер., на подвое ВСВ-1 – 20,5 кг/дер., а также сорта Глобус на ВВА-1 и Кубанская комета на всех подвоях, кроме сеянцев абрикоса (таблица 5). Вместе с тем наибольшая продуктивность на единицу объема кроны наблюдалась у сорта Кубанская комета на подвоях ВСВ-1 и алыча, хотя по урожаю этот сорт уступал сорту Сарматка (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность и продуктивность сортов сливы русской на различных подвоях, НВНИИСХ-филиал ФНЦ агроэкологии РАН, 2018 г.

Подвой Сорт	Урожай, кг/дерева				Продуктивность кг/м ³ объема кроны				Средний вес одного плода, г
	ВСВ-1	ВВА-1	алыча	абрикос	ВСВ-1	ВВА-1	алыча	абрикос	
Колонновидная	5,7	5,3	-	-	5,2	6,3	-	-	37
Ранняя	6,7	7,6	7,9	-	0,6	0,5	0,9	-	32
Сарматка	20,5	22,8	-	-	1,8	1,3	-	-	25
Глобус	1,9	14,2	-	-	0,2	1,9	-	-	60
Кубанская комета, к.	15,4	16,1	17,2	5,4	3,8	1,2	3,4	0,3	35
НСР 05	3,11	4,65	-	-	1,95	2,25	-	-	x

Заключение. Предварительная оценка сорто-подвойных комбинаций сливы домашней и сливы русской показала, что наиболее скороплодными и продуктивными в первые годы плодоношения являются комбинации сливы домашней Кубанский карлик/ВСВ-1, Кубанский карлик/ВВА-1, Кубанский карлик/алыча, Венгерка кавказская/Фортуна, Венгерка кавказская/ВСВ-1, Венгерка кавказская/Красное пламя, Волгоградская/ВСВ-1. Среди сортов сливы русской наилучшие показатели по урожайности наблюдались у Кубанской кометы на всех подвоях, а по продуктивности на единицу объема кроны у Колонновидной.

Деревья, привитые на слаборослые подвои ВВА-1 и ВСВ-1, имеют более сдержанный рост и менее объемную крону, что значительно облегчает и упрощает уход за ними, при этом не уступают, а в первые годы и превосходят по продуктивности деревья, привитые на более сильнорослые подвои.

За счет более плотного размещения в саду (1500 и более деревьев на га), практически все изучаемые сорта сливы на подвоях ВВА-1 и ВСВ-1 в первые годы плодоношения имеют более высокую урожайность с единицы площади, а значит, и более короткий срок окупаемости затрат на закладку сада.

Библиографический список

1. Бгашев, В.А. Уровень адаптивности сливы сорта Стенли и клоновых подвоев в Волгоградской области [Текст] / В.А. Бгашев, А.В. Солонкин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 4 (32). – С. 46-49.
2. Горбачева, Н.Н. Оценка клоновых подвоев сливы в условиях Ленинградской области [Текст] / Н.Н. Горбачева // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. – 2017. – № 4 (49). – С. 11-15.
3. Еремин, В.Г. Перспективы использования в промышленном садоводстве России клоновых подвоев косточковых культур [Текст] / В.Г. Еремин, Г.В. Еремин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 50. – С. 111-115.
4. Еремин, Г.В. Использование генофонда дикорастущих видов рода *Prunus* L. в селекции клоновых подвоев косточковых культур [Текст] / Г.В. Еремин, В.Г. Еремин // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2015. – Т. 176. – № 4. – С. 416-425.
5. Еремин, Г.В. Среднерослые клоновые подвои сливы для интенсивных садов [Текст] / Г.В. Еремин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2013. – Т. 37. – № 2. – С. 145-150.
6. Попов, М.А. Сорто-подвойные комбинации вишни и сливы в средней полосе РФ [Текст] / М.А. Попов, А.А. Новоторцев // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 7. – С. 30-32.
7. Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве [Текст]. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. – 569 с.
8. Современные методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда [Текст] : монография / под ред. Е.А. Егорова, Г.В. Еремина, И.А. Ильина и др. – Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2017. – 282 с.
9. Солонкин, А.В. Использование местных и новых сортов Нижнего Поволжья в селекции адаптивных сортов сливы [Текст] / А.В. Солонкин, Г.В. Еремин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 134. – С. 368-378.
10. Сушков Д.Н. Оценка продуктивности интенсивных насаждений сливы в условиях Южного садоводства [Текст] / Д.Н. Сушков, А.В. Проворченко, Р.Ш. Заремук // Аграрная Россия. – 2013. – № 3. – С. 17-20.
11. Eremin, G.V. Use of genetic diversity of the genus *prunus* l. In selection of clonal rootstocks for stone fruit crops and features of their reproduction / G.V. Eremin, V.N. Podorozhnyi, O.V. Eremina // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences. – 2017. – Т. 71. – № 3. – P. 173-177.
12. Eremin, G. Advance of assortment of plums in the South of Russia / G. Eremin, R. Zaremuk // Russian Journal of Horticulture. – 2014. – Т. 1. – №1. – С. 5-10.

Reference

1. Bgashev, V. A. Uroven' adaptivnosti slivy sorta Stenli i klonovyh podvov v Volgogradskoj oblasti [Tekst] / V. A. Bgashev, A. V. Solonkin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - № 4 (32). - P. 46-49.
2. Gorbacheva, N. N. Ocenka klonovyh podvov slivy v usloviyah Leningradskoj oblasti [Tekst] / N. N. Gorbacheva // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo agrarnogo universiteta. - 2017. - № 4 (49). - P. 11-15.
3. Eremin, V. G. Perspektivy ispol'zovaniya v promyshlennom sadovodstve Rossii klonovyh podvov kostochkovykh kul'tur [Tekst] / V. G. Eremin, G. V. Eremin // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. - 2017. - T. 50. - P. 111-115.

4. Eremin, G. V. Ispol'zovanie genofonda dikorastuschih vidov roda Prunus L. v selekcii klonovykh podvoev kostochkovykh kul'tur [Tekst] / G. V. Eremin, V. G. Eremin // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. - 2015. - T. 176. - № 4. - P. 416-425.
5. Eremin, G. V. Sredneroslye klonovye podvoi slivy dlya intensivnykh sadov [Tekst]/ G. V. Eremin // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. - 2013. - T. 37. - № 2. - P. 145-150.
6. Popov, M. A. Sorto-podvoynye kombinacii vishni i slivy v srednej polose RF [Tekst]/ M. A. Popov, A. A. Novotorcev // Dostizheniya nauki i tehniki APK. - 2017. - T. 31. - № 7. - P. 30-32.
7. Sovremennye metodologicheskie aspekty organizacii selekcionnogo processa v sadovodstve i vinogradarstve [Tekst]. - Krasnodar: SKZNIISiV, 2012. - 569 p.
8. Sovremennye metodologiya, instrumentarij ocenki i otbora selekcionnogo materiala sadovykh kul'tur i vinograda [Tekst] : monografiya / pod red. E. A. Egorova, G. V. Eremina, I. A. Il'ina i dr. - Krasnodar: FGBNU SKFNCSVV, 2017. - 282 p.
9. Solonkin, A. V. Ispol'zovanie mestnykh i novykh sortov Nizhnego Povolzh'ya v selekcii adaptivnykh sortov slivy [Tekst] / A. V. Solonkin, G. V. Eremin // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2017. - № 134. - P. 368-378.
10. Sushkov D. N. Ocenka produktivnosti intensivnykh nasazhdenij slivy v usloviyakh Yuzhnogo sadovodstva [Tekst] / D. N. Sushkov, A. V. Provorchenko, R. Sh. Zaremuk // Agrarnaya Rossiya. - 2013. - № 3. - P. 17-20.
11. Eremin, G.V. Use of genetic diversity of the genus prunus l. In selection of clonal rootstocks for stone fruit crops and features of their reproduction / G.V. Eremin, V.N. Podorozhnyi, O.V. Eremina // Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences. - 2017. - T. 71. - № 3. - P. 173-177.
12. Eremin, G. Advance of assortment of plums in the South of Russia / G. Eremin, R. Zaremuk // Russian Journal of Horticulture. - 2014. - T. 1. - №1. - P. 5-10.

E-mail: nwniish@mail.ru

УДК 633.2.03:581.5

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-14

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ ЧИРСКОГО ПЕСЧАНОГО МАССИВА

SUSTAINABLE USE OF THE PASSTURE LANDS OF CHIRSKY SANDY MASSIF

М.В. Власенко¹, кандидат сельскохозяйственных наук

В.В. Бородычев^{2,3}, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН

А.К. Кулик¹, кандидат сельскохозяйственных наук

M.V. Vlasenko¹, V.V. Borodichev^{2,3}, A.K. Kulik¹,

¹ФГБНУ «ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН»,
г. Волгоград

²Волгоградский государственный аграрный университет

³ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации
имени А.Н. Костякова», г. Волгоград

¹Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre of Agroecology,
Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences», Volgograd

²Volgograd State Agricultural University

³Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering
and Land Reclamation named after AN. Kostyakova», Volgograd

Исследования на землях Чирского песчаного массива проводились на II надпойменной террасе. Были выявлены особенности видового состава, структуры и запаса надземной фитомассы степного комплекса фитоценозов, нагрузка на песчаные земли с учетом кормовой емкости. Геоботаническое обследование и оценка растительного биоразнообразия проводились на ключевых участках различных по степени зарастания (открытые или слабозаросшие, среднеза-

росшие и заросшие пески). Выявлено, что основную долю в фитомассе занимают кормовые виды (на открытых песках – 42,8 %, на среднезаросших песках – 58,8 %, на заросших песках – 52,3 %) и лекарственные виды (на открытых песках – 38,0 %, на среднезаросших песках – 35,38 %, на заросших песках – 33,3 %). Доля рудеральных видов в составе сообществ составляет 5,9-14,3 %, доля ядовитых трав – 4,8-11,8 %. Наибольшее количество видов в сообществах относится к семейству Asteraceae (*Cirsium arvense* L., *Scorzonera humilis* L., *Campestre* L., *Helichrysum arenarium* L., *Artemisia austiaca* Jacq., *Senecio vulgaris* и др.). Основную фитомассу в составе фитоценозов составляют одно-, дву- и малолетние виды. Экологический анализ видового состава растительных сообществ позволил выявить растения-индикаторы, указывающие на микроклиматические особенности природной среды. Установлено, что на всех типах песков доминируют мезофиты. На открытых и заросших песках их доля составляет 52 %, на среднезаросших песках – 47 %. Охраняемых таксонов и популяций на территории II террасы песчаного массива не зафиксировано. Наибольшую нагрузку скота могут выдержать кормовые угодья Чирского песчаного массива на заросших песках в весенне-летний период (0,9-1,0 гол./га), а наименьшую нагрузку переносят пастбища на открытых и слабозаросших песках во все сезоны использования (0,2-0,4 гол./га). Таким образом, на песчаных массивах исследуемых участков нагрузка животных должна равномерно снижаться от весны к осени и варьировать от 0,2-0,4 гол./га до 0,5-1,0 гол./га в зависимости от степени зарастания песков.

The studies on the lands of the Chirsky sandy massif were conducted on the territory of Terrace II. Here, the features of the species composition, structure and stock of the steppe complex of phytocenoses aboveground phytomass, the load on the sandy lands, taking into account feed capacity, were identified. Geobotanical survey and assessment of plant biodiversity was carried out in key areas of varying degrees of overgrowth (open or low-grown, medium-grown and overgrown sands). The main share in phytomass is occupied by forage species (on open sands – 42,8%, on medium-grown sands – 58,8%, on overgrown sands – 52,3%) and medicinal species (on open sands – 38,0%, on medium-grown sands – 35,38%, on overgrown sands – 33,3%). The share of ruderal species in the composition of communities is 5,9-14,3%, the share of poisonous herbs is 4,8-11,8%. The largest number of species in the community belongs to the Asteraceae family (*Cirsium arvense* L., *Scorzonera humilis* L., *Campestre* L., *Helichrysum arenarium* L., *Artemisia austiaca* Jacq., *Senecio vulgaris* and others). The main phytomass in the composition of the phytocenoses are annual, biennial species. Mesophytes dominate on all types of sands. Ecological analysis of the species composition of plant communities allowed identifying plants that indicate microclimatic features of the natural environment. On open and overgrown sands, their share is 52%, on medium-grown sands – 47%. Protected taxa and populations hasn't been recorded. The greatest load of livestock can withstand fodder lands of the Chirsky sandy massif on the overgrown sands in the spring-summer period (0,9-1,0 heads/ha), and the lowest load is can be carried by pastures on open sands in all seasons of use (0,2-0,4 heads/ha). Thus, on the sandy massifs of the studied areas, the load of animals should evenly decrease from spring to autumn and vary from 0,2-0,4 heads/ha to 0,5-1,0 heads/ha, depending on the degree of sand overgrowth.

Ключевые слова: песчаные массивы, псаммофиты, фитоценозы, видовой состав, продуктивность, нагрузка.

Key words: sand massifs, psammophytes, phytocenoses, species composition, productivity, load.

Введение. Чирские пески занимают 52 тыс. га вдоль реки Чир. Это древне-аллювиальные террасовые отложения, подвергавшиеся современным эоловым процессам. Массив был закреплен посадками сосновых насаждений на второй террасе р. Чир в 1907-1917 гг., полосами, на площади около 600 га. Позже, в 1927 г., сосновые насаждения размещали в виде клеток. Комплексное сельскохозяйственное освоение песков осуществлял с 1930 г. Обливский агролесомелиоративный опорный пункт.

В связи с постоянно возрастающей антропогенной нагрузкой на песчаные ландшафты в настоящее время особую актуальность приобретает оценка современного состояния пастбищных экосистем и их устойчивости [17, 5, 3]. Устойчивость пастбищных фитоценозов на песках диктуется фитоценоотическими и зоотехническими соображениями, т.к. существование сообщества невозможно без учета взаимоотношений между компонентами и между компонентами и средой. В тяжелых агроклиматических условиях необходимо, чтобы кормовые угодья обладали максимально долготетней устойчивой продуктивностью, свойствами саморегуляции и самовосстановления [10, 4, 2, 14, 18].

Материалы и методы. Цель исследования – изучение видового разнообразия, структуры, биоэкологического потенциала и устойчивости фитоценозов песчаных пастбищ для рационального использования и повышения продуктивности кормовых угодий в нестабильных агроэкологических условиях. Для достижения поставленной цели использовался комплекс камеральных и экспедиционных методов исследований. Геоботаническое обследование и оценка растительного биоразнообразия проводились на ключевых участках Чирского песчаного массива разных по степени зарастания (открытые, среднезаросшие и заросшие пески). Регион исследований находится на территории Чирского охотничьего заказника (Ростовская область, п. Сосновый), общая площадь которого составляет 40,9 тыс. га. Урожайность и структуру фитоценозов определяли укосным методом. На разных по степени зарастания песках выделялись площадки размером 100х100 м, на каждой из которых брались по 5 метровок. Выявлялись доминантные и субдоминантные виды. Выделение единиц растительности выполнялось с учетом флористических различий сообществ и экологических условий местообитаний. Нагрузка сельскохозяйственных животных на пастбище определялась отношением урожайности пастбищ (кг/га) к произведению продолжительности пастбищного периода (дней) и потребности животного в пастбищном корме (кг на 1 голову в сутки).

Результаты и обсуждение. Среднегодовые метеорологические показатели (https://rp5.ru/Архив_погоды) на ключевых объектах за 2017-2018 гидрологический год составили:

- средняя относительная влажность на высоте 2 метра над поверхностью земли – 69 %;
- температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$) на высоте 2 метра над поверхностью земли: $+9,1^{\circ}\text{C}$, минимальное значение – $-17,7^{\circ}\text{C}$ (21.02.2018), максимальное значение – $+38,6^{\circ}\text{C}$ (27.06.2018);
- количество выпавших осадков: 409 мм, максимальное значение – 23.0 мм за 12 ч. (17.07.2018), число дней с осадками – 168;
- высота снежного покрова: средняя – 5,6 см, максимальная – 17 см (25.01.2018), 17 см (26.01.2018), 17 см (30.01.2018);
- самая поздняя дата наличия снежного покрова – 31.03.2018 г;
- максимальное значение порыва ветра на высоте 10-12 метров над земной поверхностью: среднее значение – 11,7 м/с, максимальное значение – 22 м/с (31.10.2017), основное направление ветра – восточное.

Осадки распределялись по сезонам неравномерно и не всегда соответствовали критическим моментам потребности растений. В летне-осенний период необходимые для растительности осадки практически отсутствовали. Отмечается напряженный ветровой режим, который приводит к переносу и иссушению больших масс песчаных земель как в холодный период, так и в период вегетации.

Почвенно-климатические условия региона для развития сельскохозяйственного производства можно назвать условно благоприятными, т.к. экологические проблемы здесь существуют: водная и ветровая эрозия, деградация почв. Развитию процесса

опустынивания способствуют засухи и суховеи, малое количество атмосферных осадков [19, 7]. Но благодаря комплексной мелиорации разбитых песков произошло самовосстановление деградированных ландшафтов. Открытых песков в пределах агролесоландшафта практически не осталось. Экологический норматив региона регламентирует оптимальное соотношение доли пашни и пастбищ как 55 % пашни и 32 % кормовых угодий [12].

По характеру рельефа здесь выделяются 4 террасы:

- I надпойменная терраса реки Чир, шириной 1 и более км имеет равнинный характер с западинами, ложбинами, старицами и озерами. Грунтовые воды залегают на глубине 2-5 метров. Почвы глинистые, иловатые. Естественная лесная растительность в основном состоит из тополя, осины, клена, ветлы, дуба, встречаются терн, боярышник и шиповник. На микроклимат оказывает влияние в основном естественная лесная растительность;

- II песчаная терраса с бугристыми песками шириной 2,0-3,0 км выделяется бугристо-холмистым рельефом. Грунтовые воды находятся на глубине 3-9 м. Лесистость террасы около 43 %;

- III пристепная терраса с пологоволнистыми песками. Это слабоволнистая и незначительно всхолмленная песчаная равнина. Почвы супесчаные с уплотненным подпахотным горизонтом;

- IV коренная равнина – сухая степь на типичных зональных каштановых почвах. Грунтовые воды на глубине свыше 15 метров.

В состав фитоценозов входят виды, которые способны существовать совместно и только в определенных условиях среды. Фитоценоз имеет определенный состав и структуру, обладает способностью к саморегуляции. На песчаных массивах развитие растительности ограничивают недостаток атмосферных осадков, сильное иссушение верхних почвенных горизонтов из-за высоких летних температур, незначительный снежный покров, низкие температуры воздуха и почвы в зимний период, бедность песков питательными веществами, их подвижность, иногда сильная засоленность. Однако растениям-псаммофитам удалось приспособиться к таким жизненным условиям благодаря различным строениям и особенностям физиологических процессов [1, 13].

Геоботанические обследования и оценка растительного биоразнообразия песчаных пастбищ были проведены на II песчаной террасе с бугристыми песками, где были выявлены урожайность и ботанический состав травостоя в зависимости от степени естественного зарастания песков на ключевых объектах. Экологический анализ видового состава растительных сообществ позволил выявить растения-индикаторы, указывающие на микроклиматические особенности природной среды (таблицы 1, 2).

Согласно кадастровому отчету ООПТ природного заказника «Чирский» 2018 г., среди представителей группы «сосудистые растения» на его территории охраняемые таксоны и популяции не зафиксированы.

На открытых песках доминируют мелколепестник канадский *Erigeron canadensis* L. (доля фитомассы 14-22 % в составе фитоценозов), осока песчаная *Carex arenaria* (14-20 %), лопух войлочный *Arctium tomentosum* Mill (10-13 %), икотник серо-зеленый *Bertéroa incána* (9,9 %). На средnezаросших песках преобладают: икотник серо-зеленый *Bertéroa incána* (13 %), костер кровельный *Bromus tectorum* L. (16-28 %), полынь австрийская *Artemisia austiaca* Jacq. (10-17 %), цмин песчаный *Helichrysum arenarium* L. (11-16 %). Доминанты заросших песков: икотник серо-зеленый *Bertéroa incána* (13-14 %), костер кровельный *Bromus tectorum* L. (38-41 %), цмин песчаный *Helichrysum arenarium* L. (18-28 %).

Таблица 1 – Растительность II песчаной террасы с бугристыми песками
на разных по степени зарастания типах песков

Виды	Группа по отношению к увлажнению почвы	Группа по отношению к долготелю	Семейство
1	2	3	4
Открытие пески			
<i>Cirsium arvense</i> L.	ксеромезофит	многолетник	Asteraceae
<i>Isatis tinctoria</i> L.	ксеромезофит	дву- или малолетник	Brassicaceae
<i>Veronica longifolia</i> L.	мезофит	многолетник	Scrophulariaceae
<i>Calamagrostis epigeios</i> L.	мезофит	многолетник	Poaceae
<i>Polygonum aviculare</i>	мезофит	однолетник	Polygonaceae
<i>Descurainia sophia</i>	мезофит	однолетник	Brassicaceae
<i>Xanthium strumarium</i>	мезофит	однолетник	Asteraceae
<i>Bertiera incana</i>	ксеромезофит	дву- или малолетник	Brassicaceae
<i>Arctium tomentosum</i> Mill	мезофит	дву- или малолетник	Asteraceae
<i>Gypsophila paniculata</i>	ксерофит	многолетник	Caryophyllaceae
<i>Scorzonera humilis</i> L.	мезофит	многолетник	Asteraceae
<i>Bromus tectorum</i> L.	ксерофит	однолетник	Poaceae
<i>Senecio vulgaris</i>	мезофит	дву- или малолетник	Asteraceae
<i>Erigeron canadensis</i> L.	ксеромезофит	однолетник	Asteraceae
<i>Euphorbia virgata</i>	мезофит	многолетник	Euphorbiaceae
<i>Carex arenaria</i>	ксеромезофит	многолетник	Cyperaceae
<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	ксерофит	многолетник	Asteraceae
<i>Portulaca oleracea</i>	мезофит	однолетний суккулент	Portulacaceae
<i>Campestris</i> L.	ксерофит	многолетник	Apiaceae
<i>Helichrysum arenarium</i> L.	ксерофит	многолетник	Asteraceae
Среднезаросшие пески			
<i>Isatis tinctoria</i> L.	ксеромезофит	дву- или малолетник	Brassicaceae
<i>Veronica longifolia</i> L.	мезофит	многолетник	Scrophulariaceae
<i>Calamagrostis epigeios</i> L.	мезофит	многолетник	Poaceae
<i>Polygonum aviculare</i>	мезофит	однолетник	Polygonaceae
<i>Xanthium strumarium</i>	мезофит	однолетник	Asteraceae
<i>Bertiera incana</i>	ксеромезофит	дву- или малолетник	Brassicaceae
<i>Arctium tomentosum</i> Mill	мезофит	дву- или малолетник	Asteraceae
<i>Gypsophila paniculata</i>	ксерофит	многолетник	Caryophyllaceae
<i>Verbascum thapsus</i>	ксеромезофит	дву- или малолетник	Scrophulariaceae
<i>Bromus tectorum</i> L.	ксерофит	однолетник	Poaceae
<i>Senecio vulgaris</i>	мезофит	дву- или малолетник	Asteraceae
<i>Erigeron canadensis</i> L.	ксеромезофит	однолетник	Asteraceae
<i>Euphorbia virgata</i>	мезофит	многолетник	Euphorbiaceae
<i>Carex arenaria</i>	ксеромезофит	многолетник	Cyperaceae
<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	ксерофит	многолетник	Asteraceae
<i>Helichrysum arenarium</i> L.	ксерофит	многолетник	Asteraceae
<i>Setaria pumila</i>	мезофит	однолетник	Poaceae
Заросшие пески			
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	ксеромезофит	многолетник	Asteraceae
<i>Alyssum desertorum</i> Stapf.	мезофит	однолетник	Brassicaceae
<i>Veronica longifolia</i> L.	мезофит	многолетник	Scrophulariaceae
<i>Calamagrostis epigeios</i> L.	мезофит	многолетник	Poaceae

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
<i>Polygonum aviculare</i>	мезофит	однолетник	Polygonaceae
<i>Descurainia sophia</i>	мезофит	однолетник	Brassicaceae
<i>Bertéroa incana</i>	ксеромезофит	дву- или малолетник	Brassicaceae
<i>Scorzonera humilis</i> L.	мезофит	многолетник	Asteraceae
<i>Bromus tectorum</i> L.	ксерофит	однолетник	Poaceae
<i>Verbascum thapsus</i>	ксеромезофит	дву- или малолетник	Scrophulariaceae
<i>Senecio vulgaris</i>	мезофит	дву- или малолетник	Asteraceae
<i>Erigeron canadensis</i> L.	ксеромезофит	однолетник	Asteraceae
<i>Euphorbia virgata</i>	мезофит	многолетник	Euphorbiaceae
<i>Carex arenaria</i>	ксеромезофит	многолетник	Cyperaceae
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	мезофит	однолетник	Asteraceae
<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	ксерофит	многолетник	Asteraceae
<i>Portulaca oleracea</i>	мезофит	однолетний суккулент	Portulacaceae
<i>Campestre</i> L.	ксерофит	многолетник	Apiaceae
<i>Helichrysum arenarium</i> L.	ксерофит	многолетник	Asteraceae
<i>Setaria pumila</i>	мезофит	однолетник	Poaceae

Таким образом, на всех типах песков преобладают виды семейства Asteraceae: на открытых песчаных пастбищах в различных сообществах встречается 8 видов, на среднезаросших – 6 видов, на заросших – 7 видов. Основную фитомассу в составе фитоценозов составляют одно-, дву- и малолетние виды: на открытых песках их доля составляет 52,3 %, на среднезаросших – 58,8 %, на заросших – 52,3 % (таблица 2).

Таблица 2 – Биометрические показатели растительности на разных типах песков
II песчаной террасы

Показатели	Открытые пески	Среднезаросшие пески	Заросшие пески
Виды, шт.	21	17	21
Семейства: Asteraceae	8	6	7
Apiaceae	1	0	1
Brassicaceae	3	2	3
Caryophyllaceae	1	1	1
Cyperaceae	1	1	1
Euphorbiaceae	1	1	1
Poaceae	3	3	3
Polygonaceae	2	1	1
Portulacaceae	0	0	1
Scrophulariaceae	1	2	2
Многолетники, шт./%	10/47,6	7/41,2	10/47,6
Одно-, дву- и малолетники, шт./%	11/52,3	10/58,8	11/52,3
Кормовые, шт./%	9/42,8	8/47,0	10/47,6
Лекарственные, шт./%	8/38,0	6/35,3	7/33,3
Сорные, шт./%	2/9,5	1/5,9	3/14,3
Ядовитые, шт./%	2/9,5	2/11,8	1/4,8
Ксеромезофиты, шт./%	5/24	5/29	5/24
Мезофиты, шт./%	11/52	8/47	11/52
Ксерофиты, шт./%	5/24	4/24	5/24
Высота травостоя, см	58	75	84

Пастбищные фитоценозы образованы экологическими группами растений (кормовые, лекарственные, рудеральные, ядовитые), которые выполняют различную роль в экосистеме, поддерживают ее стабильность. На исследованных участках основную долю фитомассы занимают кормовые виды: на открытых песках их доля составляет 42,8 %, на среднезаросших – 58,8 %, на заросших – 52,3 %. Значительную часть в составе сообществ также занимают лекарственные растения: на открытых песках их доля составляет 38,0 %, на среднезаросших – 35,38 %, на заросших – 33,3 %. Лекарственные виды подавляют патогенные почвенные микроорганизмы, грибковые инфекции, что приводит к улучшению санитарно-гигиенических условий для выпаса животных.

Рудеральные виды избирательно пригодны к поеданию животными, они пополняют почву органикой, повышают тем самым её биологическую активность, являясь пищей для бактерий и грибов. Их доля на открытых песках составляет 9,5 %, на среднезаросших – 5,9 %, на заросших – 14,3 %. Ядовитые и другие виды продуцируют первичную биомассу не доступную для поедания из-за её непригодности и способствуют сохранению нижнего травянисто-кустарникового яруса, поддерживая водно-балансовые показатели и предотвращая альбедное опустынивание. Их доля на открытых песках составляет 9,5 %, на среднезаросших – 11,8 %, на заросших – 4,8 %.

Экологическая структура видов отражает видовую приуроченность к экологическим условиям (в данном случае к влажности почв). Выявлено, что на всех типах песков доминируют мезофиты (на открытых и заросших песках их доля составляет 52 %, на среднезаросших песках – 47 %), которые не терпят длительных засух, в чрезвычайных условиях быстро теряют влагу и увядают, ксероморфизм у них отсутствует или недостаточно развит. Мезофиты могут приспосабливаться к непродолжительным засухам, но повторяющиеся длительные засушливые циклы не выдерживают.

Количество и качество животноводческой продукции связано с полноценным кормлением, т.к. правильно подобранные корма обеспечивают здоровье поголовья, повышают его продуктивность и воспроизводство, молодняк хорошо растет и развивается. При оценке корма надо учитывать его физические свойства, химический состав и питательность. Требованиями к пастбищным кормам установлено, что в сухом веществе должно содержаться сырого протеина не менее 12 %, сырой клетчатки – не более 28 %, обменной энергии – не менее 9,96 МДж или 0,80 корм. ед. Засоренность пастбищных травостоев вредными и ядовитыми растениями не должна превышать 1 %.

Задача по сохранению и восстановлению высокой продуктивности пастбищных экосистем является основным направлением в укреплении кормовой базы животноводства [9, 6]. Однако она сложна, т.к. включает много компонентов, влияющих на видовое разнообразие, урожайность и кормовую ценность кормовых трав [11]. При выпасе животных решающее значение имеет количество корма, имеющееся на единице площади пастбища, и нагрузка скота на эту площадь. Выпас оказывает очень сильное влияние на продуктивность пастбищ и видовое разнообразие сообществ [15, 16]. При этом происходит быстрая смена одного вида растений другими. При неумеренном выпасе на песчаных землях могут возникнуть котловины выдувания и целые массивы сыпучего песка [8].

На исследуемых песчаных пастбищах продолжительность пастбищного периода составляет для овец и коз 180 дней, для КРС – 180 дней, для лошадей – 185 дней. Учитывая продуктивность пастбищ в разные сезоны использования (рисунок 1) была определена нагрузка на кормовые угодья с целью выявления их рационального использования сельскохозяйственными животными (рисунок 2).

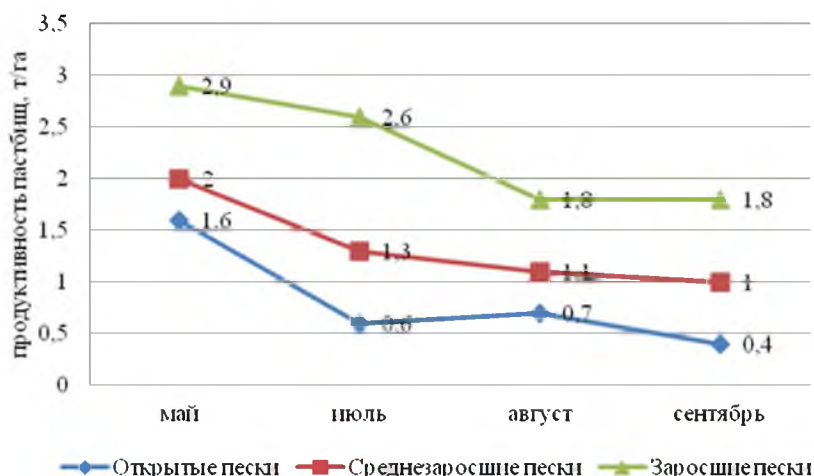


Рисунок 1 – Продуктивность пастбищных угодий, разных по степени зарастания песчаных земель, т/га

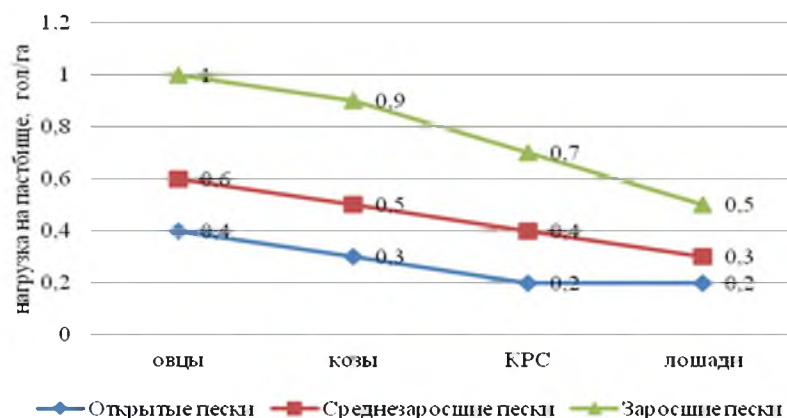


Рисунок 2 – Оптимальная нагрузка животных на пастбищные угодья песчаных земель с учетом кормовой емкости, гол./га

Согласно выявленным показателям, наибольшую нагрузку скота могут выдерживать кормовые угодья на заросших песках в весенне-летний период (0,9-1,0 гол./га), а наименьшую нагрузку переносят пастбища на открытых песках во все сезоны использования (0,2-0,4 гол./га), что в 2,5-5,0 раз меньше. Таким образом, на песчаных массивах исследуемых участков нагрузка животных должна равномерно снижаться от весны к осени и варьироваться от 0,2-0,4 гол./га до 0,5-1,0 гол./га в зависимости от степени зарастания песков.

Закключение. Полученные данные о богатстве ценофлоры разных типов фитоценозов могут служить критерием в оценке растительного покрова пастбищ Чирского песчаного массива. Установлено, что видовой состав, структура и продуктивность фитоценозов зависят от степени зарастания песков. Основную долю в фитомассе сообществ занимают кормовые (42,8-58,8 %) и лекарственные виды (33,3-38,0 %). Доля рудеральных видов составляет 5,9-14,3 %, доля ядовитых трав – 4,8-11,8 %. Наиболее встречаемы виды семейства Asteraceae и одно-, дву- и малолетники. На всех типах песков доминируют мезофиты (47-52 %). Охраняемых таксонов и популяций не зафиксировано. Для сохранения видового разнообразия на песчаных массивах исследуемых участков необходимо выдерживать нагрузку животных от 0,2-0,4 гол./га до 0,5-1,0 гол./га в зависимости от степени зарастания песков и сезона использования.

Библиографический список

1. Алексеенко, В.А. Экологическая геохимия [Текст]/ В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000. – 627 с.
2. Власенко, М.В. Современное состояние степной растительности Придонских песчаных массивов [Текст]/ М.В. Власенко, А.К. Кулик // Аграрная Россия. – 2017. – №9. – С. 22-29.
3. Золотокрылин, А.Н. Оценка экологического состояния «норма» аридных пастбищ по геоботаническим и MODIS данным [Текст]/ А.Н. Золотокрылин, И.А. Трофимов, Т.Б. Титкова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2014. – Т. 11. – № 2. – С. 197-207.
4. К 30-летию «Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием черных земель и Кизлярских пастбищ» [Текст]/ К.Н. Кулик, В.И. Петров, А.С. Рулев и др. // Аридные экосистемы. – 2018. – Т. 24. – №1 (74). – С. 5-12.
5. Кулик, А.К. Эколого-гидрологическая оценка воздействия сельского и лесного хозяйства на песчаные земли Верхнего Дона [Текст]/ А.К. Кулик, М.В. Власенко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2015. – №1(57). – С. 89-94.
6. Кулик, К.Н. Динамика развития аридных экосистем и автономные импульсные процессы [Текст]/ К.Н. Кулик, А.Н. Салугин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2015. – № 1-2. – С. 69-72.
7. Манаенков, А.С. Закрепление и облесение песков засушливой зоны [Текст]/ А.С. Манаенков, А.К. Кулик. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2016. – 55 с.
8. Радочинская, Л.П. Продукционный потенциал восстановленных пастбищ Северо-Западного Прикаспия [Текст]/ Л.П. Радочинская, А.К. Кладиев, Л.П. Рыбашлыкова // Аридные экосистемы. – 2019. – Т. 25. – №1(78). – С. 61-68.
9. Салугин, А.Н. Математические модели динамической устойчивости аридных экосистем [Текст]/ А.Н. Салугин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №4. – С. 339-345.
10. Турко, С.Ю. Имитационное моделирование функционирования системы «пастбище – животные» [Текст]/ С.Ю. Турко, М.В. Власенко, В.И. Петров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №3(43). – С. 101-108.
11. Турко, С.Ю. Методы и принципы оптимизации пастбищных экосистем [Текст]/ С.Ю. Турко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2018. – №2(70). – С. 230-234.
12. Шишкина, Д.Ю. Экологическая оценка динамики сельскохозяйственных земель Ростовской области [Текст]/ Д.Ю. Шишкина // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2017. – №3-1. – С. 122-128.
13. Юртаева, Н.М. Малый практикум по физиологии растений [Текст]: учеб. пособие для вузов / Н.М. Юртаева. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2015. – 112 с.
14. Vlasenko, M.V. Influence of protective forest plantings and microrelief on the productivity of forage lands in the Sarpinskaya lowland / M.V. Vlasenko // Arid Ecosystems. – 2014. – Vol. 4. – №4. – P. 304-308.
15. Vanselow, K.A. The practice of cattle on pastures and pasture in the Eastern Pamirs / K.A. Vanselow, T. Kraudzun, C. Samimi // Mountain Research and Development. – 2012. – Vol. 32. – №3. – P. 74-87.
16. Gillet, F. Patumod: a compartment model of vegetation dynamics in wooded pastures / F. Gillet, O. Besson, J.M. Gobat // Ecological Modelling. – 2002. – Vol. 147. – №3. – P. 267-290.
17. Smirnova, O.V. Potential vegetation and potential ecosystem cover / O.V. Smirnova, N. A. Toropova // Biology Bulletin Reviews. – 2017. – Vol. 7. – Issue 2. – P. 139-149.
18. Shamsutdinov, Z.Sh. Biogeocenotic principles and methods of degraded pastures phytomelioration in Central Asia and Russia / Z.Sh. Shamsutdinov, N. Z. Shamsutdinov; Eds. R. Ahmad, K.A. Malik Prospects for Saline Agriculture// Kluwer Academic Publishers. – Netherlands, 2002. – P. 29-35.

19. Experience in studying climate change's impact on desertification: degradation, droughts in different arid region / A.N. Zolotokrylin, T.B. Titkova, E.A. Cherenkova et all. // Practical Geography and XXI Century Challenges International Geographical Union Thematic Conference to the Centennial of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, 2018. – P. 10-16.

Reference

1. Alekseenko, V. A. Jekologicheskaya geohimiya [Tekst]/ V. A. Alekseenko. - M.: Logos, 2000. - 627 p.
2. Vlasenko, M. V. Sovremennoe sostoyanie stepnoj rastitel'nosti Pridonskih peschanyh massivov [Tekst]/ M. V. Vlasenko, A. K. Kulik // Agrarnaya Rossiya. - 2017. - №9. - P. 22-29.
3. Zolotokrylin, A. N. Ocenka jekologicheskogo sostoyaniya "norma" aridnyh pastbisch po geobotanicheskim i MODIS dannym [Tekst]/ A. N. Zolotokrylin, I. A. Trofimov, T. B. Titkova // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. - 2014. - T. 11. - № 2. - P. 197-207.
4. K 30-letiyu "General'noj sxemy po bor'be s opustynivaniem chernyh zemel' i Kizlyarskih pastbisch" [Tekst]/ K. N. Kulik, V. I. Petrov, A. S. Rulev i dr. // Aridnye jekosistemy. - 2018. - Vol. 24. - №1 (74). - P. 5-12.
5. Kulik, A. K. Jekologo-gidrologicheskaya ocenka vozdejstviya sel'skogo i lesnogo hozyajstva na peschanye zemli Verhnego Dona [Tekst]/ A. K. Kulik, M. V. Vlasenko // Puti povysheniya jeffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. - 2015. - №1(57). - P. 89-94.
6. Kulik, K. N. Dinamika razvitiya aridnyh jekosistem i avtonomnye impul'snye processy [Tekst]/ K. N. Kulik, A. N. Salugin // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. - 2015. - № 1-2. - P. 69-72.
7. Manaenkov, A. S. Zakreplenie i oblesenie peskov zasushlivoj zony [Tekst]/ A. S. Manaenkov, A. K. Kulik. - Volgograd: VNIALMI, 2016. - 55 p.
8. Radochinskaya, L. P. Produkcionnyj potencial vosstanovlennyh pastbisch Severo-Zapadnogo Prikaspiya [Tekst]/ L. P. Radochinskaya, A. K. Kladiev, L. P. Rybashlykova // Aridnye jekosistemy. - 2019. - Vol. 25. - №1(78). - P. 61-68.
9. Salugin, A. N. Matematicheskie modeli dinamicheskoy ustojchivosti aridnyh jekosistem [Tekst]/ A. N. Salugin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - №4. - P. 339-345.
10. Turko, S. Yu. Imitacionnoe modelirovanie funkcionirovaniya sistemy "pastbishe - zhivotnye" [Tekst]/ S. Yu. Turko, M. V. Vlasenko, V. I. Petrov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №3(43). - P. 101-108.
11. Turko, S. Yu. Metody i principy optimizacii pastbischnyh jekosistem [Tekst]/ S. Yu. Turko // Puti povysheniya jeffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. - 2018. - №2(70). - P. 230-234.
12. Shishkina, D. Yu. Jekologicheskaya ocenka dinamiki sel'skohozyajstvennyh zemel' Rostovskoj oblasti [Tekst]/ D. Yu. Shishkina // Izvestiya VUZov. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki. - 2017. - №3-1. - P. 122-128.
13. Yurtaeva, N. M. Malyj praktikum po fiziologii rastenij [Tekst]: ucheb. posobie dlya vuzov / N.M. Yurtaeva. - N. Novgorod: NNGASU, 2015. - 112 p.
14. Vlasenko, M.V. Influence of protective forest plantings and microrelief on the productivity of forage lands in the Sarpinskaya lowland / M.V. Vlasenko // Arid Ecosystems. – 2014. – Vol. 4. – №4. – P. 304-308.
15. Vanselow, K.A. The practice of cattle on pastures and pasture in the Eastern Pamirs / K.A. Vanselow, T. Kraudzun, C. Samimi // Mountain Research and Development. – 2012. – Vol. 32. – №3. – P. 74-87.
16. Gillet, F. Patumod: a compartment model of vegetation dynamics in wooded pastures / F. Gillet, O. Besson, J.M. Gobat // Ecological Modelling. – 2002. – Vol. 147. – №3. – P. 267-290.
17. Smirnova, O.V. Potential vegetation and potential ecosystem cover / O.V. Smirnova, N. A. Toropova // Biology Bulletin Reviews. – 2017. – Vol. 7. – Issue 2. – P. 139-149.
18. Shamsutdinov, Z.Sh. Biogeocenotic principles and methods of degraded pastures phytomelioration in Central Asia and Russia / Z.Sh. Shamsutdinov, N. Z. Shamsutdinov; Eds. R. Ahmad, K.A. MalikProspects for Saline Agriculture// Kluwer Academic Publishers. – Netherlands, 2002. – P. 29-35.

19. Experience in studying climate change's impact on desertification: degradation, droughts in different arid region / A.N. Zolotokrylin, T.B. Titkova, E.A. Cherenkova et all. // Practical Geography and XXI Century Challenges International Geographical Union Thematic Conference to the Centennial of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, 2018. – P. 10-16.

E-mail: vkovniigim@yandex.ru

УДК 633.2:528.7(470.45)

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-15

АНАЛИЗ ПАСТБИЩНЫХ РЕСУРСОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

ANALYSIS OF PASTURE RESOURCES OF VOLGOGRAD REGION IN GEONFORMATION SYSTEM

С.С. Шинкаренко^{1,2}, кандидат сельскохозяйственных наук

О.Ю. Кошелева¹, кандидат сельскохозяйственных наук

Д.А. Солодовников², кандидат географических наук

А.М. Пугачева^{1,2}, кандидат сельскохозяйственных наук

S.S. Shinkarenko^{1,2}, O.Yu. Kosheleva¹, D.A. Solodovnikov², A.M. Pugacheva^{1,2}

¹ ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград

² Волгоградский государственный университет

Federal scientific center of agroecology, complex meliorations and agroforestry of RAS, Volgograd

²Volgograd State University

В условиях климатических изменений и роста антропогенных нагрузок очень важно правильно определять продуктивность агроландшафтов, чтобы оптимально планировать их использование и избегать деградации. Для этих целей широко используются данные дистанционного зондирования Земли и геоинформационные технологии (ГИС). В статье представлены результаты разработки отраслевой ГИС пастбищных ресурсов Волгоградской области в программе QGIS. В атрибутивную информацию слоев ГИС включены данные о поголовье скота, землепользовании в муниципальных районах области, рассчитаны пастбищные нагрузки. Поскольку значительная часть пастбищных земель правобережной части Волгоградской области не используется, а нагрузки локализованы на прилегающие к населенным пунктам и фермам участки, для их анализа использованы данные о землепользовании USGS Land Use/Land Cover System. По этим материалам создан слой-маска пастбищных земель для их последующего анализа отдельно от других категорий земель. Наибольшие пастбищные нагрузки наблюдаются в заволжских районах области, в то время как продуктивность пастбищ здесь наименьшая. На основе среднесезонных значений NDVI, рассчитанных по средним за вегетационный сезон 16-ти дневным композитам MODIS, показаны пространственные особенности продуктивности пастбищ области. Значения NDVI снижаются с северо-запада на юго-восток, что соответствует направлению градиента аридности. Большие значения индекса характерны для крупных балок и интразональных ландшафтов речных долин, отрицательными формами мезорельефа в Заволжье, что связано с лучшими условиями увлажнения и наличием древесно-кустарниковой растительности, вегетирующей в течение всего сезона. В дальнейшем будут проанализированы значения NDVI за каждый год, определены эмпирические и аналитические кривые обеспеченности значений индекса для пастбищ каждого муниципального района региона.

Under the conditions of climatic changes and the growth of anthropogenic loads, it is very important to correctly determine the productivity of agricultural landscapes in order to optimally plan their use and avoid degradation. For these purposes, remote sensing data and geo-information technologies (GIS) are widely used. The article presents the results of the development of the sectoral GIS of pasture resources of the Volgograd region in the QGIS program. The attribute information of the GIS layers includes data on livestock numbers and land use in the municipal districts of the region, and pasture loads are calculated. Since a significant part of the pasture land of the right-bank part of the Volgograd region is not used, and the loads are localized on the areas adjacent to settlements and farms, the USGS Land Use / Land Cover

System land use data was used to analyze them. Based on these materials, a layer mask has been created for pasture lands for their subsequent analysis separately from other categories of lands. The greatest pasture loads in the Volga regions of the region, at the same time, pasture productivity is the smallest. On the basis of the long-term NDVI values calculated by the average for the growing season, 16-day MODIS composites, spatial characteristics of pasture productivity of the region are shown. NDVI values decrease from northwest to southeast, which corresponds to the direction of the aridity gradient. Large values of the index are characteristic of large beams and intrazonal landscapes of river valleys, negative forms of the mesorelief in the Trans-Volga region, which is associated with the best conditions for moistening and the presence of tree-shrub vegetation vegetative throughout the season. In the future, the NDVI values for each year will be analyzed, empirical and analytical curves of index index values for each municipal district of the region will be determined.

Ключевые слова: *полевые агроландшафты, NDVI, сезонная динамика посевов, экспозиция склонов, рельеф агроландшафта, геоинформационные системы, дистанционное зондирование.*

Key words: *crop agrolandscape, crops seasonal dynamics, slope aspect, agrolandscape relief, geoinformation systems, remote sensing.*

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 18-416-340005 «Прогнозно-картографическое моделирование обеспеченности пастбищ Волгоградской области кормовыми ресурсами»

Введение. Глобальные изменения климата вызывают изменения природной среды, что в совокупности с увеличением антропогенной нагрузки в аридной зоне ведет к развитию процессов опустынивания. Растительность как быстро реагирующий на изменения окружающей среды компонент занимает важное место в исследованиях этих процессов. Видовой состав растительности, ее состояние и продуктивность определяют уровень развития животноводства. В настоящее время необходимо выявление состояния аридных пастбищных ландшафтов, их территориальной структуры и тенденций использования на территории РФ в целом и ее регионов в частности [13]. В начале 90-х гг. XX века на территории нашей страны произошло резкое снижение поголовья скота и посевных площадей, что привело к развитию сукцессионных процессов на пастбищах и залежах. Однако к концу первого десятилетия XXI века поголовье скота в отдельных регионах (например, Астраханская обл.) увеличилось и превысило таковое по состоянию на 70-80 гг. прошлого века, что привело к увеличению антропогенной нагрузки и развитию процессов деградации агроландшафтов [12].

В таких условиях особенно важно определять пастбищную емкость агроландшафтов, а также обеспеченность пастбищ кормовыми ресурсами. Традиционно для анализа продуктивности растительности на больших площадях используют данные дистанционного зондирования и геоинформационные технологии. На основе спектрально-радиометрических данных рассчитывают вегетационные индексы, например NDVI, LAI, EVI и др. [11, 15]. Для объективной оценки состояния пастбищ необходимо отделить их от других категорий земель и сформировать соответствующий векторный слой ГИС, который будет служить маской для анализа вегетационных индексов. Целью работы является разработка региональной отраслевой геоинформационной системы, интегрирующей пространственные данные по ресурсам и использованию пастбищных земель Волгоградской области. Такая система позволит осуществлять определение актуальных площадей пастбищных земель, поголовья скота и величин пастбищных нагрузок в муниципальных районах Волгоградской области.

Материалы и методы. Исследование основано на массивах статистических данных (поголовье скота в хозяйствах всех категорий, площади земель сельскохозяйственного назначения), материалах дистанционного зондирования (информационный продукт MOD13Q1 NDVI) и тематических продуктах (слои Open Street Map и USGS

Land Use/Land Cover System). Индекс NDVI коррелирует с площадью листовой поверхности, проективным покрытием и продуктивностью растительности и получает широкое распространение в исследованиях состояния агроландшафтов по материалам дистанционного зондирования [13, 14].

Геоинформационная обработка осуществлялась в программе QGIS версий 2.18 и 3.2. На первом этапе статистическая информация была структурирована в MS Office Excel, затем через связанное ключевое поле добавлена в атрибутивную информацию слоя ГИС с границами районов области. В результате база пространственных данных содержит более 50 атрибутов: поголовье за 2008-2017 гг., площади земель разных категорий, социально-экономические показатели и рассчитанные пастбищные нагрузки. Продукт MOD13Q1 был предварительно перепроецирован из синусоидальной проекции в UTM и сконвертирован в формат GeoTIF, далее усреднены значения NDVI за 2000-2018 годы (средние за вегетационный сезон: 7 апреля - 16 октября). Растровые данные USGS Land Use были перепроецированы в UTM, после чего векторизованы в shapefile и сгруппированы в 10 классов вместо первоначальных 22. Перевод поголовья в условные головы КРС осуществлялся по общепринятым коэффициентам [6].

Результаты и обсуждение. Рисунок 1 отражает распределение пастбищных земель по районам области по данным А.В. Воробьева [3]. Наибольшие площади пастбищ находятся в заволжских районах и в Донской излучине. Здесь значительные площади малопродуктивных для выращивания культур земель, поэтому основным видом использования является выпас [10]. В целом по области доля пастбищных земель составляет 20-45 % от всех земель сельскохозяйственного назначения с минимальными площадями на северо-западе. Растительный покров на территории области сменяется от ковыльно-разнотравных и разнотравно-типчаково-ковыльных на северо-западе до типчаково-полынной и полынно-ромашиниково-типчаковой на юге Заволжья, годовая норма осадков по метеостанциям в Урюпинске и Эльтоне отличается почти на 200 мм. Соответственно, продуктивность растительных сообществ также существенно различается – от 1-2 т/га в правобережных районах до 0,5-1 т/га на среднесибитых пастбищах в Заволжье [6, 11, 15].

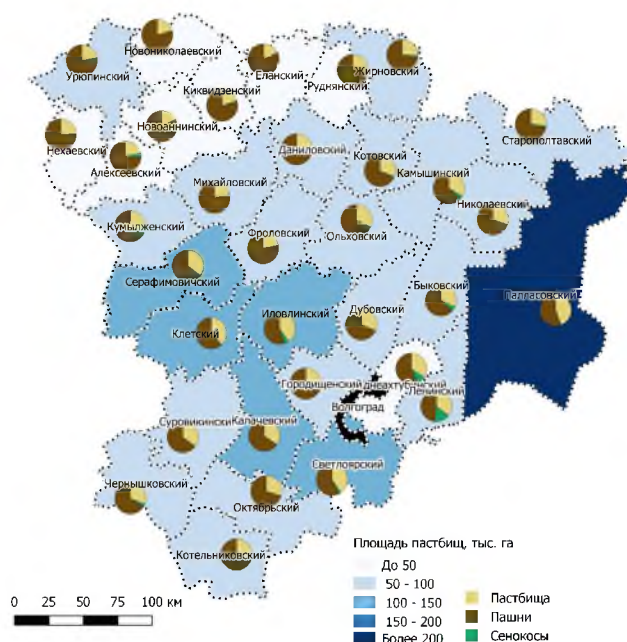


Рисунок 1 – Площади пастбищ и распределение земель сельскохозяйственного назначения в муниципальных районах

В последнее десятилетие на территории области наблюдается рост поголовья овец и коз в среднем на 30 тыс. голов в год и приближается к одному миллиону голов (рисунок 2). Пространственное распределение поголовья и пастбищных нагрузок отражает рисунок 3.

В конце 80-х годов прошлого века наибольшие пастбищные нагрузки были в Средне-Ахтубинском, Еланском и Руднянском районах (3-5 усл. гол./га), в 2012 году недостаток площади пастбищных и сенокосных угодий отмечался в Жирновском, Котельниковском и Октябрьских районах. На 2012 год нагрузки в большинстве районов не превышают 1 усл. гол./га, однако изменилось их пространственное распределение с локализацией около населенных пунктов и животноводческих ферм [6].

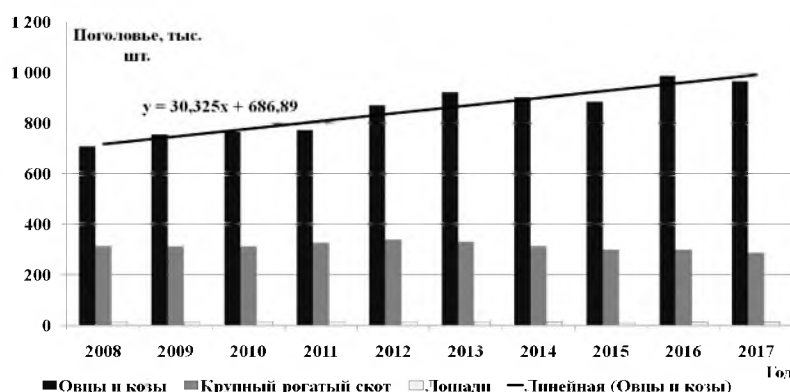


Рисунок 2 – Динамика поголовья скота в Волгоградской области

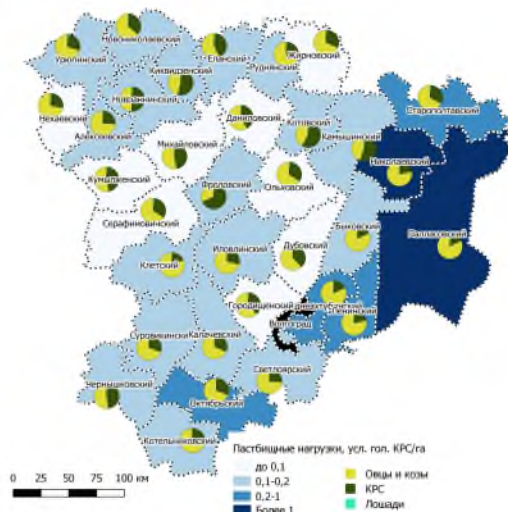


Рисунок 3 – Пастбищные нагрузки и структура поголовья скота в муниципальных районах по данным 2017 г.

На 2017 год максимальные пастбищные нагрузки в районах Заволжья, особенно в Николаевском и Палласовском, в правобережной части лидирует Октябрьской район, но в большей части области пастбищные земли используются недостаточно, как и десять лет назад [6].

Таким образом, одновременно имеются сильноиспользуемые и практически неиспользуемые пастбища, для анализа состояния которых необходимо их пространственное разделение. Очевидно, что площадь реально используемых пастбищ значительно меньше, чем та, что приводится в статистических материалах, при этом в качестве пастбищ используются и

старовозрастные залежи, площади которых могут относиться к пашням, соответственно, необходим более адекватный подсчет площадей эксплуатируемых пастбищных и сенокосных земель и пересчет нагрузок на них. Подобный пространственный анализ возможен только на основе данных дистанционного зондирования.

В настоящее время существует достаточно много наборов открытых глобальных пространственных данных для анализа структуры землепользования. Один из таких наборов USGS Land Use/Land Cover System (растр разрешением 400 м/пикс.) использовался в работе. Структура землепользования Волгоградской области по этим данным представлена на рисунке 4. При относительно небольшом разрешении исходного растра невозможно полностью разделить земли по типам использования, поэтому введена категория «пашни / пастбища», которая характерна для расчлененных территорий.

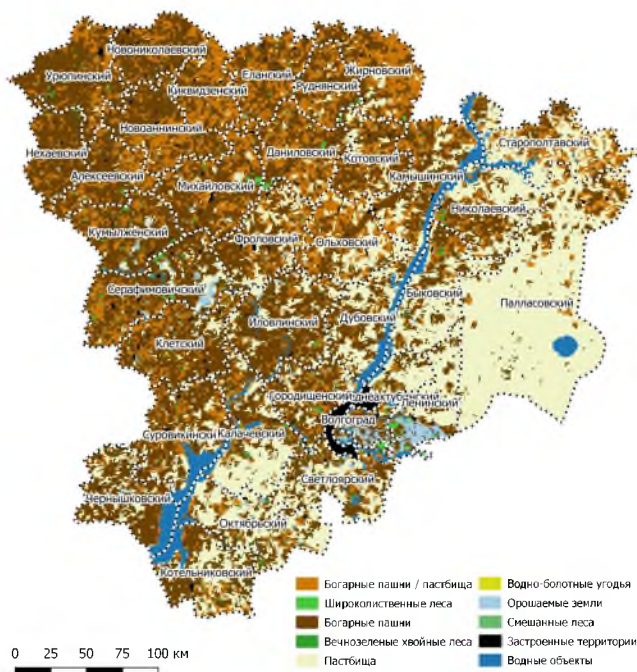


Рисунок 4 – Структура землепользования Волгоградской области по данным USGS Land Use/Land Cover System

Наибольшая площадь природных ландшафтов расположена в Палласовском районе – более миллиона гектаров, но до 80 % этой площади не относится к землям сельскохозяйственного назначения. После Палласовского района следуют Старополтавский, Октябрьский, Быковский, Калачевский, Ольховский, Николаевский, Светлоярский и т.д. Этот слой землепользования после векторизации может служить маской для выделения пастбищных земель и их анализа.

Состояние естественной травянистой растительности очень динамично в течение вегетационного сезона, поэтому для анализа многолетней динамики и обеспеченности значений вегетационного индекса предпочтительно использовать усредненные за вегетационный сезон данные [7, 9]. На рисунке 5 приведены средние значения NDVI за 2000-2018 годы: за каждый год были усреднены 13 значений индекса, каждое из которых, в свою очередь, представляет усредненный за 16 дней композит.

Значения NDVI снижаются с северо-запада на юго-восток, что соответствует направлению градиента аридности. Большие значения индекса характерны для крупных балок и интразональных ландшафтов речных долин, что связано с лучшими условиями увлажнения и наличием древесно-кустарниковой растительности, вегетирующей

в течение всего сезона [1, 5]. Также большие значения NDVI в понижениях мезорельефа в Заволжье, что вызвано перераспределением атмосферных осадков [4, 8]. Относительно меньшими значениями индекса характеризуются Придонские песчаные массивы, здесь необходимо строгое регулирование пастбищных нагрузок для избегания деградации псаммофитной растительности [2]. Пахотные земли имеют более низкий NDVI из-за обработок почвы и, соответственно, отрицательных значений лишенной растительности почвы.

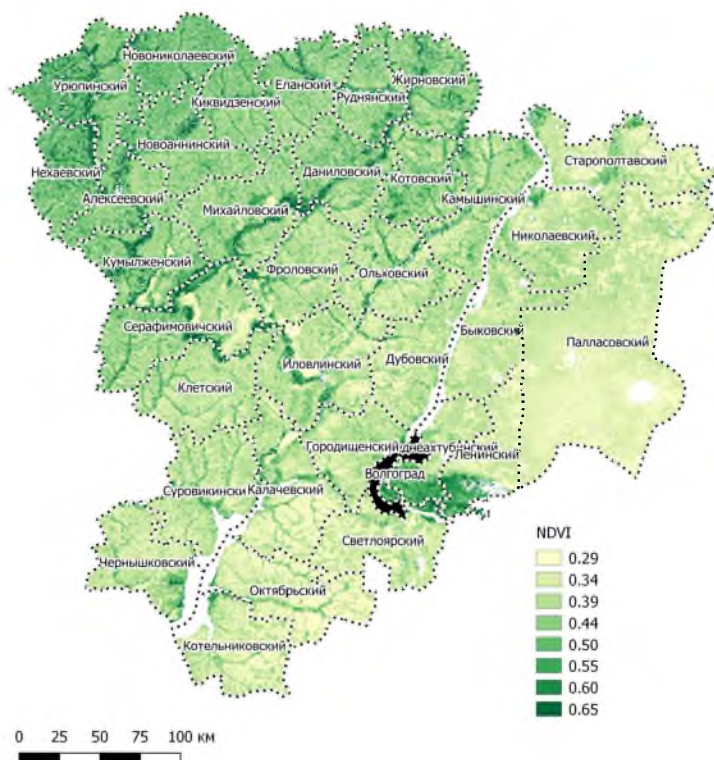


Рисунок 5 – Среднемноголетние значения NDVI

Заключение. Разработанная геоинформационная система служит основой для работы по определению обеспеченности пастбищ Волгоградской области кормовыми ресурсами. Атрибутивные данные с величинами поголовья и актуальными площадями пастбищных земель позволят определить актуальные пастбищные нагрузки. В дальнейшем будут проанализированы значения NDVI за каждый год, определены эмпирические и аналитические кривые обеспеченности значений индекса для пастбищ каждого муниципального района региона. Сопоставление этих данных с гидротермическими показателями, пастбищными нагрузками и другими природными и антропогенными факторами позволит установить закономерности динамики состояния пастбищных комплексов.

Библиографический список

1. Вдовенко, А.В. Специфика формирования лесопастбищных угодий закусаренных лохом в районе Среднего Дона [Текст] / А.В. Вдовенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 2 (38). – С. 80-85.
2. Власенко, М.В. Современное состояние степной растительности Придонских песчаных массивов [Текст] / М.В. Власенко, А.К. Кулик // Аграрная Россия. – 2017. – № 9. – С. 22-29.

3. Воробьев, А.В. Землеустройство и кадастровое деление Волгоградской области: справочное издание [Текст] / А.В. Воробьев. – Волгоград: Станица-2, 2002. – 92 с.
4. Изменение фитоценозов Волго-Уральского междуречья под влиянием пастбищных нагрузок [Текст] / К.Н. Кулик, Б.Ж. Есмагулова, О.Ю. Кошелева и др. // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2016. – №4. – С. 25-32.
5. Манаенков, А.С. Реконструкция закустаренных пастбищ балочно-речных долин [Текст] / А.С. Манаенков, Ю.М. Жданов, А.В. Вдовенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 4 (44). – С. 70-76.
6. Методические рекомендации по фитомелиорации аридных территорий и нормы нагрузки на природные пастбища [Текст] / А.С. Манаенков, В.П. Воронина, А.В. Вдовенко. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2013. – 80 с.
7. Расчет и картографирование обеспеченности естественных пастбищ кормовыми ресурсами на основе многолетних рядов нормализованного вегетационного индекса [Текст] / А.С. Рулев, С.С. Шинкаренко, С.Н. Канищев и др. // Научная жизнь. – 2016. – №. 11. – С. 33-42.
8. Рулев, А.С. Геоморфологические критерии проведения лесомелиорации ландшафтов (на примере Приэльтонья) [Текст] / А.С. Рулев, О.Ю. Кошелева, С.С. Шинкаренко // Геоморфология. – 2017. – №2. – С. 63-71.
9. Рулев, А.С. Анализ сезонной динамики NDVI естественной растительности Заволжья Волгоградской области [Текст] / А.С. Рулев, С.Н. Канищев, С.С. Шинкаренко // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2016. – Т. 13. – № 4. – С. 113-123.
10. Ткаченко, Н.А. Качественная оценка и картографирование деградации пахотных земель волгоградского Заволжья [Текст] / Н.А. Ткаченко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2 (46). – С. 21-23.
11. Шинкаренко, С.С. Анализ динамики пастбищных ландшафтов в аридных условиях на основе нормализованного вегетационного индекса (NDVI) [Текст] / С.С. Шинкаренко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – №1. – С. 110-114.
12. Шинкаренко, С. С. Оценка влияния выпаса на ландшафты Приэльтонья [Текст] / С.С. Шинкаренко // Научное обозрение. – 2015. – № 14. – С. 10-15.
13. A hyperspectral indicator system for rangeland degradation on the Tibetan Plateau: A case study towards spaceborne monitoring / L.W. Lehnert, H. Meyer, N. Meyer et al. // Ecological Indicators. – 2014. – Vol. 39. – P. 54-64.
14. Alpine grass-land degradation index and its response to recent climate variability in Northern Tibet, China / Q.Z. Gao, Y.F. Wan, H.M. Xu et al. // Quaternary Intern. – 2010. – Vol. 226(1-2). – P. 143-150.
15. Evaluating an active optical sensor for quantifying and mapping green herbage mass and growth in a perennial grass pasture / M.G. Trotter et al. // Crop and Pasture Science, 2010. – № 61(5). – P. 389-398.

Reference

1. Vdovenko, A. V. Specifika formirovaniya lesopastbishnyh ugodij zakustarenyh lohom v rajone Srednego Dona [Текст] / A. V. Vdovenko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 2 (38). - P. 80-85.
2. Vlasenko, M. V. Sovremennoe sostoyanie stepnoj rastitel'nosti Pridonskih peschanyh massivov [Текст] / M. V. Vlasenko, A. K. Kulik // Agrarnaya Rossiya. - 2017. - № 9. - P. 22-29.
3. Vorob'ev, A. V. Zemleustrojstvo i kadaistrovoe delenie Volgogradskoj oblasti: spravocnoe izdanie [Текст] / A. V. Vorob'ev. - Volgograd: Stanica-2, 2002. - 92 p.
4. Izmenenie fitocenzov Volgo-Ural'skogo mezhdurech'ya pod vliyaniem pastbishnyh nagruzok [Текст] / K. N. Kulik, B. Zh. Esmagulova, O. Yu. Kosheleva i dr. // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geojekologiya. - 2016. - №4. - P. 25-32.
5. Manaenkov, A. S. Rekonstrukciya zakustarenyh pastbish balochno-rechnyh dolin [Текст] / A. S. Manaenkov, Yu. M. Zhdanov, A. V. Vdovenko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - № 4 (44). - P. 70-76.

6. Metodicheskie rekomendacii po fitomelioracii aridnyh territorij i normy nagruzki na prirodnye pastbischa [Tekst] / A. S. Manaenkov, V. P. Voronina, A. V. Vdovenko. - Volgograd: VNIAMI, 2013. - 80 p.
7. Raschet i kartografirovanie obespechennosti estestvennyh pastbisch kormovymi resursami na osnove mnogoletnih ryadov normalizovannogo vegetacionnogo indeksa [Tekst] / A. S. Rulev, S. S. Shinkarenko, S. N. Kanishev i dr. // Nauchnaya zhizn'. - 2016. - № 11. - P. 33-42.
8. Rulev, A. S. Geomorfologicheskie kriterii provedeniya lesomelioracii landshaftov (na primere Prijel'ton'ya) [Tekst] / A. S. Rulev, O. Yu. Kosheleva, S. S. Shinkarenko // Geomorfologiya. - 2017. - №2. - P. 63-71.
9. Rulev, A. S. Analiz sezonnoj dinamiki NDVI estestvennoj rastitel'nosti Zavolzh'ya Volgogradskoj oblasti [Tekst] / A. S. Rulev, S. N. Kanishev, S. S. Shinkarenko // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. - 2016. - T. 13. - № 4. - P. 113-123.
10. Tkachenko, N. A. Kachestvennaya ocenka i kartografirovanie degradacii pahotnyh zemel' volgogradskogo Zavolzh'ya [Tekst] / N. A. Tkachenko // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2014. - № 2 (46). - P. 21-23.
11. Shinkarenko, S. S. Analiz dinamiki pastbischnykh landshaftov v aridnykh usloviyakh na osnove normalizovannogo vegetacionnogo indeksa (NDVI) [Tekst] / S. S. Shinkarenko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - №1. - P. 110-114.
12. Shinkarenko, S. S. Ocenka vliyaniya vypasa na landshafty Prijl'ton'ya [Tekst] / S. S. Shinkarenko // Nauchnoe obozrenie. - 2015. - № 14. - P. 10-15.
13. A hyperspectral indicator system for rangeland degradation on the Tibetan Plateau: A case study towards spaceborne monitoring / L.W. Lehnert, H. Meyer, N. Meyer et al. // Ecological Indicators. - 2014. - Vol. 39. - P. 54-64.
14. Alpine grass-land degradation index and its response to recent climate variability in Northern Tibet, China / Q.Z. Gao, Y.F. Wan, H.M. Xu et al. // Quaternary Intern. - 2010. - Vol. 226(1-2). - P. 143-150.
15. Evaluating an active optical sensor for quantifying and mapping green herbage mass and growth in a perennial grass pasture / M.G. Trotter et al. // Crop and Pasture Science, 2010. - № 61(5). - P. 389-398.

E-mail: shinkarenko@volsu.ru

УДК 631.452:635.64:631.674.6(470.67)

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-16

УЛУЧШЕНИЕ ПЛОДородия Орошаемых Земель Равнинной Зоны Дагестана при Капельном Орошении Томатов

IMPROVEMENT OF THE FERTILITY OF IRRIGATED LANDS DAGESTAN'S PLAIN ZONE UNDER DRIP IRRIGATION OF TOMATOES

А.З. Джамбулатова, аспирант

С.А. Курбанов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Д.С. Магомедова, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

A.Z. Dzhambulatova, S.A. Kurbanov, D.S. Magomedova

*ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный
университет имени М.М. Джамбулатова», г. Махачкала*

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov», Makhachkala*

В условиях сухостепной зоны равнинного Дагестана доказано положительное влияние на агрофизические показатели плодородия орошаемой лугово-каштановой почвы отвальной обработки в сочетании с предполивным порогом влажности корнеобитаемого слоя томатов 80 % НВ при капельном орошении. Целью исследований являлось улучшение плодородия лугово-каштановой

почвы за счет совокупной оптимизации агротехники возделывания томатов. Объектом исследований являлись посадки томатов сорта Подарочный (волгоградской селекции) на орошаемых землях равнинного Дагестана. Предмет исследований – способы основной обработки почвы, способы и режим орошения томатов. Исследованиями установлено, что наиболее существенное влияние на улучшение агрофизических показателей плодородия лугово-каштановой почвы (плотность почвы, пористость, структурно-агрегатный состав) оказывает применение отвальной обработки почвы. Определено влияние агротехнических приемов на агрофизические свойства почвы, урожайность и качество томатов. Поддержание влажности активного слоя почвы в пределах 80...100 % НВ на фоне капельного орошения приводит к оптимизации агрофизических показателей плодородия лугово-каштановой почвы, что в сочетании с основной обработкой на 0,23...0,25 м обеспечивает получение плодов томатов на уровне 80...86 т/га.

In the conditions of the dry steppe zone of plain Dagestan, a positive effect on the agrophysical indicators of fertility of irrigated meadow-chestnut soil was shown in combination with the pre-irrigation threshold of the root-layer of tomatoes 80% HB with drip irrigation. The aim of the research was to improve the fertility of the meadow-chestnut soil due to the cumulative optimization of the agrotechnical cultivation of tomatoes. The object of research was planting tomatoes of the Gift variety (Volgograd breeding) on the irrigated lands of the flat Dagestan. The subject of research is the methods of basic tillage, methods and mode of irrigation of tomatoes. Research has established that the most important influence on the improvement of the agrophysical indicators of fertility of meadow chestnut soil (soil density, porosity, structural aggregate composition) is the use of waste soil tillage. The influence of agro technical methods on the agrophysical properties of the soil, level and quality of tomatoes is determined. Maintaining the moisture of the active layer of the soil within 80 ... 100% HB against the background of drip irrigation leads to the optimization of the agrophysical fertility indicators of the meadow-chestnut soil, which, in combination with the main treatment of 0,23 ... 0,25 m, ensures the production of tomato fruits at 80 ... 86 t / ha.

Ключевые слова: *вспашка, глубокое рыхление, содержание водопрочных агрегатов, засоренность посевов, режимы томатов орошения, капельное орошение томатов, урожайность томатов.*

Key words: *ploughing, deep ripping, maintenance of water-resistant aggregates, structural coefficient, weed infestation, irrigation regime, drip irrigation, yield.*

Введение. Проблема современного земледелия – это сохранение и воспроизводство плодородия орошаемых земель [4], на которое существенное влияние оказывают способы основной обработки почвы [6, 9, 7].

В хозяйствах Республики Дагестан (ЛПХ и КФХ), занимающихся овощеводством, преобладает поверхностный самотечный способ орошения – полив по бороздам. Несмотря на меньшую по сравнению с другими способами полива энергозатратность, этот способ приводит к сильному уплотнению почвы, которая при испарении влаги растрескивается и повреждает корневую систему растений. Поэтому для разрушения почвенной корки обязательным приемом является послеполивное рыхление междурядий. При этом способе полива почва по длине борозды увлажняется неравномерно, невозможен полив малыми нормами, особенно на неспланированных участках, неэкономно расходуется поливная вода и затруднена механизация полива [1, 2, 11].

Поэтому поиск приемов обработки почвы, способствующих сохранению и воспроизводству плодородия почвы, оптимизации экологического состояния орошаемых земель, является одной из актуальных задач современного земледелия. В этой связи цель наших опытов заключалась в изучении влияния способов основной обработки в сочетании с различными предполивными порогам на агрофизические свойства лугово-каштановой почвы при капельном орошении.

Материалы и методы. Нами в 2016 году был заложен полевой трехфакторный опыт на лугово-каштановых среднесуглинистых почвах КФХ «Магомедов Камиль Абдуллаевич» в Бабаюртовском районе РД. По способам основной обработки почвы (фактор А) были заложены следующие варианты: А1 – отвальная обработка на глубину 0,23-0,25 м (контроль); А2 – глубокое рыхление на глубину 0,23-0,25 м с внесением гербицида «Зенкор Ультра» весной под предпосевную обработку. По способу орошения (фактор В) сравнивались следующие варианты: В1 – полив по бороздам (контроль); В2 – капельное орошение. По водному режиму почвы (фактор С) сравнивали варианты: С1 – 70 % НВ в активном слое 0,5 м, контроль; С2 – 80 % НВ в активном слое 0,5 м; С3 – 90 % НВ в активном слое 0,5 м.

Результаты и обсуждение. Важными параметрами, определяющими физическое состояние почвы, являются плотность и пористость [10]. Изучение плотности почвы при разных способах основной обработки почвы показало, что перед посадкой рас­сады томатов при отвальной обработке почвы на глубину 0,23...0,25 м она отличалась меньшей плотностью сложения, а значения объемной массы указывают на рыхлое состояние пахотного слоя (таблица 1).

Результаты исследований показали, что глубокое рыхление почвы ведет к некоторому уплотнению почвы на 0,02...0,03 т/м³, но в то же время плотность почвы находится в пределах оптимальных значений, как и при отвальной вспашке.

Таблица 1 – Влияние способов основной обработки почвы, способов и режимов орошения на агрофизические свойства пахотного слоя, (2016...2018 гг.)

Агрофизические свойства почвы	Отвальная обработка на 0,23...0,25 м (контр.)				Глубокое рыхление на 0,23...0,25 м+Зенкор			
	70 % НВ		80 %	90 %	70 % НВ		80 %	90 %
	борозды	КО	НВ	НВ	борозды	КО	НВ	НВ
Плотность почвы, т/м ³	<u>1,19</u> [*] 1,28 [*]	<u>1,19</u> 1,25	<u>1,18</u> 1,23	<u>1,18</u> 1,22	<u>1,21</u> 1,29	<u>1,21</u> 1,27	<u>1,21</u> 1,28	<u>1,20</u> 1,26
Общая пористость, %	<u>55,9</u> 52,6	<u>55,9</u> 53,7	<u>56,3</u> 54,5	<u>56,3</u> 54,8	<u>55,2</u> 52,2	<u>55,2</u> 53,0	<u>55,2</u> 52,6	<u>55,6</u> 53,3
Водопроницаемость, мм/ч	<u>180</u> 159	<u>181</u> 166	<u>179</u> 170	<u>180</u> 173	<u>186</u> 137	<u>184</u> 151	<u>185</u> 157	<u>185</u> 164

* в числителе – в начале вегетации; в знаменателе – в конце вегетации

При сравнении способов орошения можно отметить, что наибольшее уплотнение почвы происходит при поливе по бороздам, где к концу вегетации плотность почвы на фоне отвальной обработки возрастает на 0,09 т/м³, приближаясь к значениям плотности почвы при глубоком рыхлении. Применение капельного орошения при обоих способах основной обработки почвы также приводит к постепенному самоуплотнению почвы, но, в отличие от отвальной обработки, при глубоком рыхлении плотность сложения возрастает на 0,06...0,07 т/м³, что на 0,02 т/м³ больше, чем при отвальной обработке.

Предполивные пороги влажности почвы, различие в поливных нормах и количестве поливов также оказывают некоторое влияние на плотность почвы. Так, наибольшее уплотнение почвы происходит при пороге предполивной влажности почвы не ниже 70 % НВ, где применялась наибольшая поливная норма – 225 м³/га. При этом пороге влажности почвы объемная масса увеличилась на 0,06...0,08 т/м³, а повышение предполивного порога влажности почвы до 90 % НВ и применение поливных норм на уровне 75 м³/га снизило рост объемной массы до 0,04...0,06 т/м³.

Очень важным свойством почвы является ее водопроницаемость. От нее зависит та доля воды, которая поступит в почву и может быть в дальнейшем использована растениями [5]. В наших исследованиях водопроницаемость закономерно снижается к концу вегетационного периода на 8,3...17,9 %. Отмечено, что при отвальной обработке она снижает-

ся всего на 3,9...8,3 %, тогда как при глубоком рыхлении уже – на 11,4...17,8 или в среднем в 2,5 раза. Среди сравниваемых способов орошения отмечено, что полив по бороздам приводит к снижению водопроницаемости при отвальной обработке на 3,4 %, а при глубоком рыхлении – 8,6 %. Это связано с различиями в плотности и пористости почвы. Что касается вариантов с предполивными порогами влажности почвы, то наибольшее снижение водопроницаемости наблюдается при предполивном пороге влажности почвы 70% НВ – в среднем на 13,1 %, при 80 % НВ – на 10,0 %, а при 90 % НВ – на 7,6 %. По всей вероятности, это связано с различиями в поливных нормах, увеличение которых способствует снижению количества агрономически ценных и водопрочных агрегатов. При поливе по бороздам водопроницаемость снижается быстрее, чем при капельном орошении, – в 1,4 раза.

Отмечается тенденция снижения общей пористости к концу вегетации культуры независимо от способов основной обработки почвы, а лучшие условия воздушного режима складываются при отвальной обработке почвы, где общая пористость в среднем составила 54,3 % при 53,0 % на фоне глубокого рыхления. Переход на капельное орошение снижает амплитуду колебаний в пористости почвы, по-видимому, за счет локальности увлажнения. Изменения в предполивных уровнях влажности активного слоя почвы не оказали заметного влияния на значения пористости почвы, хотя на фоне отвальной обработки она была несколько выше.

Структура – важнейший признак окультуренной почвы, и от нее зависят как способность почвы к обработке, так и водно-воздушный, тепловой и биологический режимы почвы, обеспечение растений водой и питательными веществами, а также производительность труда в орошаемом земледелии. Наиболее агрономически ценны макроагрегаты размером 0,25...10 мм, обладающие лучшей водопрочностью [3]. В задачу наших исследований входило изучение агротехнических приёмов, направленных на оструктуривание почвы (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели структурного состояния почвы при разных способах основной обработки, способах и режимах орошения, (2016...2018 гг.)

Показатели структурности почвы	Отвальная обработка на 0,23-0,25 м, контроль				Глубокое рыхление на 0,23-0,25 м + Зенкор			
	70 % НВ		80 %	90 %	70 % НВ		80 %	90 %
	борозды	КО	НВ	НВ	борозды	КО	НВ	НВ
Количество агрегатов >10 мм, %	32,5	29,6	28,5	28,2	30,1	28,3	27,8	27,6
Количество агрегатов 0,25-10 мм, %	58,6	60,7	62,2	61,9	60,4	62,4	63,5	63,6
Количество агрегатов < 0,25 мм, %	8,9	9,7	9,3	9,9	9,5	9,3	8,7	8,8
Количество водопрочных агрегатов, %	51,7	53,4	55,9	57,6	44,8	47,7	52,3	55,1
Коэффициент структурности	1,42	1,54	1,64	1,62	1,52	1,66	1,74	1,75
Коэффициент водопрочности	1,07	1,14	1,27	1,36	0,81	0,91	1,10	1,23
Коэффициент водоустойчивости	0,57	0,59	0,62	0,64	0,49	0,52	0,57	0,60

Определение агрегатного состава пахотного слоя почвы показало, что существенных различий в содержании структурных агрегатов по способам обработки почвы не отмечалось. Однако отмечено некоторое снижение глыбистости и фракции меньше 0,25 мм при глубоком рыхлении почвы, что в свою очередь способствовало некоторому увеличению агрономически ценных агрегатов на 1,6 %. Подтверждает это и коэффициент структурности, который при глубоком рыхлении вырос с 1,56 до 1,67. На наш взгляд, это связано с оставлением части растительных остатков предшественника в поверхностном слое при глубоком рыхлении.

Но в условиях орошаемого земледелия наиболее важным свойством почвы является наличие водопрочных агрегатов размером >0,25 мм, и по этому показателю отвальная обработка способствует росту количества водопрочных агрегатов в среднем на 3,9 %, что приводит к росту коэффициента водопрочности на 16,7 %.

Переход с бороздкового полива на капельное орошение, благодаря сниженным в 1,8...5,4 раза поливным нормам и меньшему увлажнению междурядий, способствует росту количества водопрочных агрегатов на 3,9 % при отвальной обработке и на 6,9 % при глубоком рыхлении. Увеличение уровня предполивной влажности с 70 до 90 % НВ также способствует росту водопрочных агрегатов на 4,2 и 7,4 % при отвальной и безотвальной обработках соответственно. В то же время водопрочность лугово-каштановой почвы при отвальной обработке и применении капельного орошения существенно превышает водопрочность агрегатов при глубоком рыхлении.

Урожайность является обобщающим показателем всех процессов, протекающих в растении, а ее величина зависит от уровня применяемой агротехники [8]. Опытным путем выявлено, что переход с бороздкового полива на капельный полив значительно влияет на урожайность томатов, однако это в большей степени проявляется при предполивных порогах 80 и 90 % НВ (таблица 3).

Таблица 3 – Элементы структуры урожая томатов в зависимости от условий выращивания (в среднем за 2016...2018 гг.)

Показатели	Отвальная обработка на 0,23...0,25 м, контроль				Глубокое рыхление на 0,23...0,25 м +Зенкор				НСР ₀₅
	70 % НВ		80 %	90 %	70 % НВ		80 %	90 %	
	борозды	КО	НВ	НВ	борозды	КО	НВ	НВ	
Урожайность, т/га	57,4	61,5	86,1	78,5	51,2	57,5	79,9	71,6	5,4
Урожай куста, кг	1,27	1,36	1,92	1,75	1,14	1,27	1,79	1,61	-
Количество плодов на кусте, шт.	12,9	12,6	14,1	12,3	12,1	12,9	12,6	11,2	0,7
Средняя масса плода, г.	98,4	107,9	136,1	141,6	94,2	98,5	141,7	144,3	13,8

Результаты исследований показывают, что применение в условиях орошения отвальной обработки почв положительно сказывается на урожайности томатов, которая на 5,9 т/га выше, чем при глубоком рыхлении почвы. Максимальная урожайность томатов обеспечивается при сочетании отвальной обработки и поддержании предполивного порога влажности на уровне 80 % НВ – 86,1 т/га при капельном орошении. Увеличение урожайности обеспечивается как за счет большего количества плодов на 1 кусте на 10,8 %, так и за счет увеличения массы 1 плода на 28,7 %.

Заключение. Сравнительная оценка влияния способов основной обработки орошаемой почвы на водно-физические свойства лугово-каштановой почвы свидетельствует о лучших агрофизических показателях при применении отвальной обработки в сочетании с предполивными порогами 80 и 90 % НВ. Применение капельного орошения на фоне вспашки приводит к незначительному повышению плотности почвы, снижению ее водопроницаемости и общей пористости, а применение предполивных порогов 80 и 90 % НВ способствует сохранению хорошего структурного состояния почвы. А наивысшая урожайность томатов отмечается при сочетании отвальной обработки и поддержании предполивного порога влажности на уровне 80 % НВ при капельном орошении.

Библиографический список

1. Бородычев, В.В. Эффективность минерального питания овощных культур при капельном орошении [Текст]/ В.В. Бородычев, Б.М. Кизяев// Плодородие. – 2016. – № 5(92). – С. 18-21.
2. Григоров, М.С. Продуктивность томатов при капельном орошении в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области [Текст]/ М.С. Григоров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. - № 2 (34). – С. 22-27.

3. Динамика плотности почвы чернозема южного при минимализации основной обработки [Текст]/ А.П. Солодовников, А.В. Летучий, Д.С. Степанов и др. // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 5-7.
4. Кирюшин, В.И. Проблема минимизации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследований [Текст]/ В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 3-6.
5. Курбанов С.А. Эффективная технология возделывания перца в орошаемых условиях Республики Дагестан [Текст]/ С.А. Курбанов, Д.С. Магомедова // Главный агроном. – 2014. – № 8. – С. 54-56.
6. Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия [Текст]: монография / А.Ф. Витер, В.И. Турусов, В.М. Гармашов и др. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 173 с.
7. Плодородие чернозема типичного при минимизации основной обработки почвы [Текст]/ Г.Н. Черкасов, Е.В. Дубовик, Д.В. Дубовик и др. // Земледелие. – 2012. – №4. – С.23-25.
8. Соколов, А.С. Влияние обработки почвы, удобрений, гербицидов на засоренность и урожайность овощных культур в севообороте [Текст]/ А.С. Соколов, Ш.Б. Байрамбеков, Г.Ф. Соколова // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 8. – С. 78-84.
9. Трофимова, Т.А. Основная обработка почвы и засоренность [Текст]/ Т.А. Трофимова, В.А. Маслов, С.И. Коржов // Земледелие. – 2011. – № 8. – С. 29-31.
10. Тугушев, Р.З. Восстановление плодородия почвы при фитомелиорации [Текст] / Р.З. Тугушев, Е.П. Денисов, Д.А. Уполовников // Научное обозрение. – 2015. – № 20. – С. 10-13.
11. Tobias E. Oker, Evaluation of maize production under mobile drip irrigation [Текст]/ Tobias E. Oker, Isaya Kisekka, Aleksey Y. Sheshukov, Jonathan Aguilar, Danny H. Rogers // Agricultural Water Management. – 2018. – V. 210. – P. 11-21.

Reference

1. Borodychev, V. V. Jefferktivnost' mineral'nogo pitaniya ovoschnyh kul'tur pri kapel'nom oroshenii [Текст]/ V. V. Borodychev, B. M. Kizyaev// Plodorodie. – 2016. – № 5(92). – P. 18-21.
2. Grigorov, M. S. Produktivnost' tomatov pri kapel'nom oroshenii v usloviyah svetlo-kashtanovyh pochv Volgogradskoj oblasti [Текст]/ M. S. Grigorov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2014. – № 2 (34). – P. 22-27.
3. Dinamika plotnosti pochvy chernozema yuzhnogo pri minimalizacii osnovnoj obrabotki [Текст]/ A. P. Solodovnikov, A. V. Letuchij, D. S. Stepanov i dr. // Zemledelie. – 2015. – № 1. – P. 5-7.
4. Kiryushin, V. I. Problema minimizacii obrabotki pochvy: perspektivy razvitiya i zadachi issledovaniy [Текст]/ V. I. Kiryushin // Zemledelie. – 2013. – № 7. – P. 3-6.
5. Kurbanov S. A. }ffektivnaya tehnologiya vozdelevaniya perca v oroshaemyh usloviyah Respubliki Dagestan [Текст]/ S. A. Kurbanov, D. S. Magomedova // Glavnyj agronom. – 2014. – № 8. – P. 54-56.
6. Obrabotka pochvy kak faktor regulirovaniya pochvennogo plodorodiya [Текст]: monografiya / A. F. Viter, V. I. Turusov, V. M. Garmashov i dr. – M.: INFRA-M, 2014. – 173 p.
7. Plodorodie chernozema tipichnogo pri minimizacii osnovnoj obrabotki pochvy [Текст]/ G. N. Cherkasov, E. V. Dubovik, D. V. Dubovik i dr. // Zemledelie. – 2012. – №4. – P. 23-25.
8. Sokolov, A. S. Vliyanie obrabotki pochvy, udobrenij, gerbicidov na zasorennost' i? urozhajnost' ovoschnyh kul'tur v? sevooborote [Текст]/ A. S. Sokolov, Sh. B. Bajrambekov, G. F. Sokolova // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. – 2018. – № 8. – P. 78-84.
9. Trofimova, T. A. Osnovnaya obrabotka pochvy i zasorennost' [Текст]/ T. A. Trofimova, V. A. Maslov, S. I. Korzhov // Zemledelie. – 2011. – № 8. – P. 29-31.
10. Tugushev, R. Z. Vosstanovlenie plodorodiya pochvy pri fitomelioracii [Текст] / R. Z. Tugushev, E. P. Denisov, D. A. Upolovnikov // Nauchnoe obozrenie. – 2015. – № 20. – P. 10-13.
11. Tobias E. Oker, Evaluation of maize production under mobile drip irrigation / Tobias E. Oker, Isaya Kisekka, Aleksey Y. Sheshukov, Jonathan Aguilar, Danny H. Rogers // Agricultural Water Management. – 2018. – V. 210. – P. 11-21.

E-mail: anai005@mail.ru

УДК 633.34:631.67

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-17

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ И СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ СОИ
В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ И УСИЛЕНИЯ АТМОСФЕРНОЙ ЗАСУХИ****IMPROVING THE MODELING AND SELECTION OF SOYBEAN VARIETIES
UNDER IRRIGATION AND INCREASED ATMOSPHERIC DROUGHT****В.В. Толоконников, доктор сельскохозяйственных наук****Т.С. Кошкарлова, младший научный сотрудник****Г.П. Канцер, научный сотрудник****Н.М. Плющева, младший научный сотрудник****V.V. Tolokonnikov, T.S. Koshkarova, G.P. Kancer, N.M. Plusheva***Всероссийский НИИ орошаемого земледелия (ФГБНУ ВНИИОЗ), г. Волгоград**The All-Russian scientific research institute of the irrigated agriculture (FGBN VNIIOZ), Volgograd*

Проведён многолетний анализ 30 скороспелых и 30 среднеспелых линий и производственных сортов Нижневолжского экотипа, всесторонне оцененных в посевах с орошением за предшествующий период (2016-2018 гг.) селекции на фоне ужесточения атмосферной засухи с увеличением дней с относительной влажностью воздуха менее 30 % до 77, при среднемноголетнем показателе 47 дней. На основе установленных корреляционных связей основных морфолого-биологических признаков с зерновой продуктивностью орошаемого посева спроектирована научно-обоснованная модель высокопродуктивных сортов сои будущего (2020-2022 гг.), характеризующихся урожайностью 2,8-3,8 т/га и сроками гарантированного создания – 105-122 дня. Модель сортов сои отражает признаки, обеспечивающие отзывчивость растений на оросительную воду и толерантность к длительному проявлению атмосферной засухи: продолжительный вегетационный период, невысокий линейный рост растений, значительная площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, урожайность сухой биомассы, количество растений перед уборкой, масса 1000 зерен, длительная продолжительность периода «массовое цветение – налив бобов». Модель дополняют показатели высокого содержания белка и жира в семенах, а также сбор их с единицы уборочной площади. Использование в скрещивании ранозацветающих генотипов (№ 851, № 1081 ВНИИОЗ) с производственными сортами ВНИИОЗ 86, ВНИИОЗ 76, ВНИИОЗ 31, Волгоградка 1 и Волгоградка 2 расширяет спектр формообразовательного процесса. Выявление форм с высоким фотосинтетическим потенциалом приведёт к формированию высокопродуктивных по зерну растений, поскольку между этими признаками существует высокая связь ($r = 0,76$). Высота растений не имеет постоянной тесной связи с урожайностью ($r = 0,09-0,72$), однако количество междоузлий стеблестоя находится в высокой с ней зависимостью ($r = 0,68-0,96$). Выделением среднеростковых растений с контролем высокого количества узлов стебля достигается улучшение урожайности орошаемой сои. Среди производственных сортов невысоким стеблем характеризуются сорта ВНИИОЗ 31 и Волгоградка 2 – ценные родительские формы для гибридизации. Включение в скрещивание крупносемянных сортов генетически дивергентных ранних сортообразцов, таких как Белоснежка (Украина), Вир – 4562 (Воронежская область РФ), Вир – 5075 (Канада), ускорит выведение одновременно скороспелых и высокопродуктивных сортов. Совместная совокупность ценных хозяйственных признаков растений, предложенная в качестве научно-обоснованной модели, обеспечит создание отзывчивых на орошение и толерантных к воздушной засухе сортов, обеспечивающих достижение в условиях орошения высокого уровня рентабельности производства зерна сои – до 150 % и более.

A multiyear analysis of 30 early ripening and 30 mid-ripening lines and production varieties of the Nizhnevolzhsky ecotype, comprehensively evaluated in crops with irrigation over the previous period (2016-2018), was carried out against the backdrop of tighter atmospheric drought with an increase in days with relative humidity of less than 30% to 77 the average year of 47 days. Based on the

established correlation links of the main morphological and biological characteristics with the grain productivity of irrigated sowing, a scientifically based model of highly productive soybean varieties of the future (2020-2022gg.) Characterized by a yield of 2.8-3.8 t / ha and a guaranteed production time of 105- 122 days. The model of soybean varieties reflects characteristics that ensure plant responsiveness to irrigation water and tolerance to long-term manifestation of atmospheric drought: a long growing season, low linear growth of plants, a significant leaf area, photosynthetic potential, dry biomass yield, the number of plants before harvesting, 1000 grain weight, long duration of the “mass flowering - bean pouring” period. The model is complemented by indicators of high protein and fat content in the seeds, as well as their collection per unit of harvesting area. Use in crossing of early-flowering genotypes (No. 851, No. 1081 VNIOZ) with production varieties VNIOZ 86, VNIOZ 76, VNIOZ 31, Volgogradka 1 and Volgogradka 2 expands the spectrum of the formative process. Identification of forms with high photosynthetic potential will lead to the formation of highly productive plants for grain, since there is a high relationship between these characteristics ($r = 0.76$). Plant height does not have a constant close relationship with yield ($r = 0.09-0.72$), but the number of internodes of the stalk is highly dependent on it ($r = 0.68-0.96$). By isolating medium-short-stemmed plants with control of a high number of stem nodes, an improvement in the yield of irrigated soy is achieved. Among the production varieties, the VNIOZ 31 and Volgogradka 2 varieties are characterized by a low stem — valuable parental forms for hybridization. The inclusion of genetically divergent early varieties, such as Snow White (Ukraine), Vir - 4562 (Voronezh Region of the Russian Federation), Vir - 5075 (Canada), will accelerate the breeding of early-ripening and highly productive varieties. The joint set of valuable economic traits of plants, proposed as a scientifically based model, will ensure the creation of irrigation-responsive and air-drought-tolerant varieties that achieve a high level of profitability of soybean production under irrigation conditions - up to 150% or more.

Ключевые слова: соя, модель сортов, атмосферные засухи, хозяйственно-ценные признаки, орошение, гибридизация, урожайность.

Key words: soybean, model of varieties, atmospheric drought, economically valuable traits, irrigation, hybridization, selection, yield.

Введение. Интенсификация производства ценной белково-масличной культуры в мировом и отечественном земледелии тесно связана с научным обеспечением и, в значительной степени, — с селекцией и семеноводством этой культуры.

Для большинства сельскохозяйственных зон Российской Федерации важно создавать засухоустойчивые сорта сои, способные незначительно снижать урожайность зерна при наступлении засушливых периодов вегетации и быть отзывчивыми на улучшение природной влагообеспеченности [11, 2, 7].

При возделывании этой культуры в условиях орошения Нижнего Поволжья необходимо оценивать способность сортов противостоять суховейным явлениям, складывающимся из-за значительного снижения относительной влажности воздуха оказывающей отрицательное влияние на продуктивность посева [3, 10].

Эффективность селекции любой сельскохозяйственной культуры зависит от конструирования модели будущих сортов сои с наиболее близкими к фактически получаемым показателями высокопродуктивного для данного этапа исследований сорта будущего [4, 5]. По культуре сои при моделировании признаков и свойств, в той или иной степени определяющих продуктивность орошаемого посева, важно учитывать большинство параметров и связей между ними на фоне ужесточения засушливых явлений.

Материалы и методы. Статья основана на данных комплексного анализа морфолого-биологических признаков 30 скороспелых и 30 среднеспелых линий и производственных сортов Нижневолжского экотипа, созданных и получивших всестороннюю оценку за предшествующий период селекции (2016-2018 гг.). Степень атмосфер-

ной засухи определяли подсчётом количества дней с минимальной (менее 30 %) относительной влажностью воздуха и сравнивали со среднемноголетним показателем (47 дней) за вегетационный период сои.

Сорта выращивали по рекомендуемой для условий орошения технологии с дифференцированным по фазам развития растений режимом орошения – 80-80-70 % НВ и внесением удобрений в расчёте на планируемую урожайность 3,5 т/га ($N_{90} P_{90} K_{60}$ д.в./га). Делянки 4-х рядковые общей площадью 12,6 м². Повторность – 3-х кратная, расположение делянок систематическое. Учёт урожая проводили на двух внутренних рядках делянки с учёной площади 6,3 м². В течение вегетации проводили фенологические наблюдения. При оценке показателей фотосинтеза применяли метод высечек. Элементы структуры продуктивности определяли при разборе и обмолоте пробных снопов, срезанных непосредственно перед уборкой на учётной площади 1 м² в двух повторениях.

Результаты и обсуждение. В годы с повышенным количеством суховейных дней – более 55 за вегетацию сои – урожайность орошаемого посева сои снижается до 1,5-2 т/га зерна по сравнению с годами, характеризующимися меньшей воздушной засухой в период роста и развития сои: 47 дней – 2,3 т/га, 39 дней – 3 т/га.

Особенно сильное прогрессирование суховейных явлений наблюдалось с 2010 по 2018 год с продолжительностью – до 77 дней, что на 30 дней или на 63,8 % больше среднемноголетнего показателя (47 дней).

Высокая урожайность сои в неорошаемых посевах может быть получена при различном сочетании элементов структуры продуктивности [1, 6, 10]. В условиях орошения с возможностью регулирования водного режима орошения как одного из главных факторов жизнедеятельности соевого растения в условиях Нижнего Поволжья урожай этой культуры во многом определяется особенностями процесса фотосинтеза сортов.

Нашими многолетними исследованиями (2016-2018 гг.) установлено, что технологическую успешность возделывания сорта в посевах с орошением в целом определяет совокупность признаков и свойств, зависящих от продолжительности вегетационного периода.

В таблице 1 приведены 14 основных показателей характеристики высокопродуктивных в условиях орошения агроценозов сои, полученных в опытах предыдущего периода селекции и прогнозируемых до 2022 года.

Урожайность и продолжительность вегетационного периода. Как показывает зарубежный опыт выведения новых сортов [12, 13, 14], селекция сои на определенную длину вегетации должна быть тесно связана с регионом внедрения будущих сортов. Поэтому вывести сорт-шедевр (по аналогии с пшеницей Безостая 1, подсолнечником Передовик и т. п.), пригодный для любых условий произрастания и технологического использования, является сверхтрудной задачей. Для одной зоны ещё можно вывести сорт, занимающий в посевах до 50 % и более (аналогичный сорту Вилана селекции ФГБНУ ВНИИМК) [4, 7]. В Канаде, достигшей определённых успехов в создании и экспорте сортов во многие территории земного шара, определяющим направлением селекции является выведение скороспелых сортов с высокими показателями адаптивности. Однако научный и производственный опыт показывает, что в засушливых условиях они уступают отечественным рейтинговым сортам в соответствующих регионах их районирования или не имеют существенных преимуществ перед ними.

В условиях орошения сроки созревания сортов тесно связаны с урожайностью ($r = 0,6-0,8$). Скороспелые сорта с продолжительностью 105 дней обеспечивают получение 2,49 т/га зерна. Сорта с более продолжительным вегетационным периодом – 122 дня – способны сформировать 3,32 т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Обобщённые показатели морфофизиологических признаков и свойств сортов орошаемой сои будущего (2020-2022 гг.) и предшествующего (2016-2018 гг.) периодов селекции

№	Показатели	Сорта			
		2016-2018 гг.		2020-2022 гг.	
		скоро-спелые	средне-спелые	скоро-спелые	средне-спелые
1	Урожайность, т/га	2,49	3,32	2,8	3,8
2	Продолжительность периодов, дней: всходы – начало цветения	42,5	47,6	39	44
	массовое цветение – налив бобов	51,5	56,4	55	60
	созревание – полная спелость	11	18	11	18
	всходы – полная спелость	105	122	105	122
3	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га: максимальная	53,2	82,9	59	90
	средняя за вегетацию	38,2	58,2	40	64
4	Фотосинтетический потенциал, млн м ² ×дней/га	1,8	2,9	2	3,1
5	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² сутки	8,4	7,3	9	8
6	Урожайность сухой биомассы, т/га	14,2	20	14	22
7	Доля зерна в сухой биомассе, %	17,5	16,6	20	19
8	Высота растений, м: общая	0,70	0,74	0,8	0,8
	до нижнего боба	0,13	0,15	0,15	0,15
9	Количество растений перед уборкой, шт./м ²	25	38,1	26	38
10	Масса зерна, г: на одном растении	10	8,7	10,8	10
	1000 зерен	128,4	120,1	140	132
11	Среднее количество зерен в одном бобе, шт.	2,1	2,2	2,3	2,4
12	Количество на растении, шт.: бобов	37,1	33,3	41	37
	семян	77,2	72,3	85	80
13	Содержание в семенах, % от абсолютно-сухого вещества: сырого протеина	38,6	37,4	40	40
	жира	18,4	18,5	18	18
14	Валовый сбор, т/га: сырого протеина	0,83	1,01	0,96	1,31
	жира	0,39	0,53	0,43	0,59
	сырой протеин+жир	1,22	1,54	1,39	1,9

Поскольку изменение длительности вегетации может негативно отразиться на уровнях урожайности, будущие сорта сои должны иметь такой же срок продолжительности вегетационного периода, как и предыдущие.

На продуктивность будущего сорта оказывает влияние не общая продолжительность вегетационного периода, а длительность отдельных его фаз. Встречаются сорта с одинаковым сроком вегетации, но имеющие различия в прохождении отдельных его фаз [11, 14]. Короткий промежуток времени для вегетативного роста у растений будущего сорта необходим для сдерживания чрезмерного роста биомассы, орошаемого агроценоза до начала массового цветения и образования бобов.

В рабочей коллекции ФГБНУ ВНИИОЗ есть скороспелые (100 дней) генотипы (№ 851 и № 1081) зацветающие в среднем на 35 день от появления всходов и формирующие 11-15 г зерна с одного растения. Включение их в скрещивания позволит получить гибриды с различным спектром формообразовательного процесса: изменения сроков начала цветения, характера нарастания вегетативной массы и уровней зерновой продуктивности.

Площадь листовой поверхности. В условиях Краснодарского края наиболее урожайными сортами являются такие, которые способны сформировать в благоприятные годы листовую поверхность в пределах 58-68 тыс. м²/га [7].

В условиях орошения этот показатель в зависимости от сроков созревания сортов составляет 53,2-82,9 тыс. м²/га. Нами установлена достаточно высокая положительная корреляционная связь максимальной площади листовой поверхности с урожайностью сухой биомассы ($r=0,58$). Для того чтобы добиться повышения этого признака у перспективных селекционных форм, необходимо увеличить максимальную мощность листового аппарата будущих сортов до 59-90 тыс. м²/га.

Важно отметить, что урожайным сортом в США зарекомендовал себя Ходсон, который характеризуется способностью формировать большую ассимиляционную поверхность – до 91 тыс. м²/га в благоприятные по выпадению осадков годы, даже в условиях Краснодарского края [11, 4, 5, 7].

Фотосинтетический потенциал (ФП). Между урожаем и фотосинтетическим потенциалом посева существует прямая зависимость. Наши исследования подтверждают это положение. В условиях орошения эти показатели связаны тесной корреляционной связью – $r=0,76$. Включение в скрещивания сортообразцов № 295, (ФП – 4,03), 305 (ФП – 4) и других с уровнем зерновой продуктивности орошаемого агроценоза до 4 и более т/га зерна будет способствовать получению высокоурожайных линий для отборов родоначальных сортов будущего растений.

Чистая продуктивность фотосинтеза. Корреляционным анализом выявлена невысокая отрицательная связь этого признака ($r=-0,43$) с урожайностью общей биомассы сортов. С ростом облиственности и мощности посева у выводимых сортов важно контролировать производительность ассимиляционного аппарата у оцениваемых генотипов и браковать снижающие этот показатель линии, а отбирать морфобиотипы с высокой фотосинтетической активностью.

Урожайность сухой биомассы. Очень важный показатель, тесно связанный с урожайностью зерна. Скороспелые сорта Нижневолжского экотипа способны обеспечивать нарастание 14,2 т/га сухой биомассы, среднеспелые – значительно больше (20 т/га). Сорта сои 2022 года должны обеспечивать увеличение доли зерна в сухой биомассе. Для достижения этого предполагается проработать значительный объем селекционного материала, полученного с привлечением в гибридизацию лучших высокопродуктивных сортов сои селекции ФГБНУ ВНИИОЗ с долей зерна в биомассе (ВНИИОЗ 76 и ВНИИОЗ 31) – до 35 % и более.

Доля зерна в общей биомассе. Этот показатель у сортов сои, выращиваемых в неполивном земледелии, приближается к 40-50 % [11]. В посевах с орошением соя формирует значительно более высокие, чем без полива, уровни урожайности биомассы. У производственных сортов обозримого будущего величина этого признака должна составлять 19-20 %.

Высота растений. В Российской Федерации большинство посевов этой культуры размещается на неорошаемых землях. Лучшие производственные сорта сои засухоустойчивого агроэкотипа (Вилана и др.) характеризуются высокорослостью стеблестоя (до 1 м и более), глубиной и мощностью развития корневой системы, способностью сдерживать рост листовой поверхности до массового генеративного развития растений и наращивать биомассу в период формирования и роста бобов [5].

В условиях, благоприятных для роста и развития сои (США, Бразилия), значительная высота стеблестоя является нежелательным признаком [10]. В посевах с орошением растения высокорослых сортов, с одной стороны, быстро начинают затенять друг друга, снижая фотосинтетическую продуктивность листового аппарата, с другой, – подвержены полеганию из-за значительного нарастания биомассы и формирования чрезмерного количества репродуктивных органов. Линейный рост растений орошаемой сои не имеет посто-

янной тесной связи с урожайностью ($r = 0,09-0,72$). В то же время увеличение зерновой продуктивности посевов сои может быть достигнуто за счёт повышения количества узлов главного стебля, поскольку между этими признаками, по нашим данным, существует высокая корреляционная зависимость – $r = 0,68-0,96$. Кроме того, высокая корреляция наблюдается между продуктивностью и количеством бобов в узле главного стебля ($r=0,51-0,7$). Исходя из этого, стеблестой сортов сои 2022 года не должен быть короче 0,8 м.

Высота прикрепления нижних бобов. Низкое прикрепление первых бобов на растении от поверхности почвы (менее 0,15 м) приводит к потерям до 20% зерна от биологического урожая. С зерновой продуктивностью этот важный показатель связан отрицательной корреляцией ($r = 0,03-0,78$). Увеличение линейного роста растений способствует некоторому повышению этого признака из-за наличия между ними положительной корреляционной зависимости ($r = 0,46-0,64$). Небольшой рост высоты стеблестоя стабилизирует уровень заложения первых цветков и бобов у растения на уровне не менее 0,15 м от поверхности почвы [8, 9].

Количество растений перед уборкой. Один из основных факторов образования урожая у всех сельскохозяйственных культур. У культуры сои, особенно в условиях орошения, очень важно оптимизировать этот показатель во избежание загущения стеблестоя, затенения посева и, в конечном счёте, – снижения урожайности. Коэффициент корреляции этого признака составляет невысокую связь с урожайностью – $r = 0,28-0,42$. Поэтому продуктивный стеблестой будущих сортов с различными сроками созревания должен находиться на уровне не более 26-38 шт./м² перед уборкой.

Масса зерна на одном растении. Главный фактор формирования высоких урожаев сои. Коэффициент его корреляции с урожайностью высокий и составляет 0,64-0,96. Однако семенная продуктивность растений – очень вариабельный признак (даже в условиях орошения), характеризующийся коэффициентом вариации 26,3-49,4 %. С учетом этого при отборе продуктивных генотипов из различных популяций сои предполагается ориентироваться на более стабильный в этом отношении признак «среднее количество бобов в узле главного стебля». В посевах орошаемой сои он подвержен меньшей изменчивости ($C_v = 11-20$ %) и характеризуется высокой наследственностью, а с зерновой продуктивностью связан тесной положительной связью ($r = 0,51-0,82$). В скрещивание предполагается привлекать высокоурожайные (3,5-4 т/га) с повышенной массой зерна на растении (10-15 г) сорта из рабочей коллекции сои ФГБНУ ВНИИОЗ: Аннушка, Лира, Оресса, Вилана, Славия, Белгородская 7, Windsoz (Франция), Линия 9084 (Молдова), Сонячна (Украина), Волгоградка 1, Волгоградка 2, ВНИИОЗ 76, ВНИИОЗ 31, ВНИИОЗ 86.

Масса 1000 зерен. Этот признак характеризуется низкими коэффициентами вариации – 3,3-12,1 % и положительной корреляцией с семенной продуктивностью агроценоза, но проявляющейся в средней степени $r = 0,35-0,45$. Скороспелые сорта (ВНИИОЗ 86, ВНИИОЗ 11, Волгоградка 2) выделяются более тесной зависимостью между крупностью семян и урожайностью, достигающей у растений в годы (2005) с повышенной интенсивностью суховейных явлений (от 58 дней и более за вегетацию сои) высоких показателей коэффициента корреляции – $r = 0,79-0,93$. У сортов сои нового этапа селекции планируется добиться повышения массы 1000 зерен до 140 г. у ранних сортов и до 132 г у среднеспелых, привлекая в скрещивания высокопродуктивные (3-4 т/га зерна), крупносемянные (150-180 г/1000 зерен) и преимущественно скороспелые сорта Нижневолжского экотипа (Волгоградка 2, ВНИИОЗ 86, ВНИИОЗ 11) с подбором генетически дивергентных сортообразцов различного эколого-географического происхождения, формирующих высокую урожайность с существенным вкладом своей доли массы 1000 зерен, таких как Белоснежка (Украина), Вир К – 4562 (Воронежская область), К – 4975 (Краснодарский край), Вир К – 5231 (Румыния), Вир К – 5075 (Канада).

Среднее количество зерен в одном бобе. Маловариабельный ($C_v = 6,5-16,9 \%$) признак, положительно связанный с семенной продуктивностью растений положительной, но довольно изменчивой корреляционной зависимостью, достигающей у отдельных сортов (ВНИИОЗ 86, ВНИИОЗ 76) величины 0,22-0,76 в контрастные по метеоусловиям годы. С учетом этого предполагается увеличить озерненность будущих сортов в среднем до 2,3-2,4 штук семян на один боб подбирать в гибридизацию в качестве одной из родительских форм высокоозерненные сорта: Волгоградка 1 (2,2-2,4 шт./боб), ВНИИОЗ 76 (2,3-2,5 шт./боб), 1164 – 82 (Донской селекцентр – 2-2,7 шт./боб), Вир К – 6059 (Чехия – 2-2,7 шт./боб).

Признаки «Количество бобов» и «Количество семян на растении». Несмотря на устойчиво тесную корреляционную связь с зерновой продуктивностью ($r = 0,7-0,9$), отличаются очень высоким в условиях орошения коэффициентом вариации, оказывающим отрицательное влияние на эффективность отбора – 35-44 % и даже выше, и поэтому могут служить только сопутствующим ориентиром, наряду с основными параметрами, в качестве родоначальных будущим сортам при выборе лучших растений. Для получения 2,8 – 3,8 т/га зерна сои важно, чтобы на растениях было по 37 – 41 штук бобов с 80–85 семенами в них.

Содержание в семенах сырого протеина и жира. До настоящего времени целенаправленная селекционная работа по созданию сортов сои с высоким качеством зерна не получила такого размаха в нашей стране, как выведение урожайных, скороспелых, засухоустойчивых, технологичных сортов и т.п. Это не в последнюю очередь связано с биоклиматическим потенциалом распространения сои. Более 90 % производства сои на земном шаре расположено в южных широтах, где продолжительное поступление солнечной инсоляции на посеvy даёт возможность формирования белка в зерне 35-45 %, без значительного снижения масличности (и даже урожайности) [12, 13, 14].

Между тем стоимость товарного зерна, и даже семян этой культуры, напрямую зависит от уровня содержания сырого протеина. По концентрации белка в семенах (38-39 %) производственные сорта Волгоградской селекции вполне отвечают соответствующим требованиям ГОСТ 8056 – 96 и современным показателям Стандарта США – 38 %. В отдельные годы (2013, 2014) сорта Волгоградка 1, ВНИИОЗ 31 накапливали в семенах до 40,5-42,5 % белка, а отдельные селекционные линии, такие как ВНИИОЗ 17 – до 44 % сырого протеина.

Процесс образования сырого протеина и жира в семенах очень слабо коррелирует с урожайностью орошаемой сои ($r=0,10-0,14$), что свидетельствует о высокой вероятности выведения одновременно продуктивного с формированием высококачественного зерна сорта. В рабочей коллекции ФГБНУ ВНИИОЗ содержится 11 % высокбелковых генотипов, среди них сорта Мрия (Украина), Наровинтон (Канада) и образцы А 937 (Амурская область), Herb 606 (Румыния), СН 1470–20–1 (Белоруссия), Волжана (Волгоградская область), Быстрица (Краснодарский край). Привлечение их в селекционный процесс расширяет диапазон изменчивости нового исходного материала по уровню концентрации сырого протеина в семенах, повышает вероятность отбора высокбелковых форм и ускоряет выведение производственных сортов новой формации – с содержанием белка до 40–45 %.

Между накоплением сырого протеина и жира в семенах существует довольно высокая отрицательная связь ($r = - 0,62-0,76$), что предопределяет два направления селекции этой культуры: зерново-белковое и зерново-масличное. Для ускорения селекционного процесса на качественные показатели соевого зерна и с учётом уровня формирования урожайности применимы критерии отбора таких генотипов не по абсолютному содержанию белка и жира в зерне, а по их сбору с единицы площади, опираясь на высокие корреляционные взаимоотношения между валовым сбором белка, жира и уро-

жайностью орошаемого посева сои ($r = 0,87-0,92$) и добиваясь, таким образом, выхода сырого протеина на уровне 0,96-1,31 т/га, жира – 0,43-0,52 т/га у будущих перспективных генотипов сои 2022 года репродукции.

Заключение. Многолетние исследования по изучению особенностей корреляционных связей структуры урожая сои в условиях орошения земледелия и усиления атмосферной засухи показали целесообразность возделывания в условиях Нижнего Поволжья нескольких идеатипов (идеальных типов) сои с различными сроками созревания с целью наиболее полного использования биоклиматического потенциала и удовлетворения потребностей предприятий индустриальной промышленной переработки в соевом зерне. Выявлены морфофизиологические признаки и свойства растений, связанные с урожайностью зерна сои в условиях орошения, такие как продолжительность вегетационного периода, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, урожайность сухой биомассы, доля зерна в общей биомассе, количество растений перед уборкой. Совместная совокупность ценных хозяйственных признаков растений, предложенная в качестве научно-обоснованной модели, обеспечит создание отзывчивых на орошение и устойчивых к атмосферной засухе сортов, что даст возможность увеличить потенциал урожайность скороспелых сортов до 2,8 т/га, среднеспелых – до 3,8 т/га и добиться высокого уровня рентабельности сои в условиях орошения – до 150 % и более.

Библиографический список

1. Боровая, С.А. О состоянии и перспективах селекции сои в Приморском НИИСХ [Текст] / С.А. Боровая // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 12 (158). – С. 16-21.
2. Вишнякова, М.А. Почему ООН объявила 2016-й год Международным годом зернобобовых [Текст] / М.А. Вишнякова, С.В. Шувалов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2016. – Т. 177. – Вып. 3. – С. 103-108.
3. Дидоренко, С.В. Селекция скороспелых сортов сои на востоке Казахстана [Текст] / С.В. Дидоренко, Ю.Н. Спрягайлова, А.И. Абугалиева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2018. – Т. 179. – № 1. – С. 63-77.
4. Зайцев, Н.И. Перспективы и направления селекции сои в России в условиях реализации национальной стратегии импортозамещения [Текст] / Н.И. Зайцев, Н.И. Бочкарев, С.В. Зеленцов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур – 2016. – № 2 (166). – С. 3-11.
5. Зайцев, Н.И. Современные направления и методы селекции сои для юга России [Текст] / Н.И. Зайцев, С.В. Зеленцов, М.В. Трунова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 59. – С. 155-162.
6. Каманина, Л.А. Влияние агроэкологических факторов на качество семян среднеспелых сортов сои амурской селекции [Текст] / Л.А. Каманина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 72. – С. 167-171.
7. Кочегура, А.В. Эффективность гибридизации сои в условиях юга Европейской части России [Текст] / А.В. Кочегура, М.В. Трунова, А.А. Ткачева // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – № 2 (166). – С. 50-56.
8. Методы селекции и семеноводства в условиях орошения [Текст] / В.В. Толоконников, А.А. Новиков, Т.С. Кошкарлова и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 3 (47). – С. 86-90.
9. Мобилизация генофонда и результаты селекционного улучшения сои в условиях орошения [Текст] / В.В. Толоконников, О.Г. Чамурлиев, Т.С. Кошкарлова и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 2 (50). – С. 131-136.
10. Посылаева, О.А. Исходный материал сои для селекции на жаро- и засухоустойчивость [Текст] / О.А. Посылаева, В.В. Кириченко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 3. – С. 94-98.

11. Соя на Дальнем Востоке [Текст]/ А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик, П.П. Фисенко и др. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 435 с.
12. Huang, S.Y. Identification of Soybean Genes Related to Soybean Seed Protein Content Based on Quantitative Trait Loci Collinearity Analysis [Текст] / S.Y. Huang, J.Y. Yu, Y.Y. Li, J.X. Wang et all. // Journal of agricultural and food chemistry. – Vol. 67. – Issue 2. – P. 258-274.
13. Saion, K. Comparison of leaf photosynthesis between wild and cultivated types of soybean [Текст] / K. Saiton, K. Nishimure, T. Kuroda // Plant production science. – 2004. – Vol. 3. – P. 277-279.
14. Genetic Gain for Soybean Seed Protein, Oil, and Yield in a Recombinant Inbred Line Population [Текст] / B. Wiggins, S. Wiggins, M. Cunicelli et all. // ol 2019. – Issue 1. – P. 43-50.

Reference

1. Borovaya, S. A. O sostoyanii i perspektivah selekcii soi v Primorskom NIISX [Текст] / S. A. Borovaya // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2017. - № 12 (158). - P. 16-21.
2. Vishnyakova, M. A. Pochemu OON ob'yavila 2016-j god Mezhdunarodnym godom zernobobovyh [Текст] / M. A. Vishnyakova, S. V. Shuvalov // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. - 2016. - T. 177. - Vyp. 3. - P. 103-108.
3. Didorenko, S. V. Selekcija skorospelyh sortov soi na vostoке Kazahstana [Текст]/ S. V. Didorenko, Yu. N. Spryagajlova, A. I. Abugalieva // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. - 2018. - T. 179. - № 1. - P. 63-77.
4. Zajcev, N. I. Perspektivy i napravleniya selekcii soi v Rossii v usloviyah realizacii nacional'noj strategii importozamescheniya [Текст]/ N. I. Zajcev, N. I. Bochkarev, S. V. Zelencov // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur - 2016. - № 2 (166). - P. 3-11.
5. Zajcev, N. I. Sovremennye napravleniya i metody selekcii soi dlya yuga Rossii [Текст]/ N. I. Zajcev, S. V. Zelencov, M. V. Trunova // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2016. - № 59. - P. 155-162.
6. Kamanina, L. A. Vliyanie agro]kologicheskikh faktorov na kachestvo semyan srednespelyh sortov soi amurskoj selekcii [Текст]/ L. A. Kamanina // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2018. - № 72. - P. 167-171.
7. Kochegura, A. V. }ffektivnost' gibridizacii soi v usloviyah yuga Evropejskoj chasti Rossii [Текст]/ A. V. Kochegura, M. V. Trunova, A. A. Tkacheva // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tehnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnyh kul'tur. - 2016. - № 2 (166). - P. 50-56.
8. Metody selekcii i semenovodstva v usloviyah orosheniya [Текст]/ V. V. Tolokonnikov, A. A. Novikov, T. S. Koshkarova i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 3 (47). - P. 86-90.
9. Mobilizaciya genofonda i rezul'taty selekcionnogo uluchsheniya soi v usloviyah orosheniya [Текст] / V. V. Tolokonnikov, O. G. Chamurlijev, T. S. Koshkarova i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - № 2 (50). - P. 131-136.
10. Posylaeva, O. A. Isxodnyj material soi dlya selekcii na zharno- i zasuhoustojchivost' [Текст]/ O. A. Posylaeva, V. V. Kirichenko // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2014. - № 3. - P. 94-98.
11. Soya na Dal'nem Vostoke [Текст]/ A. P. Vaschenko, N. V. Mudrik, P. P. Fisenko i dr. - Vladivostok: Dal'nauka, 2010. - 435 p.
12. Huang, S.Y. Identification of Soybean Genes Related to Soybean Seed Protein Content Based on Quantitative Trait Loci Collinearity Analysis[Текст] / S.Y. Huang, J.Y. Yu, Y.Y. Li, J.X. Wang et all. // Journal of agricultural and food chemistry. - Vol. 67. - Issue 2. - P. 258-274.
13. Saion, K. Comparison of leaf photosynthesis between wild and cultivated types of soybean [Текст] / K. Saiton, K. Nishimure, T. Kuroda // Plant production science. - 2004. -Vol. 3. - P. 277-279.
14. Genetic Gain for Soybean Seed Protein, Oil, and Yield in a Recombinant Inbred Line Population [Текст] / B. Wiggins, S. Wiggins, M. Cunicelli et all. // ol 2019. - Issue 1. - P. 43-50.

E-mail: koshkarova_ts@yandex.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОДЫ В СЕМЕНАХ ПШЕНИЦЫ
НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ СОЗРЕВАНИЯ МЕТОДОМ ЭПР-ТОМОГРАФИИ**
**STUDY OF THE CONDITION OF WATER IN WHEAT SEEDS AT DIFFERENT
STAGES OF CREATING BY THE ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE
(EPR) TOMOGRAPHY METHOD**

Ч.М. Шайманов¹

Б. Сапаев¹, доктор физико-математических наук

А.С. Овчинников², член-корреспондент РАН,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

И.Ю. Подковыров², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Ch.M. Shaymanov¹, B. Sapaev¹, A.S. Ovchinnikov², I.Yu. Podkovyrov²

¹Ташкентский государственный аграрный университет, Узбекистан

²Волгоградский государственный аграрный университет, Россия

Tashkent State Agrarian University, Uzbekistan

Volgograd State Agrarian University, Russia

Содержание воды в семенах пшеницы является одним из основных качественных показателей зерна. Однако в процессе созревания динамика состояния воды в семенах мало изучена. Основные исследования проведены на уже созревшем зерне, находящемся в состоянии покоя и с влажностью менее 13 %. В водно-дисперсионном растворе тканей семян растений происходят основные физиологические и биохимические процессы. Поэтому исследование динамики содержания воды в процессе формирования семян является актуальной задачей. Было изучено состояние воды в семенах пшеницы, высушенных на начальных этапах ее созревания. Для изучения пространственного распределения спинового зонда, поступающего с водным раствором в проницаемые для него структуры семян пшеницы использовали семена, высушенные на разных этапах созревания через 14, 19, 27 дней после окончания цветения. Результаты по сухим семенам указали на более медленный в сравнении с обычными условиями процесс созревания. Это связано с неблагоприятными погодными условиями в период формирования семян. Восстановлено двумерное распределение зонда в зерне через 19 суток после окончания цветения. Необходимо отметить, что снижение влажности семян до 71 % приводит к заметному сокращению области локализации спинового зонда. Опыты показали, что при влажности семян 62 % на 27-й день после окончания цветения происходит не только уменьшение объема, в который проникает зонд, но и значительное снижение его концентрации во всех областях семян относительно концентрации в зародыше. Кроме этого, изучены поступления спинного зонда в свежесобранных семенах пшеницы на разных стадиях созревания. Результаты исследования показывают, что уменьшается жидкая зона, в которой происходят метаболические реакции в процессе созревания. Установлено, что после высушивания проницаемость мембранных структур снижается.

The water content of wheat seeds is one of the main quality indicators of grain. However, in the process of ripening, the dynamics of the state of water in the seeds has been little studied. The main studies were carried out on already ripe grains, which are at rest and with a moisture content of less than 13%. The basic physiological and biochemical processes take place in the aqueous dispersion solution of plant seed tissues. Therefore, the study of the dynamics of water content in the process of seed formation is an urgent task. The condition of water in wheat seeds dried in the initial stages of its ripening was studied. To study the spatial distribution of the spin probe supplied with an aqueous solution to the wheat seed structures permeable to it, seeds were used that were dried at different stages of ripening 14, 19, 27 days after the end of flowering. Dry seed results indicated a slower, compared to normal conditions in the ripening process. This is due to adverse weather conditions during the period of seed formation. Restored two-dimensional distribution of the probe in the grain 19 days after the end of flowering. It should be noted that a de-

crease in seed moisture to 71% leads to a noticeable reduction in the localization region of the spin probe. Experiments have shown that with a seed moisture content of 62% on day 27 after the end of flowering, there is not only a decrease in the volume into which the probe penetrates, but also its concentration in all areas of seeds is significantly reduced relative to the concentration in the bud. In addition, the spin probe inflow in freshly harvested wheat seeds was studied at different stages of maturation. The results of the study show that the liquid zone in which metabolic reactions take place in the process of maturation decreases. It was established that after drying, the permeability of membrane structures decreases.

Ключевые слова: семена, растительные ткани, спиновое эхо, распределение влаги, метаболически активная жидкая зона, проницаемость мембранных структур, ЭПР-томография.

Key words: plant tissues, spin echo, moisture distribution, metabolically active liquid zone, permeability of membrane structures, EPR imaging.

Введение. В засушливых условиях культивирования растения пшеницы испытывают стресс вследствие недостатка влаги [8, 13, 15]. Особенно остро он наблюдается в период формирования и созревания семян [1]. Водный дефицит в растениях вызывает снижение интенсивности фотосинтеза, торможение основных биохимических процессов, направленных на образование органического вещества и его перемещение в семена. Это вызывает снижение качества зерна [2, 14]. От влажности семян зависит развитие и распространение инфекционных заболеваний различной этиологии [4, 5]. Исследования содержания воды в тканях семян на разных этапах его формирования являются уникальными. Они дают представление о физиологическом состоянии растений в фазу плодоношения и образования урожая [11, 12]. Глубокое исследование содержания влаги в тканях семян пшеницы является актуальной задачей.

В настоящее время ЭПР-томография широко применяется в различных областях науки: при изучении пространственного распределения примесей и дефектов в кристаллах, аморфных, твердых телах; при изучении процессов диффузии в телах и конденсированных средах. Однако для исследования семян растений данный метод использовался редко.

Применение метода ЭПР томографии для изучения процессов перемещения влаги в растительных тканях показало, что пространственная локализация структур клетки указывает на нарушение барьерной функции мембран при проникновении в них воднорастворимого спинового зонда [10].

Исследование влажности эндосперма в семенах позволило объяснить основные особенности водного режима растений и, прежде всего, наличие активного метаболизма в семенах при существенно меньшем содержании воды, чем в других известных биологических объектах [2, 6].

Известен факт, что в процессе созревания содержание воды в семенах значительно уменьшается. Однако до настоящего времени механизм сокращения метаболически активной жидкой зоны на конечных этапах созревания семян исследован недостаточно. Выявление механизма локализации таких зон является новым направлением исследований. Для этого применим спектрометр ЭПР-томографии, который позволяет измерить распределение влаги, проникающей через нарушенные спиновые зонды.

Целью исследований являлось выявление динамики содержания и распределения воды в тканях семян пшеницы для понимания физиологических процессов их созревания и образования запасных питательных веществ.

Материалы и методы. Исследования проводились на лабораторной базе Ташкентского государственного аграрного университета. Объектом исследования служили семена пшеницы сорта «Унумли бугдой», Санзар-6 в различных фазах созревания. Из-

мерение содержания и распределения воды в семенах проводили методом ЭПР. Как известно, ЭПР-томография в настоящее время является быстро развивающейся областью науки. Она служит для определения пространств водного распределения парамагнитных центров в исследуемом образце [8]. Это позволяет наблюдать в опытных объектах содержание неспаренных электронов, т.е. свободных электронов. Данным методом фиксируются характеристики ЭПР-сигналов спиновых меток и зондов для получения пространственных изображений на основе магнитного резонанса. Необходимо отметить, что по сравнению с ЯМР-томографией метод ЭПР-томографии даёт большое пространственное разрешение из-за высокой чувствительности, что повышает точность полученных результатов [9].

При исследовании состояния воды в семенах пшеницы учитывали влажность. Для её определения навеску зерна помещали в сушильный шкаф при температуре 104 °C на 40 минут. Бюксы с навесками после высушивания охлаждали в эксикаторе в течение 2 часов, затем взвешивали и по массе испарившейся влаги рассчитывали влажность зерна, выраженную в процентах [3].

Всхожесть семян определяли проращиванием на влажной фильтровальной бумаге при 100 % влажности воздуха и температуре воздуха 20 °C в термостате по ГОСТ 13586.5-93. Всхожесть рассчитывали в процентах от количества исхода взятых семян.

Измерения проводились на модифицированной установке спинового эха с цифровой системой регистрации и системой накопления [1, 2]. Повторность в опытах 4-5 раз. Полученные результаты обрабатывали статистическими методами анализа выборки (метод Стьюдента).

Результаты и обсуждение. Исследованиями установлено, что на конечных этапах созревания семян происходит сокращение метаболически активной жидкой зоны. Распределение и локализацию таких зон позволяет определить метод ЭПР – томографии путём нарушения биологической мембраны спинового зонда. Необходимо отметить, что в свежесобранных семенах первой партии (10 дней после окончания цветения) концентрация зонда незначительна во всем объеме семян, включая зародыш. Поэтому нами были построены двухмерные изображения распределения зон с различным содержанием воды в семенах пшеницы на 24-й и 32-й дни после цветения, т.е. 2, 3, 4 партий.

Полученные результаты (рисунок 1) показывают, что на каждой из данных стадий созревания зонд уже способен проникать в семя. С возрастанием степени зрелости семян происходит заметное увеличение объема заполняемого водным раствором зонда. В этих случаях на всех стадиях относительно высокая концентрация зонда наблюдается в области зародыша. В данном этапе зародыш уже сформирован и семя способно к прорастанию, происходит увеличение доли клеток с дестабилизированными мембранами: 2 – через 36 дней; 3 – через 39 дней. Время набухания в растворе зонда – 10 часов. Линии проведены через равные интервалы в местах локализации сигналов ЭПР одинаковой интенсивности (отн. ед).

Нами также изучалось состояние воды в семенах пшеницы, высушенных на начальных этапах ее созревания. Для изучения пространственного распределения спинового зонда, поступающего с водным раствором в проницаемые для него структуры, использовали семена, высушенные на разных этапах созревания: через 14, 19, 27 дней после окончания цветения. Результаты по сухому весу семян указали на более медленный, чем в обычных условиях, процесс созревания, это, по-видимому, связано с неблагоприятными погодными условиями в период формирования семян.

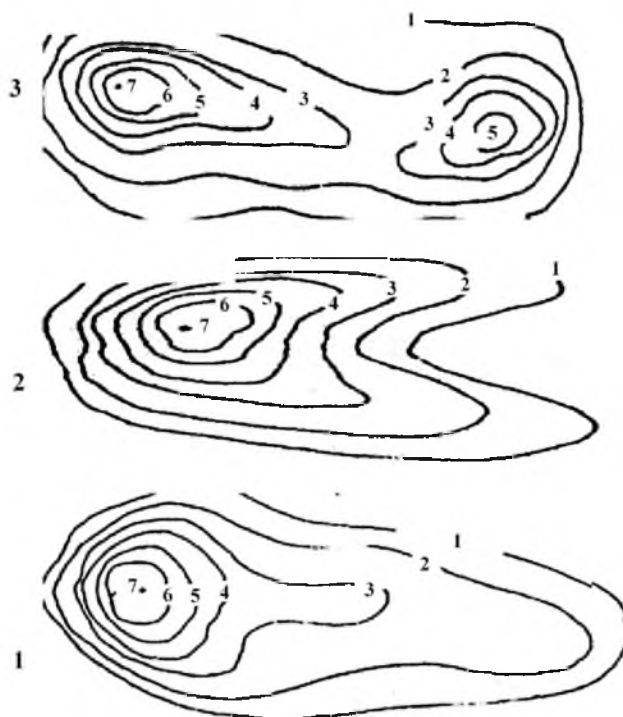


Рисунок 1 – Двухмерные изображения распределения спинного зонда в свежесобранных семенах пшеницы сорта Унумли бугдой:
1 – через 17 дней, 2 – через 24 дня, 3 – через 32 дня после цветения

Результаты опытов показаны на рисунке 2, где восстановленные изображения распределения зонда, поступающего за 3 часа вместе с водой в зерно пшеницы. Выбранная нами метка в интервал времени должна была проникнуть в те области внутри семян, где отсутствуют естественные препятствия для ее распространения, не изменяя состояние структуры, это время существенно меньше, чем время, необходимое для завершения физической стадии процесса набухания. Время фиксации в растворе зонда – 3 часа.

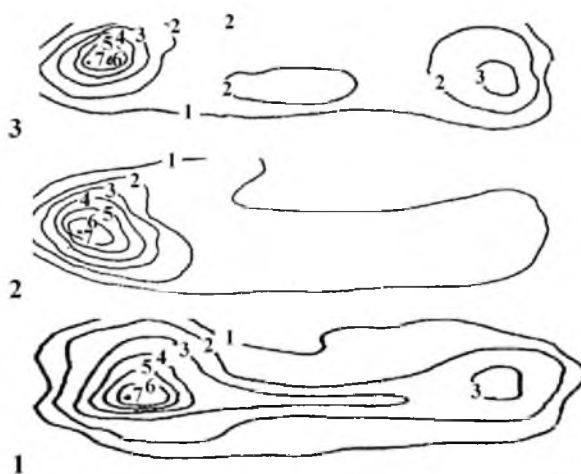


Рисунок 2 – Двухмерные изображения распределения спинного зонда в семена пшеницы сорта Санзар-6, высушенные на разных стадиях созревания:
1 – через 14 дней после цветения, 2 – через 19 дней, 3 – через 27 дней

Рисунок 2 показывает, что в семенах пшеницы из первой партии, имеющей исходную влажность 90 %, зонд обнаруживается в пределах почти всего объема семени. Необходимо отметить, что его распределение неравномерное, относительно повышенная концентрация зонда наблюдается не только в районе зародыша, но и вблизи центрального сосудистого пучка, через который идет поступление воды в эндосперме. Удаление воды при высыхании семян на данной стадии нарушает барьерную функцию мембран в значительной части объема семян.

Восстановленное двухмерное распределение зонда в зерне через 19 суток после окончания цветения показано на рисунке под номером 2. Необходимо отметить, что снижение влажности семян до 71 % приводит к заметному сокращению области локализации спинового зонда, выступившего в высушенных семенах. Высокая концентрация зонда остается в противоположном от зародыша конце, тогда как в области, прилегающей к сосудистому пучку, его значительно меньше.

В опытах при влажности семян 62 % (27 дней после окончания цветения) происходит не только уменьшение объема, в который проникает зонд, но и значительно снижается ее концентрация во всех областях семян относительно концентрации в зародыше.

В этой стадии созревания семя приобрело форму и размеры спелого зерна. Доля клеток с проницаемыми для зонда мембранами после высушивания семян еще более уменьшилась.

Заключение. Данные результаты показывают, что с уменьшением жидкой зоны в процессе созревания происходят метаболические реакции, регулирующие поступление воды в семя. Они формируются уже на ранних этапах созревания семян. Полученные результаты дают основание сделать заключение, что по мере созревания семян доля клеток, обладающих высокой проницаемостью своих мембранных структур, после высушивания сокращается.

Библиографический список

1. Аксенов, С.И. Вода и ее роль в регуляции биологических процессов [Текст]/ С.И. Аксенов. – М.: Изд-во «Наука», 2004. – 116 с.
2. Аксенов, С.И. Проникновение и распространение воды в семенах пшеницы во время набухания [Текст]/С.И. Аксенов, Е.А. Головина // Физиология растений. – 1996. – № 33/1. – С. 150-158.
3. ГОСТ 13586.5-93 Зерно. Метод определения влажности [Текст].
4. Евдокимов, А.П. Дозы ультрафиолетового излучения для бактерицидной обработки зерна [Текст]/А.П. Евдокимов, И.Ю. Подковыров, Т.А. Кузнецова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №1 (49). – С. 284-291.
5. Евдокимов, А.П. Воздействие бактерицидного ультрафиолетового излучения на микрофлору зерна пшеницы [Текст]/А.П. Евдокимов, И.Ю. Подковыров, Т.А. Кузнецова // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. В 5 ч. / Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2016. – С. 320-326.
6. Есболова, М.Б. Влияние сроков и норм посева на посевные качества и продуктивность семян озимой пшеницы [Текст]: автореферат дисс. ... канд. с.-х. наук / М.Б. Есболова. – Ташкент, 2009. – 48 с.
7. Овчинников, А.С. Исследование свойств концентрированного водно-солевого раствора [Текст]/ А.С. Овчинников, В.С. Жаринов, В.В. Якубов // Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. /Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2015. – С. 83-89.

8. Олейник, О.С. Динамика и развитие растениеводства в Волгоградской области [Текст]/ О.С. Олейник, А.С. Овчинников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №3 (43). – С. 278-287.

9. ЭПР-томография процессов набухания в зерне пшеницы физиология растений [Текст]/ А.И. Мирнов, О.Е. Якемченко, С.И. Аксенов и др. – № 35– 1998. – С. 445-449.

10. Hysteresis of low-field microwave absorption in polycrystalline ferromagnetics [Tekst]/ Yu.A. Koksharov, A.N. Tikhonov, L.A. Blyumenfel'd et all. // Russian Journal of Physical Chemistry A. – 1999. – Т. 73. – № 10. – P. 1671-1675.

11. Unraveling key metabolomic alterations in wheat embryos derived from freshly harvested and water-imbibed seeds of two wheat cultivars with contrasting dormancy status [Tekst]/ A. Das, , D. Kim, P. Khadka et all. // Frontiers in Plant Science. – 2017. – №8.

12. Khalilzadeh, R. Growth, physiological status, and yield of salt-stressed wheat (triticum aestivum L.) plants affected by biofertilizer and cycocel applications [Tekst]/ R. Khalilzadeh, R. Seyed Sharifi J. Jalilian // Arid Land Research and Management. – 2018. – №32(1). – P. 71-90.

13. Different responses of wheat with different chromosome ploidies to water stress during seed-seedling transformation et all. [Tekst] /Z. Wang, W. Zhao, C. Wang // Journal of Food, Agriculture and Environment. – 2012. – № 10(3-4). – P. 879-882.

14. Effects of different water availability at post-anthesis stage on grain nutrition and quality in strong-gluten winter wheat [Tekst]/ C. Zhao, M. He, Z. Wang et all. // Comptes Rendus – Biologies. – 2009. – № 332(8). – P. 759-764.

15. Selenium supply methods and time of application influence spring wheat (triticum aestivum L.) yield under water deficit conditions [Tekst] / F. Nawaz, M. Y. Ashraf, R. Ahmad et all. // Journal of Agricultural Science. – 2017. – №155(4). – P. 643-656.

Reference

1. Aksekov, S. I. Voda i ee rol' v regulyacii biologicheskikh processov [Tekst]/ S. I. Aksekov. - M.: Izd-vo "Nauka", 2004. – 116 p.

2. Aksekov, S. I. Proniknovenie i rasprostranenie vody v semenah pshenicy vo vremya nabuhaniya [Tekst]/S. I. Aksekov, E. A. Golovina // Fiziologiya rastenij. - 1996. -№ 33/1. - P. 150-158.

3. GOST 13586.5-93 Zerno. Metod opredeleniya vlazhnosti [Tekst].

4. Evdokimov, A. P. Dozy ul'trafioljetovogo izlucheniya dlya baktericidnoj obrabotki zerna [Tekst]/A. P. Evdokimov, I. Yu. Podkovyrov, T. A. Kuznecova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - №1 (49). - P. 284-291.

5. Evdokimov, A. P. Vozdejstvie baktericidnogo ul'trafioljetovogo izlucheniya na mikrofloru zerna pshenicy [Tekst]/A. P. Evdokimov, I. Yu. Podkovyrov, T. A. Kuznecova // Strategicheskie orientiry innovacionnogo razvitiya APK v sovremennyh jekonomicheskikh usloviyah: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. V 5 ch/ / Volgogradskij GAU. - Volgograd, 2016. - P. 320-326.

6. Esbolova, M. B. Vliyanie srokov i norm vyseva na posevnye kachestva i produktivnost' semyan ozimoy pshenicy [Tekst]: avtoreferat diss...kand. s.-h. nauk / M. B. Esbolova. - Tashkent, 2009. - 48 p.

7. Ovchinnikov, A. S. Issledovanie svojstv koncentrirovannogo vodno-solevogo rastvora [Tekst]/ A. S. Ovchinnikov, V. S. Zharinov, V. V. Yakubov // Strategicheskoe razvitie APK i sel'skikh territorij RF v sovremennyh mezhdunarodnyh usloviyah: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyaschjonnoj 70-letiyu Pobedy v Velikoj Otechestvennoj vojne 1941-1945 gg. /Volgogradskij GAU. - Volgograd, 2015. - P. 83-89.

8. Olejnik, O. S. Dinamika i razvitie rastenievodstva v Volgogradskoj oblasti [Tekst]/ O. S. Olejnik, A. S. Ovchinnikov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №3 (43). - P. 278-287.

9. JePP-tomografiya processov nabuhaniya v zerne pshenicy fiziologiya rastenij [Tekst]/ A. I. Mirnov, O. E. Yakemchenko, S. I. Aksekov i dr. – №35. – 1998. – P. 445-449.

10. Hysteresis of low-field microwave absorption in polycrystalline ferromagnetics [Tekst]/ Yu.A. Koksharov, A.N. Tikhonov, L.A. Blyumenfel'd et all. // Russian Journal of Physical Chemistry A. – 1999. – Т. 73. – № 10. – P. 1671-1675.

11. Unraveling key metabolomic alterations in wheat embryos derived from freshly harvested and water-imbibed seeds of two wheat cultivars with contrasting dormancy status [Tekst]/ A. Das, D. Kim, P. Khadka et all. // Frontiers in Plant Science. – 2017. – №8.

12. Khalilzadeh, R. Growth, physiological status, and yield of salt-stressed wheat (*triticum aestivum* L.) plants affected by biofertilizer and cycocel applications [Tekst]/ R. Khalilzadeh, R. Seyed Sharifi J. Jalilian // Arid Land Research and Management. – 2018. – №32(1). – P. 71-90.

13. Different responses of wheat with different chromosome ploidies to water stress during seed-seedling transformation et all. [Tekst] /Z. Wang, W. Zhao, C. Wang // Journal of Food, Agriculture and Environment. – 2012. – № 10(3-4). – P. 879-882.

14. Effects of different water availability at post-anthesis stage on grain nutrition and quality in strong-gluten winter wheat [Tekst]/ C. Zhao, M. He, Z. Wang et all. // Comptes Rendus – Biologies. – 2009. – № 332(8). – P. 759-764.

15. Selenium supply methods and time of application influence spring wheat (*triticum aestivum* L.) yield under water deficit conditions [Tekst] / F. Nawaz, M. Y. Ashraf, R. Ahmad et all. // Journal of Agricultural Science. – 2017. – №155(4). – P. 643-656.

E-mail: sapaev.60@mail.ru

УДК 528.7(202):631.4

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-19

ДИСТАНЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ АНТРОПОГЕННО - ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГА РОССИИ

REMOTE RESEARCH AND MAPPING THE STATE OF ANTHROPOGENIC-TRANSFORMED TERRITORIES OF THE SOUTH OF RUSSIA

В.В. Новочадов, доктор медицинский наук

А.С. Рулев, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН

В.Г. Юфев, доктор сельскохозяйственных наук

Е.А. Иванцова, доктор сельскохозяйственных наук

V.V. Novochadov, A.S. Rulev, V.G. Yuferev, E.A. Ivantsova

ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет»

FSAEI of Higher Education «Volgograd State University»

Ландшафтные комплексы Прикаспийской низменности формировались на молодой морской равнине, что обусловило небольшую мощность и гумусированность почв. Большую часть территории занимают пески с открытыми очагами дефляции, что в условиях полупустынного засушливого климата и большой площади засоления почв, податливости ветровой и водной и эрозии способствует проявлению деградации и опустынивания, в первую очередь, при неадекватном антропогенном воздействии на ландшафты. В работе приведены методология, методика и результаты дистанционных исследований деградированных фитоценозов в ландшафтах юга европейской России при антропогенном воздействии на них в результате хозяйственной деятельности человека. Метод картографо-космического мониторинга позволяет оценить состояние фитоценозов антропогенно-трансформированных ландшафтов, суть которого состоит в использовании результатов космической съемки и геоинформационного анализа территорий для оценки состояния территорий и составления карт пространственного распределения деградации. На основании сопоставления данных космосъемки и результатов фотоэталонирования осуществлена оценка и составлены тематические карты деградации фитоценозов. Картографирование антропогенно-трансформированных

территорий Астраханской области, проведенное с использованием геоинформационного анализа распределенных баз картографических данных и данных аэрокосмосъемки, показало возможность дистанционной оценки их состояния. Такая оценка дает возможность определить пространственные характеристики антропогенно-трансформированных территорий на основе дешифрования космоснимков высокого разрешения с выявлением их состояния как по проективному покрытию, так и по составу фитоценозов. Определение величины проективного покрытия осуществляется на основе результатов анализа спектрозональных космоснимков и геоинформационного картографирования пространственному распределению вегетативных индексов. По классифицированному изображению определены площади контуров по уровням деградации. Установлено, что в 2018 году площадь фитоценозов Астраханской области с проективным покрытием менее 10 % составила 1,149 млн га.

The landscape complexes of the Caspian lowland formed on a young marine plain, which caused a small thickness and humus content of the soil. Most of the territory is occupied by sands with open foci of deflation, which in conditions of semi-desert arid climate and a large area of soil salinity, compliance with wind and water and erosion contributes to the degradation and desertification, primarily with inadequate anthropogenic effects on landscapes. The paper presents the methodology, methods and results of remote research of degraded phytocenoses in landscapes of southern European Russia with anthropogenic effects on them as a result of human activities. The method of cartographic and space monitoring allows to assess the state of phytocenoses of anthropogenically transformed landscapes, the essence of which is to use the results of satellite imagery and geoinformational analysis of territories for assessing the state of territories and mapping the spatial distribution of degradation. Based on a comparison of space imagery data and photo-calibration results, the thematic maps of phytocenosis degradation were evaluated and compiled. The mapping of anthropogenically transformed territories of the Astrakhan region, carried out using geoinformational analysis of distributed databases of cartographic data and aero-satellite imagery, showed the possibility of remote assessment of their condition. Such an assessment makes it possible to determine the spatial characteristics of anthropogenically transformed territories on the basis of deciphering high resolution satellite images with the identification of their condition, both by projective cover and by the composition of phytocenoses. The determination of the size of the projective cover is carried out on the basis of the results of the analysis of the space-wide space images and geo-information mapping of the spatial distribution of the vegetative indices. By the classified image, the areas of contours by levels of degradation are determined. It was established that in 2018 the area of phytocenoses of the Astrakhan region with a projective cover of less than 10% was 1.149 million hectares.

Ключевые слова: фитоценозы, антропогенное трансформирование территорий, космоснимки, деградация земель.

Key words: phytocenosis, anthropogenic transformation, space images, map, degradation, monitoring, projective cover.

Публикация подготовлена при финансовой поддержке Государственного задания Минобрнауки РФ по теме «Разработка экологоориентированных биотехнологий оптимизации аридных агробиоценозов Юга России на основе достижений физико-химической биологии и биоинформатики» (проект № 40.7534.2017/8.9).

Введение. Антропогенно-трансформированные территории восточной части юга европейской России расположены в основном на Сарпинской и Прикаспийской низменностях. Ландшафтные комплексы здесь формировались на молодой морской равнине, что обусловило небольшую мощность и гумусированность почв. Большую часть территории занимают малогумусированные пески с открытыми очагами дефляции, что в условиях полупустынного засушливого климата и большой площади засоления почв, податливости ветровой и водной и эрозии способствует проявлению деградации и опустынивания, в первую очередь при неадекватном антропогенном воздействии на ландшафты [8, 11, 9].

Территории Калмыкии, Волгоградской и Астраханской областей являются примером последствий антропогенной трансформации, в результате которой были разрушены устойчивые полупустынные ландшафтные комплексы [14]. В Республике Калмыкия в 2018 году 34 % земель имеет проективное покрытие менее 10 %, в Астраханской области – 29 %. В связи с этим комплексная геоинформационная оценка деградации на основе данных спектрзональных космоснимков становится приоритетной в определении пространственного распределения и площади участков, подверженных деградации и опустыниванию. Преимуществом дистанционных методов является экономическая эффективность, обусловленная снижением затрат на выполнение оценки состояния ландшафтов. Трудозатраты на сравнимое по площади и контрольным участкам наземное исследование без профилирования только территории Республики Калмыкия и Астраханской области составят более 6 млн чел./час.

Антропогенная трансформация территорий, связанная с нарушением естественного рельефа, растительности, почв, часто приводит к деградации ландшафтов, которая выражается в дефляции почвенного покрова, в смыве и размыве лишенных растительности участков, в загрязнении как почв, так и водных объектов [4, 6]. Такая деградация особо опасна на территории Республики Калмыкия, Волгоградской и Астраханской областей. Неадекватное антропогенное воздействие на ландшафты в условиях полупустыни, отсутствие внимания управления регионов к мониторингу состояния территорий, несоответствие количества и качества мероприятий, направленных на предотвращение процессов деградации и опустынивания, приводят к росту площади деградированных участков, на реабилитацию которых потребуются несоизмеримо большие затраты средств [1, 5]. В связи с этим для сохранения биологического потенциала и продуктивности земель региона необходимо оценить общее состояние фитоценозов и обосновать допустимую антропогенную нагрузку на них, а также активно применять современные технологии мелиорации территорий [13].

Материалы и методы. Метод картографо-космического мониторинга позволяет оценить состояние фитоценозов антропогенно-трансформированных ландшафтов. Сущность метода в использовании результатов космической съемки и геоинформационного анализа территорий для оценки состояния территорий и составления карт пространственного распределения деградации. При этом эффективность метода позволяет в 4 раза уменьшить время работы, а затраты сократить в 15 раз по сравнению с полевыми методами [3, 12].

Методика геоинформационного исследования состояния антропогенно-трансформированных ландшафтов основывается на ландшафтно-динамическом подходе к исследованию территорий, учитывающем все главные компоненты, такие как ландшафт, рельеф, почвы, растительность, климатические условия, литология и гидрологические условия. Для формализации полученных результатов проводится их статистическая обработка, и в геоинформационной среде создается база пространственных данных. Математическое описание основано на выявлении пространственно-временных зависимостей состояния территорий с использованием уравнений регрессии. Геоинформационное картографирование состояния территорий проводится при послойной оценке результатов дешифрирования их состояния. Сравнение разновременных картографических слоев позволяет выявить тенденцию изменения площади деградации по времени, подобрать математическую функцию и определить коэффициенты аппроксимации. Полученные уравнения дают возможность составить на математической основе прогнозные компьютерные (цифровые) карты и в режиме моделирования определять состояние агроландшафтов с прогнозом деградации на 5-10 лет.

Цифровой геоинформационный слой – по сути модель ландшафта, а пространственная информация дает возможность пользователю определять количественные характеристики объектов исследований [5, 14].

Отсюда следует, что компьютерная модель агроландшафта включает базу данных, созданную по результатам компьютерного дешифрирования АКФ, систему математических зависимостей, определяющих характеристики ландшафтных объектов, получаемых в результате обработки данных, содержащихся в базе, систему математических зависимостей, определяющих динамику изменения характеристик ландшафтных объектов в пространственно-временном аспекте, цифровую картографическую модель агролесоландшафта.

Территория исследований представляет собой равнинный ландшафт морской равнины, в связи с чем выявление состояния травянистой растительности не затруднено особенностями рельефа [2]. Выявление деградации фитоценозов по спектрально-космическим снимкам представляет собой современный метод исследований, а в совокупности с геоинформационными технологиями является одним из основных факторов для определения уровней их деградации.

Уровень деградации фитоценозов тесно связан с проективным покрытием, в связи с чем дешифрирование основано на выявлении различий в отображении на снимках проективного покрытия.

На слабогумусированных песках травянистая растительность разрежена и часто представлена рудеральными и плохо поедаемыми видами. Недостаток атмосферных осадков в регионе, среднегодовое количество которых составляет 200-350 мм, приводит к иссушению почв и воздуха, что усугубляет растительные условия. Для Прикаспийской низменности характерно близкое к поверхности залегание солей в почвах. Засоленность грунтовых вод обуславливает засоление верхнего слоя почвы, при этом изображение становится светлым на тон [3]. Комплексность почв в полупустыне на космоснимках отображается как различные по структуре и отраженной энергии территории.

Опустынивание территорий характеризуется необратимыми в естественной среде процессами уменьшения количества растений, обеднения видового состава, при этом на песках образуются очаги, не покрытые растительностью [8, 2, 7, 10, 15]. Дешифрирование очагов опустынивания производится на основе анализа изображения по структуре, форме и цвету с последующим сравнением с эталоном, установленным для таких почв.

Для естественного травянистого покрытия его состав обусловлен ландшафтными условиями и стабилен при отсутствии антропогенного воздействия деградации будет определяться уменьшением проективного покрытия. В связи с этим проективное покрытие фитоценозов, отображаемое на космоснимках, можно признать основным признаком деградации для дистанционной оценки.

Можно отметить, что фитоценоз на оптическом космическом снимке в полупустынной зоне дает комплексное изображение. Установлена взаимосвязь проективного покрытия и фототона изображения. При этом максимальная точность установления величины проективного покрытия приходится на диапазон от 20 до 60 % [1]. Средняя ошибка при выявлении проективного покрытия по космоснимку не превышает 5 %.

Связь продуктивности и проективного покрытия фитоценозов позволяет по космоснимкам оценить продуктивность пастбищ.

В полупустыне на юго-востоке европейской России присутствуют ковыльные, ромашниковые, житняковые, однолетниковые, белопольные и комбинированные фитоценозы. Связь продуктивности и проективного покрытия представлена в таблице 1 [7]. Сравнение величины проективного покрытия и фототона фитоценозов на космоснимках позволило выявить между ними корреляционную связь.

Таблица 1 – Продуктивность и проективное покрытие фитоценозов

Фитоценозы	Продуктивность, т/га	Проективное покрытие, %
Ковыльные(<i>Stipa capillata</i>)	0,3 - 0,4	50
Житняковые (<i>Agropyron desertorum</i>)	0,3 – 0,6	45
Белополынные (<i>Artemisia lerchiana</i> ,)	0,3 – 0,4	30
Однолетниковые (<i>Ceratocarpus arenarius</i> , <i>Alyssum turkestanicum</i> , <i>Petrosimonia oppositifolia</i> , <i>Lepidium perfoliatum</i> , <i>L. ruderales</i> .)	0,1 - 0,3	40
Белополынно-злаковые (<i>Artemisia lerchiana</i> , <i>Festuca valesiaca</i> , <i>Leymus ramosus</i> , <i>Stipa capillata</i> <i>Agropyron desertorum</i> ,)	0,4 - 0,5	45

Вследствие этого появляется возможность проводить дистанционный мониторинг фитоценозов с определением величины проективного покрытия, определять продуктивность и оценивать уровень деградации.

Оценка величины проективного покрытия проводилась по средним величинам фототона, с учетом фототона почв. Проективное покрытие обуславливает величину фототона и, соответственно, его распределение по изображению. Таким образом, дистанционная оценка деградации естественных фитоценозов и его продуктивности осуществляется по величине фототона его изображения, что позволяет определить и уровень деградации.

По результатам исследований установлены диапазоны величин фототона растрового изображения для каждого уровня деградации фитоценозов (таблица 2).

Таблица 2 – Уровни деградации фитоценозов по фототону

Уровень	Норма	Риск	Кризис	Бедствие
Ранг	деградация отсутствует	умеренный	сильный	бедственный
Балл	0-2	3-5	6-8	9-11
Диапазон величины фототона	30-90	91-130	131-150	151-255
Проективное покрытие, %	Более 35	25-34	15-24	0-14

Динамика сукцессий фитоценозов имеет значение для выявления подверженных деградации участков. Для сравнения результатов исследований необходимо, чтобы наблюдения проводились в одинаковых условиях и в один период времени.

Технология обработки и дешифрирования деградации фитоценозов основана на запатентованном способе определения состояния пастбищ (патент RU № 2327107).

Результаты и обсуждение. Картографирование антропогенно-трансформированных ландшафтов региона исследований проводится для изучения процессов деградации и восстановления с учетом пространственного распределения земель по уровням деградации. Технология геоинформационного картографирования основана на оценке состояния фитоценозов, проводимой на основе дешифрирования информации дистанционного зондирования Земли и применения системы пространственных локальных и распределенных баз данных, анализа результатов дистанционного зондирования с использованием геоинформационных и специализированных программ анализа изображений (QGIS, ENVI и др.).

На рисунке 1 приведен пример космоснимка спутника «Worldview-3» с разрешением до 1 м деградированного фитоценоза в результате содержания и выпаса животных в районе поселка Кордон Астраханской области, а на рисунке 2 – результат определения деградации фитоценозов этого участка.

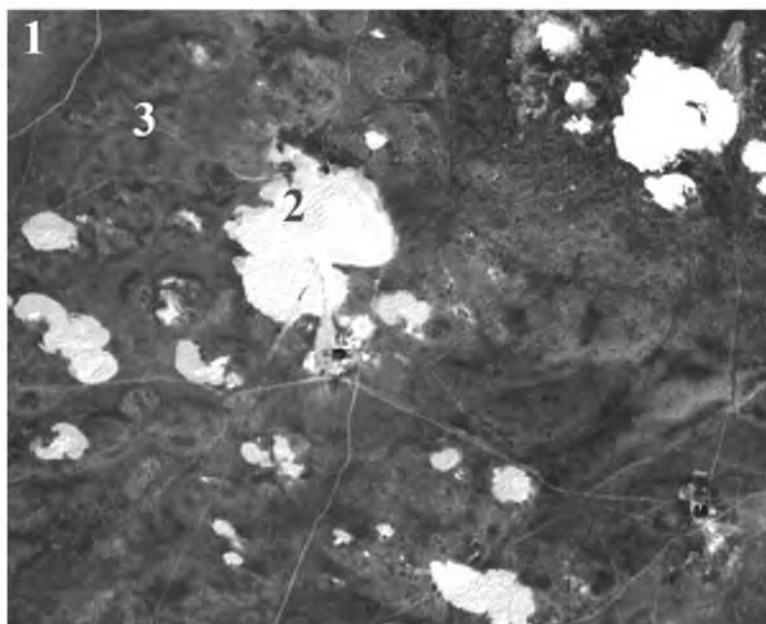
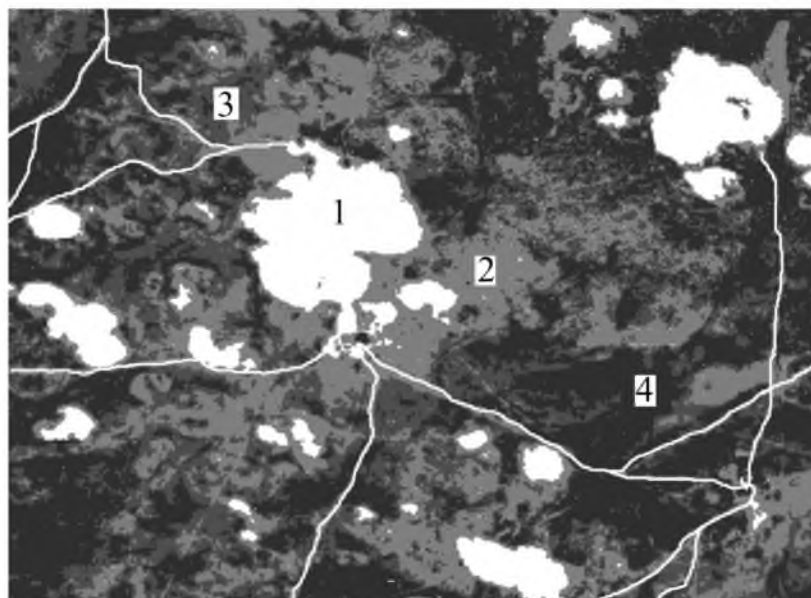


Рисунок 1 - Космоснимок фитоценозов на участке «Кордон»:

1 – травянистая растительность; 2 – открытые, барханные пески; 3 – полевые дороги

Картографирование антропогенно-трансформированных ландшафтов на тестовых участках Астраханской области, выполненное с использованием современных геоинформационных технологий, обеспечило высокую эффективность исследований. Полевые и камеральные исследования обеспечили достоверность дешифрирования космоснимков и позволили определить состояние продуктивности деградированных фитоценозов по выявленному проективному покрытию.



Уровни деградации фитоценозов

	1 – бедствие		3 – риск
	2 – кризис		4 – норма

Рисунок 2 – Уровни деградации фитоценозов на участке «Кордон»
по космоснимку Sentinel 2 2018

В результате оценки деградации фитоценозов на тестовом полигоне «Кордон» установлено, что сильнодеградированные участки занимают около 35 % площади, 34 % умеренно- и среднедеградированные и только около 31 % слабодеградированные и недеградированные. По классифицированному изображению определены контуры деградации по уровням. Картографирование деградации фитоценозов предоставляет заинтересованным ведомствам пространственную информацию для определения способов и средств восстановления ландшафтов Прикаспийской низменности.

Заключение. Дистанционные исследования и геоинформационное картографирование состояния антропогенно-трансформированных территорий ландшафтов юга европейской части России на основе актуальных космоснимков высокого разрешения представляют собой современный инструмент, позволяющий не только определить состояние фитоценозов, но и выявить скорость и направленность трансформации фитоценозов. В результате использования и интерпретации данных дистанционного зондирования разработаны геоинформационные картографические слои по уровням деградации фитоценозов. Установлено, что в 2018 году площадь фитоценозов Астраханской области с проективным покрытием менее 10 % составила 1,149 млн га. Таким образом, можно отметить значительное увеличение площади деградированных фитоценозов в условиях засушливого года, когда, по данным метеостанции Астрахань, за 11 месяцев выпало около 100 мм осадков.

Библиографический список

1. Возможности дистанционной оценки состояния и степени деградации природных кормовых угодий [Текст]/ Ф.В. Ерошенко, С.А. Барталев, Н.Г. Лапенко и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15. – № 7. – С. 53–66.
2. Залибеков, З. Г. Процессы опустынивания и их влияние на почвенный покров [Текст]/ З. Г. Залибеков. – М., 2000. – 220 с.
3. Засоление почв солонцовых комплексов Северной Калмыкии [Текст]/А.Ф. Новикова, М.В. Конюшкова, Н.М. Новикова и др. // Аридные экосистемы. – 2010 – Т. 16. – №. 1 (41). – С. 51-65.
4. Золотокрылин, А.Н. Новый подход к мониторингу очагов опустынивания [Текст] / А.Н. Золотокрылин, Т.Б. Титкова //Аридные экосистемы. – 2011 – Т. 17. – №. 3 (48). – С. 14-22.
5. Крутских, Н.В. Использование космоснимков Landsat для геоэкологического мониторинга урбанизированных территорий [Текст]/ Н.В. Крутских, И.Ю. Кравченко // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15. – № 2. – С. 159-168.
6. Кулик, К.Н. Динамическая устойчивость аридных экосистем [Текст]/ К.Н. Кулик, А.Н. Салугин, Е.А. Сидорова //Аридные экосистемы. – 2012 – Т. 18. – №. 2 (51). – С. 29-35.
7. Наземные и спутниковые исследования продуктивности пастбищ Республики Калмыкии с различной степенью деградации растительных сообществ [Текст]/ А.Н. Золотокрылин, Т.Б. Титкова, С.С. Уланова и др. // Аридные экосистемы – 2013 – Т. 19. – №. 4 (57). – С. 31-39.
8. Оценка засоренности антропогенных фитоценозов на основе данных дистанционного зондирования земли (на примере амброзии полыннолистной) [Текст]/ О. Е. Архипова, Н. А. Качалина, Ю. В. Тютюнов и др. // Исследование земли из космоса. – 2014. – № 6. – С. 15-26.
9. Сажин, А. Н. Погода и климат Волгоградской области [Текст]/ А. Н. Сажин, К.Н. Кулик, Ю. И. Васильев. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2017. – 334 с.
10. Сапанов, М.К. Этапы освоения и современное использование засушливых земель Северного Прикаспия [Текст]/М.К. Сапанов, М.Л. Сиземская, К.М. Ахмеденов //Аридные экосистемы – 2015 – Т. 21. – №. 3 (64). – С. 84-91.
11. Харазми, Р. Оценка динамики аридных экосистем по результатам автоматизированной обработки серий мультиспектральных спутниковых снимков [Текст]/ Р. Харазми, Е.А. Паниди, Л.Н. Чабан // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14. – № 3. – С. 196-205.

12. Эволюция почв и динамика климата сухих степей Приволжской возвышенности за последние 3500 лет [Текст]/ В. А. Демкин, Т. С. Демкина, Т. Э. Хомутова и др. // Почвоведение. – 2012. – №12. – С. 1244–1258.

13. Quantifying vegetation change in semiarid Environments: precision and accuracy of spectral mixture analysis and the Normalized Difference Vegetation Index [Текст]/ A. Elmore, J.F. Mustard, S.J. Manning et all. // Remote Sensing of Environment. – 2000. – №. 73. – P. 87-102.

14. Kulik, K. N. Geoinformation analysis of desertification dynamics in the territory of Astrakhan oblast [Текст] / K. N. Kulik, A. S. Rulev, V. G. Yuferev // Aridnye Ekosistemy. – 2015 – Vol. 21. – №. 3 (64). – P. 25-35.

15. Can vegetation productivity be derived from greenness in a semi-arid environment? Evidence from ground-based measurements [Текст]/ C. Mbow, R. Fensholt, K. Rasmussen et all. // J. Arid Environments. – 2013. – Vol. 97. – P. 56-65.

Reference

1. Vozможности дистанционной оценки состояния и степени деградации природных кормовых угодий [Текст]/ F. V. Eroshenko, S. A. Bartalev, N. G. Lapenko i dr. // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2018. – T. 15. – № 7. – P. 53-66.

2. Zalibekov, Z. G. Processy opustynivaniya i ih vliyanie na pochvennyj pokrov [Текст]/ Z. G. Zalibekov. – M., 2000. – 220 p.

3. Zasolenie pochv soloncovykh kompleksov Severnoj Kalmykii [Текст]/ A. F. Novikova, M. V. Konyushkova, N. M. Novikova i dr. // Aridnye jekosistemy. – 2010 – T. 16. – №. 1 (41). – P. 51-65.

4. Zolotokrylin, A. N. Novyj podhod k monitoringu ochagov opustynivaniya [Текст] / A. N. Zolotokrylin, T. B. Titkova // Aridnye jekosistemy. – 2011 – T. 17. – №. 3 (48). – P. 14-22.

5. Krutskih, N. V. Ispol'zovanie kosmosnimkov Landsat dlya geojekologicheskogo monitoringa urbanizirovannyh territorij [Текст]/ N. V. Krutskih, I. Yu. Kravchenko // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2018. – T. 15. – № 2. – P. 159-168.

6. Kulik, K. N. Dinamicheskaya ustojchivost' aridnyh jekosistem [Текст]/ K. N. Kulik, A. N. Salugin, E. A. Sidorova // Aridnye jekosistemy. – 2012 – T. 18. – №. 2 (51). – P. 29-35.

7. Nazemnye i sputnikovyje issledovaniya produktivnosti pastbishch Respubliki Kalmykii s razlichnoj stepen'yu degradacii rastitel'nyh soobshchestv [Текст]/ A. N. Zolotokrylin, T. B. Titkova, S. S. Ulanova i dr. // Aridnye jekosistemy – 2013 – T. 19. – №. 4 (57). – p. 31-39.

8. Ocenka zasorennosti antropogennyh fitocenozov na osnove dannyh distancionnogo zondirovaniya zemli (na primere ambrozii polynolistnoj) [Текст]/ O. E. Arhipova, N. A. Kachalina, Yu. V. Tyutyunov i dr. // Issledovanie zemli iz kosmosa. – 2014. – № 6. – P. 15-26.

9. Sazhin, A. N. Pogoda i klimat Volgogradskoj oblasti [Текст]/ A. N. Sazhin, K. N. Kulik, Yu. I. Vasil'ev. – Volgograd: FNC agrojekologii RAN, 2017. – 334 p.

10. Sapanov, M. K. Etapy osvoeniya i sovremennoe ispol'zovanie zasushlivykh zemel' Severnogo Prikaspiya [Текст]/ M. K. Sapanov, M. L. Sizemskaya, K. M. Ahmedenov // Aridnye jekosistemy – 2015 – T. 21. – №. 3 (64). – P. 84-91.

11. Harazmi, R. Ocenka dinamiki aridnyh jekosistem po rezul'tatam avtomatizirovannoj obrabotki serij mul'tispektral'nyh sputnikovykh snimkov [Текст]/ R. Harazmi, E. A. Panidi, L. N. Chaban // Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – 2017. – T. 14. – № 3. – P. 196-205.

12. Jevelyuciya pochv i dinamika klimata suhih stepej Privolzhskoj vozvyshennosti za poslednie 3500 let [Текст]/ V. A. Demkin, T. S. Demkina, T. Je. Homutova i dr. // Pochvovedenie. – 2012. – №12. – P. 1244-1258.

13. Quantifying vegetation change in semiarid Environments: precision and accuracy of spectral mixture analysis and the Normalized Difference Vegetation Index [Текст]/ A. Elmore, J.F. Mustard, S.J. Manning et all. // Remote Sensing of Environment. – 2000. – №. 73. – P. 87-102.

14. Kulik, K. N. Geoinformation analysis of desertification dynamics in the territory of Astrakhan oblast [Текст] / K. N. Kulik, A. S. Rulev, V. G. Yuferev // Aridnye Ekosistemy. – 2015 – Vol. 21. – №. 3 (64). – P. 25-35.

15. Can vegetation productivity be derived from greenness in a semi-arid environment? Evidence from ground-based measurements [Текст]/ C. Mbow, R. Fensholt, K. Rasmussen et all. // J. Arid Environments. – 2013. – Vol. 97. – P. 56-65.

УДК 635.341-154(575.1)

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-20

**ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СРОКА ПОСАДКИ И ВОЗРАСТА РАССАДЫ
КРАСНОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ ПРИ ПОВТОРНОЙ
КУЛЬТУРЕ В УЗБЕКИСТАНЕ****IDENTIFICATION OF OPTIMAL LENGTH AND GROWTH OF CROPPED
CABBAGE AT A REPEATED CULTURE
IN UZBEKISTAN****М.М. Адиллов, доктор сельскохозяйственных наук****Б.А. Рустамов, А.С. Рустамов****А.М. Хакимжанова****M.M. Adilov, B.A. Rustamov****A.S. Rustamov, A.M. Khakimzhanova***Ташкентский государственный аграрный университет**Tashkent State Agrarian University*

В статье освещаются результаты исследований по 4-х летним срокам посадки (3, 13, 25 июля и 5 августа) при трех возрастах рассады (50, 40 и 30 дней) при каждом сроке посадки. Выявлено, что выращивание рассады для всех испытанных сроков посадки происходит при неблагоприятных высоких температурах. В связи с этим при одном и том же возрасте рассады ее качество при разных сроках посадки одинаково. При одном и том же сроке посадки более молодая рассада имеет меньшее количество листьев, чем более взрослая. При летних сроках посадки произрастания растений в поле идет при спаде температур и при посадке 5 августа среднесуточная температура бывает недостаточной для краснокочанной капусты. При этом сроке посадки завязываемость, средняя масса и товарность кочанов и урожайность значительно снижаются. Наиболее высокий урожай формируется при посадке 3 июля 30-дневной рассадой, 13 июля – 40-дневной и 25 июля 50-дневной рассадой.

In article illuminated results of the studies 4 summer periods of the boarding (3, 13, July 25 and August 5) under three ages of the seedlings (50, 40 and 30 days) in every period of the boarding. It is revealed that growing seedlings for all practiced periods of the boarding occurs in discomfort able high temperature. In this connection under one and same age of the seedlings her (its) quality at miscellaneous period boarding equally. Under one and same period of the boarding more making look younger seedlings has a smaller amount sheet, than more adult. In repeated culture growing of plants in field goes abatement of the temperature and when boarding on 5th August average temperature of the day can be to be insufficient for red cabbage. At period of the boarding ripening, average mass and marketability head of cabbage and productivity vastly fall. The most high harvest is formed when planting on July 3 30 day seedlings, July 13 40 day and July 25 50 day seedlings.

Ключевые слова: *посевы капусты, всходы, сроки посадки, возраст рассады, завязываемость, средняя масса, урожайность.*

Key words: *planting, period of appearing of seedlings, age of the seedlings, ripening of head of cabbage, average mass, sheet, head of cabbage, productivity.*

Введение. В Узбекистане большое внимание уделяется организации здорового питания. По определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), это питание, обеспечивающее рост, нормальное развитие и жизнедеятельность человека, способствующее укреплению его здоровья и профилактике заболеваний. Одним из важнейших научно доказанных и принятых ВОЗ принципов здорового питания является следующий тезис: есть несколько раз в день овощи и фрукты, лучше свежие и выращенные в местности проживания (не менее 400 г в сутки).

В настоящее время в Узбекистане производство овощей, более чем в 3 раза превышает нормы потребления. Однако ассортимент их беден. Из известных в мире 1200 видов овощных растений здесь выращивается не более 40. Поэтому ассортимент овощных культур нуждается в значительном расширении. Важная роль в организации здорового питания принадлежит потреблению овощных культур семейства капустные [10, 11]. Среди них большой интерес представляет капуста краснокочанная, которая широко возделывается в США и европейских странах, но является нетрадиционной в Узбекистане.

Краснокочанная капуста превосходит белокочанную по содержанию биологически активных веществ, лечебно-профилактическим свойствам [9], жаростойкости, лежкости [8]. Поэтому она заслуживает широкого внедрения в культуру. Однако этот процесс сдерживается отсутствием научно-обоснованной технологии возделывания.

Благодаря короткому вегетационному периоду и рассадному методу, краснокочанная капуста, как и белокочанная, в условиях Узбекистана может возделываться в повторной культуре. Это очень важно, если учесть, что в республике к началу июля из-под зерновых колосовых высвобождается более 1 млн га орошаемых земель. Для их рационального использования необходимы культуры с коротким периодом вегетации.

Сроки высадки рассады краснокочанной капусты в различных климатических условиях разные. Они называются: для США Д.Д. Брежневым (1961), Германии – Г.И. Вибе (2000) [3], Польши – Ф. Бемигом (1994) [1], Болгарии – А. Миховым, М. Алипиевой (1980) [4], Молдавии – П.И. Патроном (1985) [7], Украине – Г.Л. Бондаренко, К.К. Плешковым [2], Российской Федерации – Я.Х. Паптиллевым (1989) [6], М.С. Морозовой, Е.В. Пыльневой (2007) [5] и на многих сайтах. В этих же работах сообщается, что в зависимости от срока посадки используют рассаду в возрасте от 30 до 12 недель.

В Узбекистане исследования по установлению оптимального срока посадки и возраста рассады краснокочанной капусты не проводились. Учитывая это, мы в 2018 году провели исследования по определению оптимального и последнего допустимого летнего срока посадки этой культуры.

Материалы и методы. Основной целью исследований являлось установление оптимального летнего срока высадки рассады и ее возраста. Для достижения этой цели был проведен полевой опыт, в котором были сравнены 4 срока посадки (3, 13, 25 июля и 5 августа) при использовании при каждом сроке посадки рассады трех возрастов (50, 40 и 30 дней). Полевой опыт закладывался в 4-х кратной повторности с площадью делянок $16,8 \text{ м}^2$. Делянки 4-х рядковые длиной 6 м, на каждой делянке высаживалось по 80 растений при схеме размещения $70 \times 30 \text{ см}$. Опыт проводился с районированным гибридом Primero F₁. Опыт сопровождался фенологическими наблюдениями, биометрическими учетами, определением завязываемости и средней массе кочанов, учетами величины и товарных качеств урожая. Основные результаты исследований подвергались статистическому анализу дисперсионным методом. Выращивание рассады проводилось в кассетах в открытом грунте.

Результаты и обсуждение. При летней повторной культуре выращивание рассады краснокочанной капусты происходит при нарастании температур от весны к лету, а произрастание растений в поле – при спаде температур от лета к осени.

Для получения рассады необходимого возраста для предусмотренных схемой опыта сроков посадки посев семян в кассеты производился 11, 20, 30 мая и 10, 20, 30 июня.

Было выявлено, что от первого до 6-го срока посева температура периода от посева до появления всходов возрастала: максимальная днем от $23,3$ до $36,2$ °С и минимальная ночью – от $17,8$ до $21,6$ °С. При июньских сроках посева семена прорастали при высоких неблагоприятных температурах, в результате по сравнению с майскими сроками посева всходы появлялись позже, а полевая всхожесть семян снизилась.

Поскольку температурные условия при всех сроках посева семян и высадки рассады были неблагоприятными, качество рассады по количеству и размеру листьев у разных сроков посева при одном и том же возрасте рассады было одинаковым. При всех сроках посадки рассада большего возраста образовывала большее число листьев, чем более молодая рассада.

Приживаемость рассады при всех сроках посадки была примерно одинаковой (86-89 %), но при одном и том же сроке посадки молодая рассада приживалось лучше, чем более взрослая.

В связи со спадом температур от лета к осени отодвигание сроков посадки обусловливало снижение температуры периода от посадки до первого сбора. Так, если при посадке 3 июня среднесуточная температура названного периода составляла 25,2-24,9 °С, то при посадке 5 августа – 16,4-16,1 °С.

Следует отметить, что благоприятная для капусты температура наступает с третьей декады августа, поэтому чем раньше высаживалась рассада, тем при более длительном периоде растения произрастали при неблагоприятных высоких температурах.

Различные температурные условия оказывали определенное влияние на рост и развитие растений. При отодвигании сроков посадки продолжительность вегетационного периода при одном и том же возрасте рассады сокращалась. С уменьшением возраста рассады при одном и том же сроке посадки она уменьшалась, но в меньшей степени, чем разница в возрасте рассады (таблица 1).

Таблица 1 – Продолжительность вегетационного периода, количество листьев, завязываемость, средняя масса кочанов, выход товарных кочанов и сохраняемость растений краснокочанной капусты при различных летних сроках посадки и возрасте рассады (2018)

№№ п/п	Варианты опыта		Дата первого и сбора урожая	Среднесуточная температура воздуха за 40 дневный период до первого сбора	Количество листьев, шт/раст	Завязываемость кочанов, %	Средняя масса кочана, кг	Выход товарных кочанов, %	Сохраняемость растений, %
	сроки посадки	возраст рассады, дней							
1	3 июля	49	21.09	25,2	15,9	85,0	0,99	74,2	85,6
2		39	26.09	24,9	16,0	85,45	1,01	75,3	85,9
3		30	26.09	24,9	15,4	85,66	1,07	74,8	87,2
4	13 июля	49	03.10	24,0	14,9	85,56	1,0	85,3	86,6
5		40	03.10	24,0	14,9	89,40	1,00	86,7	86,2
6		31	07.10	24,6	14,7	84,89	0,98	71,5	86,9
7	25 июля	50	07.10	22,9	14,5	85,0	1,06	73,7	87,5
8		39	07.10	22,9	14,4	83,33	1,00	59,3	88,2
9		30	09.10	22,4	13,9	79,15	0,72	46,0	88,4
10	5 августа	50	13.10	16,9	144,5	74,20	1,01	56,6	88,4
11		41	21.10	16,1	13,5	73,50	0,79	38,5	88,4
12		31	23.10	16,1	12,6	68,77	0,64	35,6	89,1
S _x %					0,1		0,01		
НСР ₀₅					0,6		0,1		

Было выявлено, что при одном и том же возрасте рассады растения более поздних сроков посадки образовывали меньшее число листьев. При одном и том же сроке посадки растения, выросшие из более молодой рассады, имели меньшее число листьев, чем растения, выросшие из более взрослой рассады.

Было также установлено, что завязываемость кочанов при посадке 3, 13 и 25 июля бывает практически одинаковой и достаточно высокой при использовании рассады любого возраста. При посадке 5 августа она снижается при использовании более молодой рассады.

Большинство вариантов опыта имело одинаковую среднюю массу кочанов. Достоверно меньшую среднюю массу кочанов формировали растения посадки 25 июля 30-дневной рассадой и посадки 5 августа – 40- и 30-дневной рассадой.

Учет изреженности посадок перед первым сбором урожая показал, что сохраняемость растений в течение вегетации при более поздних посадках и при использовании более молодой рассады повышалась.

Анализ даты проведения первого и последнего сборов урожая позволил выявить, что чем раньше проводилась посадка и большим был возраст рассады, тем раньше начиналось и заканчивалось поступление продукции. Однако разница во времени проведения первых сборов урожая по сравнению с промежутками между 1 и 2, 2 и 3 сроками посадки при использовании рассады любого возраста уменьшалась, а между 3 и 4 сроками посадки при использовании рассады 50 дневного возраста, сокращалась, а при использовании 40- и 30-дневной рассады – увеличивалась.

Определение среднесуточной температуры в период образования кочанов показало, что она была тем ниже, чем позднее проводилась посадка и чем меньшего возраста использовалась рассада (таблица 2).

Таблица 2 – Среднесуточная температура периода образования кочанов, общий и товарный урожай краснокочанной капусты при различных летних сроках посадки и возрасте рассады (2018)

№№ п/п	Варианты опыта		Среднесуточная температура воздуха за 40 дневной период до первого сбора	Общий урожай		Товарный урожай	
	сроки посадки	возраст рассады, дней		т/га	в % к первому варианту	т/га	в % к первому варианту
1	3 июля	49	23,3	34,49	100	25,62	100
2		39	21,9	35,38	102,6	26,65	104,0
3		30	21,9	38,12	110,5	28,50	111,2
4	13 июля	49	20,5	35,34	102,5	30,16	117,7
5		40	20,5	37,6	109,2	32,65	127,4
6		31	19,9	34,34	99,6	24,57	95,9
7	25 июля	50	19,9	37,75	109,4	27,83	108,6
8		39	19,9	35,02	101,5	20,73	81,0
9		30	19,5	23,98	69,5	11,07	43,3
10	5 августа	50	18,5	31,49	96,3	17,51	68,3
11		41	16,2	21,64	62,7	8,33	32,6
12		31	15,9	18,50	53,6	6,59	25,7
S _{x%}				0,46			
НСР ₀₅				2,7			

При посадке 5 августа с использованием 41- и 31-дневной рассады она была даже недостаточной. Как свидетельствуют результаты статистического анализа, урожайность краснокочанной капусты при посадке 3 июля 49- и 40-дневной рассадой, посадке 13 июля 49- и 31-дневной рассадой и посадке 25 июля 39-дневной рассадой была практически одинаковой. Разница в урожайности между этими вариантами была ниже НСР, т.е. недостаточной.

Одинаково достоверно высокой урожайностью выделялись посадка 3 июля 30-дневной, 13 июля 40-дневной и посадка 25 июля 50-дневной рассадой. Достоверно низкий урожай в нисходящем порядке сформировали посадка 5 августа 50-дневной, посадка 25 июля 30-дневной, посадка 5 августа 41-дневной и особенно 31-дневной рассадой, при которых температура периода образования кочана была недостаточной.

Заключение. Результаты проведенных нами однолетних исследований позволяют сделать следующие предварительные выводы:

1. При посеве семян для получения рассады для летних сроков посадки прорастание их идет при нарастании температур. При июньских посевах по сравнению с майскими всходы появляются позже, а полевая всхожесть семян снижается. Выращивание рассады при всех испытанных летних сроках посева производится при неблагоприятных высоких температурах. В связи с этим рассада одного и того же возраста разных сроков посева имеет практически одинаковое число листьев и их размер. С уменьшением возраста рассады при одном и том же сроке посадки образуется меньшее число листьев.

2. При посеве семян для получения рассады для летних сроков посадки прорастание их идет при нарастании температур. При июньских посевах по сравнению с майскими всходы появляются позже, а полевая всхожесть семян снижается. Выращивание рассады при всех испытанных летних сроках посева производится при неблагоприятных высоких температурах. В связи с этим рассада одного и того же возраста разных сроков посева имеет практически одинаковое количество листьев и их размер. С уменьшением возраста рассады при одном и том же сроке посадки образуется меньшее количество листьев.

3. При летних сроках посадки растения произрастают при спаде температур. Чем позднее проводится посадка, тем при менее длительном жарком периоде (до 3 декады августа) произрастают растения. При более поздних посадках и при меньшем возрасте рассады длина вегетационного периода и облиственность растений сокращаются.

4. При посадке 5 августа завязываемость кочанов снижается, особенно при использовании 30-дневной рассады. Посадка 25 июля 30-дневной рассадой и 5 августа 40- и 30-дневной рассады снижает среднюю массу кочанов и товарность урожая.

5. При летних сроках посадки чем позднее производится высадка рассады и меньше ее возраст, тем ниже температура периода образования кочанов. При посадке 5 августа 41- и 31-дневной рассадой среднесуточная температура периода образования кочанов бывает недостаточной.

6. При выращивании краснокочанной капусты в летне-осенний период наиболее высокий урожай формируется при посадке 3 июля 30-дневной рассадой, 13 июля 40-дневной и 25 июля 50-дневной рассадой. Наиболее низкий урожай с очень малым выходом товарных кочанов был получен при посадке 25 июля 30-дневной рассады и 5 августа 50- и особенно 41- и 31-дневной рассады.

Библиографический список

1. Бемиг, Ф. Капуста краснокочанная: 600 практических советов овощеводам [Текст] /Ф. Бемиг. – Минск, 1994. – 283 с.

2. Бондаренко, Г.Л. Капуста краснокочанная [Текст] / Г.Л. Бондаренко, К.К. Плешков // Все об огороде. – Киев, 2000. – С. 130-131.
3. Вибе, Г.И. Капуста кочанная [Текст] / Г.И. Вибе // Овощеводство (перевод с немецкого). – М., 2000. – С. 372-381.
4. Михов, А. Кочанная капуста [Текст] / А. Михов, М. Алипиева // Практическое овощеводство: перевод с болгарского. – М., 1980. – С. 147-154.
5. Морозова, М.С. Капуста краснокочанная [Текст] / М.С. Морозова, Е.В. Пыльнева // Капуста. – М., 2007. – С. 86-92.
6. Паптиллев, Я.Х. Краснокочанная капуста [Текст] / Я.Х. Паптиллев // Пригородное овощеводство. – М., 1989. – С. 215-2017.
7. Патрон, П.И. Капуста краснокочанная [Текст] / П.И. Патрон // Интенсивное овощеводство в Молдавии. – Кишинев, 1985. – С. 347-349.
8. Characterization of interspecific hybrids between chinese cabbage (*brassica rapa*) and red cabbage (*brassica oleracea*) [Tekst] / Y. Wei, F. Li, S. Zhang et all. // *Scientia Horticulturae*. – 2019. – №250. – P. 33-37.
9. Musso, Y. S. Smart gelatin films prepared using red cabbage (*brassica oleracea* L.) extracts as solvent [Tekst] / Y. S. Musso, P. R. Salgado, A. N. Mauri // *Food Hydrocolloids*. – 2019. – №89. – P. 674-681.
10. Mineral element composition of cabbage as affected by soil type and phosphorus and zinc fertilisation [Tekst] / P. Pongrac, J. W. McNicol, A. Lilly // *Plant and Soil*. – 2019. – № 434(1-2). – P. 151-165.
11. Fruit and vegetable intake and pre-diabetes [Tekst]: A case-control study / M. Safabakhsh, F. Koohdani, F. Bagheri et all. // *European Journal of Nutrition*. – 2018. – №57(8). – P. 2953-2962.

Reference

1. Bemig, F. Kapusta krasnokochannaya: 600 prakticheskikh sovetov ovoschevodam [Tekst] / F. Bemig. – Minsk, 1994. – 283 p.
2. Bondarenko, G. L. Kapusta krasnokochannaya [Tekst] / G. L. Bondarenko, K. K. Pleshkov // Vse ob ogorode. – Kiev, 2000. – P. 130-131.
3. Vibe, G. I. Kapusta kochannaya [Tekst] / G. I. Vibe // Ovoschevodstvo (perevod s nemeckogo). – M., 2000. – P. 372-381.
4. Mihov, A. Kochannaya kapusta [Tekst] / A. Mihov, M. Alipieva // Prakticheskoe ovoschevodstvo (perevod s bolgarskogo). – M., 1980. – P. 147-154.
5. Morozova, M. S. Kapusta krasnokochannaya [Tekst] / M. S. Morozova, E. V. Pyl'neva // Kapusta. – M., 2007. – P. 86-92.
6. Paptillev, Ya. H. Krasnokochannaya kapusta [Tekst] / Ya. H. Paptillev // Prigorodnoe ovoschevodstvo. – M., 1989. – P. 215-2017.
7. Patron, P. I. Kapusta krasnokochannaya [Tekst] / P. I. Patron // Intensivnoe ovoschevodstvo v Moldavii. – Kishinev, 1985. – P. 347-349.
8. Characterization of interspecific hybrids between chinese cabbage (*brassica rapa*) and red cabbage (*brassica oleracea*) [Tekst] / Y. Wei, F. Li, S. Zhang et all. // *Scientia Horticulturae*. – 2019. – №250. – P. 33-37.
9. Musso, Y. S. Smart gelatin films prepared using red cabbage (*brassica oleracea* L.) extracts as solvent [Tekst] / Y. S. Musso, P. R. Salgado, A. N. Mauri // *Food Hydrocolloids*. – 2019. – №89. – P. 674-681.
10. Mineral element composition of cabbage as affected by soil type and phosphorus and zinc fertilisation [Tekst] / P. Pongrac, J. W. McNicol, A. Lilly // *Plant and Soil*. – 2019. – № 434(1-2). – P. 151-165.
11. Fruit and vegetable intake and pre-diabetes: A case-control study [Tekst] / M. Safabakhsh, F. Koohdani, F. Bagheri et all. // *European Journal of Nutrition*. – 2018. – №57(8). – P. 2953-2962.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАВОДКА НА СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ
ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ****THE STUDY OF INFLUENCE OF FLOOD ON THE CONDITION OF
ICHTHYOLOGIC FAUNA OF THE VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN****Н.В. Тютюма**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**Г.К. Булахтина**, кандидат сельскохозяйственных наук**А.А. Баканева**, младший научный сотрудник**А.С. Эрднеев**, младший научный сотрудник**N.V. Tyutyuma, G.K. Bulahtin, A.A. Bakaneva, A.S. Erdnneev***Федеральное государственное бюджетное научное учреждение**ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук»,
село Солёное Займище, Астраханская область**Federal public scientific institution "Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian
Academy of Sciences", village Solenoye Zaymishche, Astrakhanskaya region*

По результатам многолетнего мониторинга проведен анализ половодий реки Волга за 2014-2017 гг. в условиях зарегулирования стока. Цель исследований – изучить влияние гидрологического режима реки Волга на количественные характеристики популяций рыб при проведении собственных специальных учетных траловых, неводных и сетных съемок. Сбор и обработка ихтиологического материала проводились по методикам И.Ф. Правдина. В результате проведенных исследований было выявлено, что годовой сток последних двух лет превысил предыдущие годы на 23-35 %, а период до зарегулирования – на 5 %. Наиболее маловодным был выделен 2015 год (максимальные расходы воды 16 км³ продолжались 6 дней), а многоводным – 2016 г. (максимальные расходы воды 25 км³ продолжались 25 дней). Это были самые высокие показатели за последнее десятилетие. В 2017 году после выпадения обильного количества осадков был проведен летний паводок – явление на Нижней Волге крайне редкое. По годам исследования из состава практически полностью были исключены наиболее ценные для рыбного хозяйства виды рыб, такие как сазан, сом, амур, а на смену им пришли тугорослые виды, способные существовать в широком диапазоне природных условий окружающей среды и выдерживать их значительные изменения, – плотва, окунь, густера, красноперка.

According to the results of long-term monitoring, an analysis of the floods of the Volga River for 2014-2017 was carried out. in conditions of flow regulation. The purpose of the research is to study the influence of the hydrological regime of the Volga River on the quantitative characteristics of fish populations when conducting their own special survey trawling, non-water and net surveys. The collection and processing of ichthyological material was carried out according to the methods of I.F. Pravdina. As a result of the conducted research, it was revealed that the annual runoff of the last two years exceeded previous years by 23-35%, and the period prior to regulation - by 5%. The most low-water year was allocated in 2015 (the maximum discharge of 16 km³ lasted 6 days), and in the high-water year 2016 (the maximum discharge of 25 km³ lasted 25 days). These were the highest rates in the last decade. In 2017, after a heavy amount of precipitations, a summer flood was carried out - an extremely rare phenomenon on the Lower Volga. Over the years, the most valuable fishery fish species, such as carp, catfish, grass carp, and they have been replaced by corpulent species that can exist in a wide range of natural environmental conditions and withstand their significant changes - roach, perch, white bream, and red fin.

Ключевые слова: *зарегулированный сток, весеннее половодье, летний паводок, сброс, расходы воды.*

Key words: *regulated drain, a spring high water, a summer flood, dumping, water discharges.*

Введение. Исследование Волги началось более двухсот лет назад. Первые данные о состоянии реки находятся в работах знаменитого путешественника и зоолога П.С. Палласа. В этой работе было приведено краткое описание нескольких видов беспозвоночных и рыб, найденных в низовьях Волги и в Северном Каспии [12, 4].

Второй этап исследования (вторая половина XIX века) – время более подробного изучения видового состава ихтиофауны и условий ее обитания такими учеными, как Бэр К.М., Данилевский Н.Я. и др. [7].

Третий этап начался с 1900 года, со времени организации в Саратове первой в Европе речной Волжской биологической станции (сегодня – ГосНИОРХ), приступившей к систематическому исследованию жизни Волги. К 1925 году появляются работы Бенинга А.Л., которые до конца XX века представляли собой единственную справочную литературу по фауне Волги [2, 10].

В настоящее время, несмотря на свою ценность, эти работы устарели в результате того, что река за это время подверглась коренной гидротехнической реконструкции, совершенно изменившей ее облик и режим. По мере реконструкции Волги и образования водохранилищ, исследования всех сторон жизни реки усиливаются, расширяются, в том числе появляются экологические работы по токсикологии и микробиологии в районах крупных ГЭС [6, 13].

Сейчас Волга является наиболее хорошо изученной рекой. Однако обилие и большое разнообразие литературы не может заменить регулярный мониторинг – ценный источник базы данных по ихтиофауне, в связи с изменяющимися экологическими условиями ее обитания.

Особое место в бассейне Волги занимает Волго-Ахтубинская пойма. Это самостоятельная физико-географическая провинция, которая в результате геофизической эволюции сформировалась в уникальную систему, все составные части которой – реки Волга, Ахтуба, озёра и ерики их поймы – неразрывно связаны единым функционированием [8, 5]. Так, пойменные озёра, обладающие большим количеством мелководий, поросших мягкой травянистой растительностью, хорошо прогреваемые, изобилующие разнообразными кормовыми организмами, представляют собой идеальное место для размножения рыб и нагула их молоди [2, 14]. В свою очередь реки Волга и Ахтуба и некоторые ерики, имеющие большое количество глубинных участков, являются своего рода их зимней квартирой. Ихтиофауна – основная составляющая водной экосистемы Волго-Ахтубинской поймы. До реконструкции и усиления антропогенного воздействия в Волге, ее притоках и водоемах поймы было обнаружено 74 вида и подвида рыб. Гидростроительство коренным образом изменило облик реки и условия существования ихтиофауны. Эти изменения повлекли за собой резкий спад воспроизводства рыб [9, 1, 15].

Цель наших исследований – изучить влияние гидрологического режима реки Волга на количественные характеристики популяций рыб при проведении собственных специальных учетных траловых, неводных и сетных съемок.

Материалы и методы. Данные по сбросам воды Волжской ГЭС были взяты в ООО «РусГидро» (<http://www.volges.rushydro.ru>). Мониторинговые исследования водных биологических ресурсов проводились в бассейне реки Волга на участке Черноярского района Астраханской области. В течение вегетационных сезонов проводились учетные сетные и неводные съёмки, приуроченные к важным фазам жизненного цикла рыб. Сбор и обработка ихтиологического материала проводились по методикам И.Ф. Правдина (1966) и «Методическим рекомендациям ГосНИОРХа» (1983).

Результаты и обсуждение. Климат района исследования резко континентальный: жаркое сухое лето сменяется холодной, малоснежной зимой, весна короткая и интенсивно протекающая. Во все сезоны года наблюдается вторжение холодного арктического воздуха с небольшим содержанием влаги.

Среднегодовой расход воды в реке – 7000 м³/с. Скорость течения – 1,1-1,3 м/с, в период весеннего половодья достигает 2,0-2,3 м/с. Расход взвешенных наносов составляет 300 кг/с. Температура воды в реке зависит как от поступления солнечной энергии, так и от скорости течения.

Начало осенних ледовых явлений в среднем приходится на середину декабря. Ледостав на Волге в районе исследования в среднем устанавливается 20-25 января. Средняя продолжительность ледостава – 55 дней, всех ледовых явлений – 95-110 дней, толщина льда – 20-25 см. Начало весеннего ледохода в среднем приходится на 21 марта, средняя продолжительность весеннего ледохода – 9 дней.

Исследования гидрологического режима реки Волга проводились в период с 2014 по 2017 годы, а для сравнения были взяты данные за 1902-1957 годы [11] (рисунок 1).

Можно отметить, что годовой сток последних двух лет превысил предыдущие годы на 23-35 %, а период до зарегулирования – на 5 %. Наиболее маловодным был выделен 2015 год.

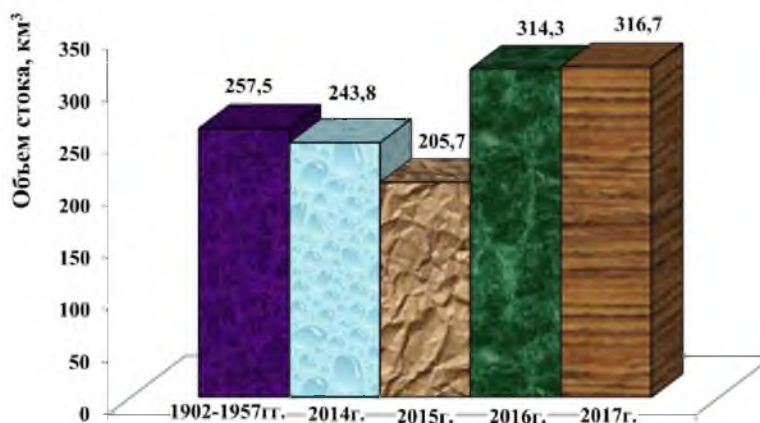


Рисунок 1 – Годовой объем стока (км³) Волжской ГЭС до зарегулирования и в годы исследования

В период исследования рассматривались особенности прохождения весеннего половодья по годам исследования (рисунок 2, таблица 1).

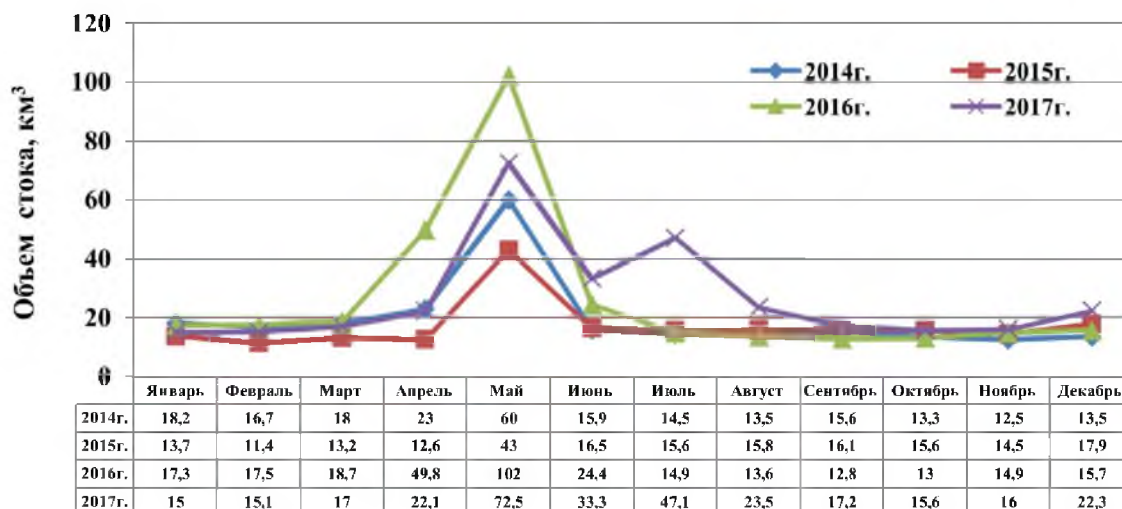


Рисунок 2 – Средние ежемесячные объемы стока (км³) Волжской ГЭС по годам исследования

Таблица 1 – Основные показатели половодья по годам исследования

Год	Период половодья		Мах расход воды, м ³ /с	Период мах расхода воды	
	Дата	Дней		Дата	Дней
2014	24.04-02.06	39	26000	05.05-09.05	5
2015	24.04-03.06	38	16000	09.05-14.05	6
2016	22.04-10.06	50	27000	22.04-16.05	25
2017	28.04-02.06	36	25000	08.05-16.05	9

Анализ показал, что в 2014 году прохождение половодья было стремительным и маловодным. Величина водного стока Волги определяется в основном зимними осадками. Это связано с тем, что большая часть летних осадков, которые превосходят по объёмам зимние, испаряется с поверхности земли. Исходя из этого питание притоками Волги осуществляется в основном зимними осадками во время весеннего половодья.

Однако существуют ситуации, когда засушливый год суммируется с тёплой зимой и нормального развития событий не происходит. Таким примером служит 2014 год, когда из-за значительного снижения уровня грунтовых вод произошел уход воды в период паводка в почву на всей территории водосбора Волги. По той же причине половодье 2015 года оказалось практически незаметным. Наиболее многоводным был выделен 2016 г. Максимальные расходы воды 25 км³ продолжались 25 дней. Это были самые высокие показатели за последнее десятилетие.

В 2017 г. начало половодья пришлось на 28 апреля. Официально завершилось половодье 2 июня и было признано самым коротким за последнюю декаду – 36 дней. Максимальные значения расхода воды приходятся на период 8 – 16 мая. Уровень расхода воды в данный период не опускался ниже 25 км³/с. Последующие обильные осадки на всей площади Волжско-Камского каскада привели к слишком быстрому заполнению водохранилищ на Средней и Верхней Волге, а также на р. Кама. Это, в свою очередь, повлекло за собой дополнительный сброс воды, позволивший залить луга, а также заполнить водоёмы Волго-Ахтубинской поймы. Таким образом, в 2017 году был проведен летний паводок – явление на Нижней Волге крайне редкое (рисунок 3).

Результатом сложившейся ситуации явилось формирование промывного режима ериков, озёр и речек поймы. Однако существовали и отрицательные изменения в виде нарушения пути миграции рыб и создания аномальной ситуации для сельскохозяйственных территорий. Последние были подтоплены или затоплены, что являлось фактором ухудшения урожайности.

До зарегулирования стока реки плотиной Волжской ГЭС участок ее от г. Волгограда до дельты имел большое промысловое значение. Здесь ежегодно добывалось около 12 тысяч тонн рыбы.

На Нижней Волге распространение имеет группа реофильных рыб, так как они приспособлены к жизни в условиях течения. Такие виды, как плотва, щука, уклей, плотва, сазан, язь, а также ряд других видов имеют приспособления, позволяющие особи существовать как в условиях течения, так и в стоячей воде. Линь, красноперка, золотой карась, горчак и другие виды рыбы относятся к лимнофильной группе. Особи видов данной группы задерживаются на малопроточных участках рек, а также на непроточных водоёмах.

Фитофильная группа видов, обитающих на Нижней Волге, выбирает основным местом для нереста свежесалитую луговую и водную растительность. Оттуда ранняя молодь и покатные личинки перебрасываются в русло реки. Постройка Волжской ГЭС изменила весь процесс заливания поймы. Регулирование объёма сбрасываемой воды из Волгоградского хранилища приводит к гибели молоди, личинок и икры некоторых рыб,

вместе с тем осушаются места нереста многих рыб. Нарушено соответствие естественного плавного залиitia поймы столь же плавному повышению температуры воды в реках Волге и Ахтубе.

В годы исследования сложились не вполне благоприятные условия для естественного воспроизводства частиковых видов рыб, так как в преднерестовый и нерестовый период отмечался средний уровень воды и ее низкая температура. В контрольных уловах 2014-2017 гг. зарегистрировано 20 видов частиковых рыб (таблица 2).

Таблица 2 – Видовой состав контрольных уловов водных биоресурсов в 2014-2017 гг.,
ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»

Вид рыбы	ОДУ*, т	Вылов, т			
		2014г.	2015г.	2016г.	2017г.
Щука - <i>Esox lucius</i> L.	0,800	0,136	0,121	0,129	0,141
Плотва - <i>Rutilus rutilus</i> L.	2,100	1,015	0,856	1,115	1,219
Лещ - <i>Abramis brama</i> L.	2,500	0,987	0,941	0,854	1,023
Синец - <i>Ballerus ballerus</i> L.	0,100	0,006	0,004	0,003	0,011
Чехонь - <i>Pelecus cultratus</i> L.	0,800	0,061	0,083	0,053	0,104
Густера - <i>Blicca bjoernna</i> L.	1,500	0,234	0,302	0,648	0,822
Жерех - <i>Aspius aspius</i> L.	0,500	0,004	0,007	0,005	0,010
Язь - <i>Leuciscus idus</i> L.	0,600	0,068	0,103	0,057	0,112
Карась - <i>Carassius carassius</i> L.	3,500	1,341	0,933	1,701	2,055
Сазан - <i>Cyprinus carpio</i> L.	0,500	0,011	0,010	0,007	0,005
Линь - <i>Tinca tinca</i> L.	1,200	0,678	0,125	0,389	0,680
Краснопёрка - <i>Scardinius erythrophthalmus</i> L.	1,400	0,304	0,149	0,228	0,420
Амур - <i>Ctenopharyngodon idella</i>	0,200	0,015	0	0	0
Толстолобик - <i>Hypophthalmichthys</i> V.	0,500	0,032	0,047	0,021	0,012
Судак - <i>Sander lucioperca</i> L.	0,400	0,022	0,016	0,014	0,020
Окунь - <i>Perca fluviatilis</i> L.	2,000	0,315	0,277	0,512	0,854
Берш - <i>Sander volgensis</i> G.	0,100	0,017	0,013	0,008	0,005
Сом - <i>Silurus glanis</i> L.	0,400	0,081	0,044	0	0
Сельдь волжская - <i>Alosa kessleri volgensis</i>	0,200	0,046	0,023	0,015	0,039
Стерлядь - <i>Acipenser ruthenus</i> L.	0,400	0,022	0,034	0	0
Раки - Crustacea	1,200	0,205	0,185	0,203	0,265
Итого	21,000	5,600	4,273	5,962	7,797

* - общий допустимый улов

По результатам исследования нами было отмечено, что по годам снизилось количество наиболее ценных видов, используемых в рыбном промысле. В этот список попали сом, амур и сазан. Их заменили более неприхотливые тугорослые эврибионты: окунь, краснопёрка, плотва, густера. Также наблюдалась вспышка численности серебряного карася.

Было выявлено, что последствия маловодных и стремительных половодий 2014 и 2015 годов выражались ещё и в сокращении мест нереста в пойме, потере большинством озёр поймы значения для рыбного хозяйства в результате резкого обмеления, а также возникновения не только зимних, но и летних заморов вследствие ухудшения аэрации воды.

Заключение. Таким образом, по результатам четырех лет исследования нами было выявлено:

- зарегулирование реки Волга привело к коренным изменениям условий обитания всех видов рыб. Годовой сток последних двух лет превысил предыдущие годы на 23-35 %, а период до зарегулирования – на 5 %. Наиболее маловодным был выделен

2015 год (максимальные расходы воды 16 км^3 продолжались 6 дней), а многоводным – 2016 г. (максимальные расходы воды 25 км^3 продолжались 25 дней). Это были самые высокие показатели за последнее десятилетие;

- снижение плотности рыбного населения вызвано резким сокращением нерестовых и нагульных площадей в результате недостатка воды, сокращения объема паводка и нарушения сроков затопления поймы;

- происходит замена ценных видов рыб на менее прихотливые тугорослые эврибионты.

Библиографический список

1. Минеев, А.К. Неспецифические реакции у рыб из водоемов Средней и Нижней Волги [Текст]/А.К. Минеев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – № 3-7. – С. 2301-2318.
2. Миних, А.В. Ихтиофауна в опорных разрезах средней и верхней перми Восточной Европы. Комплексы и зональная шкала. Статья 1. Бассейн Северной Двины [Текст]/А.В. Миних, М.Г. Миних// Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. – 2018. – Т. 18. – № 3. – С. 184-193.
3. Мязина, Н.Г. Значение подземных пресных вод Волго-Ахтубинской поймы [Текст]/Н.Г.Мязина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 6 (155). – С. 110-114.
4. Особенности пространственного распределения ихтиофауны в верхнем участке волжского плеса Куйбышевского водохранилища [Текст]/ Р.Г. Таиров, Ф.М. Шакирова, А.Э. Калайда и др.// Известия КГТУ. – 2019. – № 52. – С. 60-72.
5. Опыт восстановления деградированных ландшафтов и водных объектов Волго-Ахтубинской поймы: гидрологический аспект [Текст]/ О.В. Филиппов, Д.А. Солодовников, Д.В. Золотарев и др. //Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. – 2012. – № 2 (4). – С. 34-43.
6. Пьянков, С.В. Комплексный подход в исследовании динамики процессов снеготаяния на водосборах рек [Текст]/С.В. Пьянков, Ю.Н. Шавнина, А.Н. Шихов// Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2012. – № 4. – С. 136-145.
7. Разнообразие паразитов рыб бассейна Волги: проблемы изучения и оценки [Текст]/ А.Е. Жохов, М.Н. Пугачева, А.В.Шершнева и др. // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2014. – Т. 23. – № 2. – С. 84-91.
8. Роль лесных насаждений Волго-Ахтубинской поймы в формировании лесоаграрных ландшафтов и их рекреационное использование [Текст]/ В.П. Зволинский, Д.М. Заплавнов, А.А. Кищенко и др.// Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 3 (31). – С. 20-24.
9. Токарева, А.А. Влияние максимальных расходов воды на состояние водного режима Нижней Волги в период половодья [Текст]/ А.А.Токарева, П.И. Бухарицин // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2012. – № 1. – С. 75-77.
10. Чугунова, Ю.К. Современное состояние ихтиофауны и паразитофауны Красноярского водохранилища [Текст]/ Ю.К.Чугунова, А.А. Вышегородцев // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – № 365. – С. 218-222.
11. Шумова, Н.А. Изменение экологически значимых параметров гидрологического режима Нижней Волги при зарегулировании стока [Текст]/ Н.А. Шумова // Аридные экосистемы. – 2014. – Т. 20. – № 3. – С. 33-47.
12. Экосистемный подход к проблеме биоиндикации рек бассейна Средней и Нижней Волги (обзор) [Текст] / Т.Д. Зинченко, В.К. Шитиков, Л.В. Головатюк и др.// Астраханский вестник экологического образования. – 2014. – № 1 (27). – С. 58-67.
13. Drought-driven lake level decline: effects on coarse woody habitat and fishes [Tekst]/ J.W. Gaeta, G.G. Sass, S.R. Carpenter et all. // Fish. Aquat. Sci. – 2014. – №71(2). – P. 315-325.
14. Linking fish population dynamics to habitat conditions: insights from the application of a process-oriented approach to several Great Lakes species[Tekst]/ D. Hayes, M. Jones, N. Lester et all. // Fish Biol. Fish. – 2009. – 19(3). P. 295-312.

15. From natural to degraded rivers and back again: A test of restoration ecology theory and practice [Tekst]/ C.K. Feld, S. Birk, D.C. Bradley et all. //Adv. Ecol. Res. – 2011. –№ 44. – P. 119-209.

Reference

1. Mineev, A. K. Nespecificheskie reakcii u ryb iz vodoemov Srednej i Nizhnej Volgi [Tekst]/A. K. Mineev // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. - 2013. - T. 15. - № 3-7. - P. 2301-2318.

2. Minih, A. V. Ihtiofauna v opornyh razrezah srednej i verhnej permi Vostochnoj Evropy. Kompleksy i zonal'naya shkala. Stat'ya 1. Bassejn Severnoj Dviny [Tekst]/A. V. Minih, M. G. Minih// Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Nauki o Zemle. - 2018. - T. 18. - № 3. - P. 184-193.

3. Myazina, N. G. Znachenie podzemnyh presnyh vod Volgo-Ahtubinskoj pojmy [Tekst]/ N. G. Myazina // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2013. - № 6 (155). - P. 110-114.

4. Osobennosti prostranstvennogo raspredeleniya ihtiofauny v verhnem uchastke volzhskogo plesa Kujbyshevskogo vodohranilisha [Tekst]/ R. G. Tairov, F. M. Shakirova, A. Je. Kalajda i dr.// Izvestiya KGTU. - 2019. - № 52. - P. 60-72.

5. Opyt vosstanovleniya degradirovannyh landshaftov i vodnyh ob'ektov Volgo-Ahtubinskoj pojmy: gidrologicheskij aspekt [Tekst]/ O. V. Filippov, D. A. Solodovnikov, D. V. Zolotarev i dr. // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11: Estestvennye nauki. - 2012. - № 2 (4). - P. 34-43.

6. P'yankov, S. V. Kompleksnyj podhod v issledovanii dinamiki processov snegotayaniya na vodosborah rek [Tekst]/S. V. P'yankov, Yu. N. Shavnina, A. N. Shihov// Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya "Biologiya. Nauki o Zemle". - 2012. - № 4. - P. 136-145.

7. Raznoobrazie parazitov ryb bassejna Volgi: problemy izucheniya i ocenki [Tekst]/ A. E. Zhohov, M. N. Pugacheva, A. V. Shershneva i dr. // Samarskaya Luka: problemy regional'noj i global'noj jekologii. - 2014. - T. 23. - № 2. - P. 84-91.

8. Rol' lesnyh nasazhdenij Volgo-Ahtubinskoj pojmy v formirovanii lesoagrarnyh landshaftov i ih rekreacionnoe ispol'zovanie [Tekst]/ V. P. Zvolinskij, D. M. Zaplavinov, A. A. Kischenko i dr.// Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - № 3 (31). - P. 20-24.

9. Tokareva, A. A. Vliyanie maksimal'nyh raschodov vody na sostoyanie vodnogo rezhima Nizhnej Volgi v period polovod'ya [Tekst]/ A. A. Tokareva, P. I. Buharicin // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. - 2012. - № 1. - P. 75-77.

10. Chugunova, Yu. K. Sovremennoe sostoyanie ihtiofauny i parazitofauny Krasnoyarskogo vodohranilisha [Tekst]/ Yu. K. Chugunova, A. A. Vyshegorodcev // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2012. - № 365. - P. 218-222.

11. Shumova, N. A. Izmenenie jekologicheski znachimyh parametrov gidrologicheskogo rezhima Nizhnej Volgi pri zaregulirovanii stoka [Tekst]/ N. A. Shumova // Aridnye jekosistemy. - 2014. - T. 20. - № 3. - P. 33-47.

12. Jekosistemnyj podhod k probleme bioindikacii rek bassejna Srednej i Nizhnej Volgi (obzor) [Tekst] / T. D. Zinchenko, V. K. Shitikov, L. V. Golovatyuk i dr.// Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovaniya. - 2014. - № 1 (27). - P. 58-67.

13. Drought-driven lake level decline: effects on coarse woody habitat and fishes [Tekst]/ J.W. Gaeta, G.G. Sass, S.R. Carpenter et all. // Fish. Aquat. Sci. – 2014. – №71(2). – P. 315-325.

14. Linking fish population dynamics to habitat conditions: insights from the application of a process-oriented approach to several Great Lakes species [Tekst]/ D. Hayes, M. Jones, N. Lester et all. // Fish Biol. Fish. – 2009. – 19(3). P. 295-312.

15. From natural to degraded rivers and back again: A test of restoration ecology theory and practice [Tekst]/ C.K. Feld, S. Birk, D.C. Bradley et all. //Adv. Ecol. Res. – 2011. –№ 44. – P. 119-209.

E-mail: pniiiaz@mail.ru

**ПОВЫШЕНИЕ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ
У СВИНЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫХ ДОБАВОК****INCREASE OF REPRODUCTIVE FUNCTION IN PIGS
USING BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES**

А.Т. Варакин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
В.В. Саломатин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Д.К. Кулик, кандидат сельскохозяйственных наук
А.А. Ряднов, доктор биологических наук, профессор
Д.А. Злепкин, доктор биологических наук, профессор
Т.А. Ряднова, кандидат биологических наук, доцент

**A.T. Varakin, V.V. Salomatin, D.K. Kulik, A.A. Ryadnov,
D.A. Zlepkin, T.A. Ryadnova**

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Актуальным для науки и практики является использование бишофита волгоградского месторождения и селенорганического препарата «Селенопиран» с целью оптимизации минеральной обеспеченности рационов хряков-производителей. Для контрольной группы хряков-производителей использовали основной рацион; опытной группы – основной рацион, с введением в его состав биологически активных добавок: 8 мл бишофита волгоградского месторождения (на одного хряка в сутки) вместе с «Селенопираном» (0,833 мг/кг комбикорма). По результатам производственного внедрения было выявлено, что в опытной группе хряков был получен более высокий показатель объема эякулята. Он составил в среднем 347 мл, что больше на 32 мл, чем в контроле. Хряки-производители опытной группы имели в среднем концентрацию спермиев в 1 мл спермы – 0,228 млрд, и их активность была 9,5 баллов, что выше, чем в контроле, соответственно на 7,55 % и 10,46 %. Морфологические и биохимические показатели крови у хряков-производителей сравниваемых групп находились в пределах физиологической нормы. Полученной спермой от хряков-производителей из обеих групп осеменяли маточное поголовье (на одного хряка по пять свиноматок). По сравнению с контрольной группой в опытной группе у свиноматок повысились продуктивные качества. Использование в рационе хряков-производителей испытуемых биологически активных добавок позволило существенно повысить экономические показатели производства. В исследованиях было установлено, что введение в рацион для хряков-производителей биологически активных добавок, а именно бишофита волгоградского месторождения вместе с препаратом «Селенопиран», позволяет повысить качество спермопродукции, воспроизводительную функцию животных.

Relevant to science and practice is the use of bischofite of the Volgograd field and the organo-selenium preparation «Selenopyran» in order to optimize the mineral security rations of boars-manufacturers. For the control group of boars, the main ration was used; the experimental group - the main ration, with the introduction of biologically active additives in its composition: 8 ml of bischofite from the Volgograd deposit (per boar per day) together with Selenopyran (0,833 mg / kg feed). According to the results of the production introduction, it was revealed that a higher indicator of the volume of ejaculate was obtained in the experimental group of boars. It averaged 347 ml, which is 32 ml more than in the control. Boars-manufacturers of the experimental group had an average sperm concentration in 1 ml of sperm – 0,228 billion and their activity – 9,5 points, which is higher than in the control, respectively, by 7,55% and 10,46%. The morphological and biochemical blood parameters of the boars-manufacturers of the compared groups were within the physiological norm. The sperm obtained from the boars-manufacturers from both groups inseminated the breeding stock (there are five

sows per boar). Compared with the control group, in the experimental group, the sows increased their productive qualities. Use in the diet of boars-manufacturers of dietary supplements, has significantly improved the economic performance of production. In studies it was found that the introduction of dietary supplements into the diet for boars-manufacturers, namely: the Bishofit of the Volgograd field together with the preparation «Selenopyran», improves the quality of sperm production, the reproductive function of animals.

Ключевые слова: хряки-производители, биологически активные добавки, рационы хряков, воспроизводительные качества хряков, гематологические показатели хряков.

Key words: boars-manufacturers, biologically active additives, diet, reproductive qualities, hematological parameter.

Работа выполнена в рамках научно-исследовательских работ по заказу Департамента научно-технологической политики и образования Минсельхоза России по теме «Теоретическое и практическое обоснование повышения воспроизводительной функции и продуктивных качеств у молодняка свиней и птицы под влиянием ростостимулирующих и стресс-корректорных препаратов»

Введение. Обеспеченность качественного рациона является основой для достижения высоких показателей продуктивности в животноводстве [6, 7, 15].

Это весьма важное условие в кормлении животных находит положительное отражение на показателях их крови [1, 5], воспроизводительных качествах [2].

Экономическая составляющая также играет большую роль при разведении животных [14], организации процесса их кормления [13].

В организации полноценного кормления животных, наряду с другими питательными веществами [9, 10, 11], весьма важное значение имеют минеральные вещества [4].

Научно-обоснованное использование добавок, содержащих минеральные вещества, при балансировании рационов для необходимого содержания в них макро- и микроэлементов является эффективным в животноводстве [3], и в частности в свиноводстве [12].

Поэтому актуальным для науки и практики является использование бишофита волгоградского месторождения с целью оптимизации минеральной обеспеченности рационов хряков-производителей.

В природном бишофите основой служит магния хлорид с дополнительным содержанием в его составе целого ряда жизненно важных минеральных элементов, что дало возможность использовать данный минеральный комплекс как добавку в рационах животных.

Микроэлемент селен относят к жизненно необходимым (биогенным, биотическим) элементам питания для сельскохозяйственных животных. Селен в организме животных находится в относительно малых количествах, по сравнению с рядом других микроэлементов, и поэтому его относят к ультрамикроэлементам. Однако роль селена в жизнедеятельности сельскохозяйственных животных очень велика. При обеспечении животных селеном повышаются интенсивность обменных процессов в их организме и воспроизводительные функции.

В исследованиях отмечен положительный эффект от использования в животноводстве биологически активной добавки, содержащей минеральные вещества, к рациону [8].

Целью проведённых нами исследований являлось изучение воспроизводительной функции у свиней с использованием в рационе хряков-производителей в качестве биологически активных добавок природного бишофита волгоградского месторождения вместе с селеносодержащим препаратом «Селенопиран».

Материалы и методы. Научные исследования (производственное внедрение) выполнялись в ООО «ТопАгро» Волгоградской области. При проведении внедрения использовали метод групп. Сформировали 2 группы хряков-производителей (по десять голов в каждой).

Исследования на хряках-производителях выполнили согласно схеме, приведённой в таблице 1.

Таблица 1 – Схема производственного внедрения на хряках-производителях

Группа хряков	Количество, голов	Продолжительность, дни	Особенности в кормлении
Контроль	10	120	ОР
Опытная	10	120	ОР + бишофит + «Селенопиран»

Суточное количество полнорационного комбикорма, разработанного по нормам ВИЖ, хрякам сравниваемых групп скармливали в два приёма за день. В помещении, где выполнялась научно-исследовательская работа, обеспечивалось поддержание необходимого температурно-влажностного режима.

Селенорганический препарат «Селенопиран» является оранжевым жирорастворимым порошком и содержит 24 % микроэлемента селена.

Результаты. Для контрольной группы хряков-производителей использовали основной рацион; опытной группы – основной рацион, с введением в его состав биологически активных добавок, а именно 8 мл бишофита волгоградского месторождения (на одного хряка в сутки) вместе с «Селенопираном» (0,833 мг/кг комбикорма). Эта дозировку бишофита для хряков-производителей установили на основе выполненного ранее эксперимента.

На основе полученных результатов внедрения установили, что под влиянием использования в дополнение к рациону биологически активных добавок, а именно природного бишофита и «Селенопирана», улучшились количественные и качественные характеристики спермы хряков-производителей.

В результате в опытной группе хряков был получен более высокий показатель объёма эякулята. Он составил в среднем 347 мл, что больше на 32 мл, чем в контроле.

Хряки-производители опытной группы имели в среднем концентрацию спермиев в 1 мл спермы – 0,228 млрд, и их активность была 9,5 баллов, что выше, чем в контроле, соответственно на 7,55 % и 10,46 %.

В то же время использование в качестве биологически активных добавок: бишофита и «Селенопирана» не оказало отрицательного влияния на показатели крови хряков-производителей. По данным исследований, морфологический и биохимический состав крови хряков сравниваемых групп был в норме. Однако в исследованиях было отмечено повышение в опытной группе у хряков в цельной крови показателей эритроцитов и гемоглобина, в сыворотке крови – общего белка, в сравнении с контролем. Это положительно характеризует гематологические показатели у хряков-производителей опытной группы, дающие отражение об уровне протекания окислительно-восстановительных процессов в их организме.

Полученной от хряков-производителей спермой из обеих групп осеменяли маточное поголовье (на одного хряка по пять свиноматок). Свиноматки обеих групп в продолжение научно-исследовательской работы были в одинаковых условиях содержания и ухода.

В результате было выявлено, что по количеству поросят к отъёму в возрасте 24 дней, в сравнении с животными контрольной группы (10,7 голов), в опытной группе у маточного поголовья в среднем изучаемый показатель был больше на 0,9 голов.

Преимущество в опытной группе по живой массе поросят при рождении было на 0,09 кг и при отъёме от свиноматок – на 0,43 кг, в сравнении с контролем (соответственно 1,34 и 6,16 кг).

Оценка экономической эффективности, выполненная по завершении исследований, показала, что введение в рацион хряков-производителей бишофита и «Селенопирана» позволило существенно улучшить экономические показатели производства.

Внедрение научно-исследовательской работы было произведено в ООО «ТопАгро» Волгоградской области.

Обсуждение. Ряд исследователей в своих работах отмечает положительное влияние использования в рационе минеральных добавок на обмен веществ в организме животных [3] и их продуктивные качества [4]. Научно-обоснованное использование добавок минеральных веществ также положительно отражается на показателях крови у животных [1], их воспроизводительной функции [3]. Исследователями отмечается положительный эффект от использования в животноводстве биологически активной добавки к рациону [8]. В наших исследованиях введение в полнорационный комбикорм биологически активных добавок, а именно бишофита волгоградского месторождения (8 мл на одного хряка в сутки) вместе с «Селенопираном» (0,833 мг/кг комбикорма), повышает полноценность кормления хряков-производителей, что обеспечивает улучшение воспроизводительной функции у хряков и положительно влияет на гематологические показатели, характеризующие уровень окислительно-восстановительных процессов в организме животных. При осеменении свиноматок спермой хряков-производителей, получавших в дополнение к рациону данные биологически активные добавки, повысились их продуктивные показатели.

Заключение. Включение бишофита волгоградского месторождения вместе с селенорганическим препаратом «Селенопиран» в состав комбикорма для хряков-производителей позволяет повысить их воспроизводительную функцию, а использование спермы от данных хряков улучшает продуктивные качества маточного поголовья.

Библиографический список

1. Батанов, С.Д. Влияние минеральной добавки «Стимул» на биохимические показатели крови [Текст]/ С.Д. Батанов, Г.Ю. Березкина, В.В. Килин // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2014. – Т. 220. – С. 38-42.
2. Батанов, С.Д. Природные сорбенты и их влияние на воспроизводительные качества коров [Текст]/ С.Д. Батанов, Г.Ю. Березкина, В.В. Килин // Известия Горского ГАУ. – 2015. – Т. 51. – № 2. – С. 51-53.
3. Злепкин, А.Ф. Биохимические показатели крови, характеризующие белковый обмен у цыплят-бройлеров при введении в рацион селенсодержащих препаратов [Текст] / А.Ф. Злепкин, В.В. Саломатин, В.О. Паршкова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 3 (51). – С. 242-246.
4. Ломаева, А.А. Использование органической хромкомпенсирующей добавки в рационах коров [Текст]/ А.А. Ломаева, Е.М. Кислякова, А.Б. Москвичева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 11. – № 2. – С. 25-28.
5. Медведев, А.Ю. Кормовое поведение и показатели крови бычков при сезонном и однотипном кормлении [Текст]/ А.Ю. Медведев // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 5. – С. 34-36.
6. Медведев, А.Ю. Эффективность разных типов рационов бычков при круглогодичном использовании консервированных кормов [Текст]/ А.Ю. Медведев // Ветеринария и кормление. – 2014. – № 4. – С. 14-15.
7. Медведев, А.Ю. Эффективность фазового кормления бычков при круглогодичном скармливании консервированных кормов [Текст]/ А.Ю. Медведев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – Вып. 1. – С. 157-160.

8. Николаев, С.И. Влияние БАД «Эльтон» на желудочно-кишечный тракт молодок кур [Текст] / С.И. Николаев, А.А. Тарушкин, А.Г. Тюбина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 3 (51). – С. 251-258.

9. Показатели продуктивности свиней при применении препарата Вэрва [Текст]/ А.В. Филатов, Н.А. Шемуранова, Т.В. Хуршайнен, А.В. Кучин // Вестник ветеринарии. – 2014. – № 69 (2). – С. 81-85.

10. Физиологические показатели и резистентность организма баранчиков при скармлировании гранулированных экструдированных комбикормов-концентратов [Текст]/ Н.Г. Чамурлиев, А.С. Филатов, А.С. Шперов и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 3 (51). – С. 247-251.

11. Шемуранова, Н.А. Откормочные и мясные качества свиней при использовании пихтового экстракта Вэрва [Текст]/ Н.А. Шемуранова, А.В. Филатов, А.Ф. Сапожников // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 3. – С. 56-60.

12. Шемуранова, Н.А. Эффективность применения препарата Вэрва свиньям на доращивании [Текст]/ Н.А. Шемуранова, А.В. Филатов // Вестник ветеринарии. – 2014. – № 71 (4). – С. 53-58.

13. Эффективность производства молока с использованием льняного и рапсового жмыхов [Текст] / А.Т. Варакин, В.В. Саломатин, Е.А. Харламова и др. // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – Вып. 3. – С. 30-34.

14. Duration Of Economic Use Of Breeding Sows With The Different Levels Of Fat Depth And Early Maturity / A.M. Uhtverov, Kh.B. Baymishev, I.N. Khakimov, M.A. Kohanov, V.S. Grigoryev, A.T. Varakin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - № 9 (5). - P. 935- 942.

15. False Flax Cakein Mixed Feed For The Fattening Of Lactating Cows And Dairy Stores / V.S. Zoteev, E.I. Pisarev, S.I. Nikolaev, V.V. Salomatina, A.T. Varakin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - № 9 (5). - P. 1422-1428.

Reference

1. Batanov, S. D. Vliyanie mineral'noj dobavki "Stimul" na biohimicheskie pokazateli krovi [Текст] / S. D. Batanov, G. Yu. Berezkina, V. V. Kilin // Uchjonye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. Je. Baumana. - 2014. - T. 220. - P. 38-42.

2. Batanov, S. D. Prirodnye sorbenty i ih vliyanie na vosproizvoditel'nye kachestva korov [Текст]/ S. D. Batanov, G. Yu. Berezkina, V. V. Kilin // Izvestiya Gorskogo GAU. - 2015. - T. 51. - № 2. - P. 51-53.

3. Zlepkin, A. F. Biohimicheskie pokazateli krovi, harakterizuyuschie belkovyj obmen u cyplyat-brojlerov pri vvedenii v racion selenosoderzhaschih preparatov [Текст] / A. F. Zlepkin, V. V. Salomatina, V. O. Parshkova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - № 3 (51). - P. 242-246.

4. Lomaeva, A. A. Ispol'zovanie organicheskoy hromkompensiruyushej dobavki v racionah korov [Текст]/ A. A. Lomaeva, E. M. Kislyakova, A. B. Moskvicheva // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2016. - T. 11. - № 2. - P. 25-28.

5. Medvedev, A. Yu. Kormovoe povedenie i pokazateli krovi bychkov pri sezonnom i odnotipnom kormlenii [Текст]/ A. Yu. Medvedev // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. - 2014. - № 5. - P. 34-36.

6. Medvedev, A. Yu. Jefferktivnost' raznyh tipov racionov bychkov pri kruglogodovom ispol'zovanii konservirovannyh kormov [Текст]/ A. Yu. Medvedev // Veterinariya i kormlenie. - 2014. - № 4. - P. 14-15.

7. Medvedev, A. Yu. Jefferktivnost' fazovogo kormleniya bychkov pri kruglogodichnom skarmlivanii konservirovannyh kormov [Текст]/ A. Yu. Medvedev // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2015. - Vyp. 1. - P. 157-160.

8. Nikolaev, S. I. Vliyanie BAD "Jel'ton" na zheludochno-kishechnyj trakt molodok kur [Tekst]/ S. I. Nikolaev, A. A. Tarushkin, A. G. Tyubina // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - № 3 (51). - P. 251-258.
9. Pokazateli produktivnosti svinej pri primenenii preparata Vjerva [Tekst]/ A. V. Filatov, N. A. Shemuranova, T. V. Hurshkajnen, A. V. Kuchin // Vestnik veterinarii. - 2014. - № 69 (2). - P. 81-85.
10. Fiziologicheskie pokazateli i rezistentnost' organizma baranchikov pri skarmlivanii granulirovannyh jekstrudirovannyh kombikormov-koncentratov [Tekst]/ N. G. Chamurlijev, A. S. Filatov, A. S. Shperov i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - № 3 (51). - P. 247-251.
11. Shemuranova, N. A. Otkormochnye i myasnye kachestva svinej pri ispol'zovanii pihtovogo jekstrakta Vjerva [Tekst]/ N. A. Shemuranova, A. V. Filatov, A. F. Sapozhnikov // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. - 2016. - № 3. - P. 56-60.
12. Shemuranova, N. A. Jeffektivnost' primeneniya preparata Vjerva svin'yam na doraschivanii [Tekst]/ N. A. Shemuranova, A. V. Filatov // Vestnik veterinarii. - 2014. - № 71 (4). - P. 53-58.
13. Jeffektivnost' proizvodstva moloka s ispol'zovaniem l'nyanogo i rapsovogo zhmyhov [Tekst] / A. T. Varakin, V. V. Salomatin, E. A. Harlamova i dr. // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2018. - Vyp. 3. - P. 30-34.
14. Duration Of Economic Use Of Breeding Sows With The Different Levels Of Fat Depth And Early Maturity / A.M. Uhtverov, Kh.B. Baymishev, I.N. Khakimov, M.A. Kohanov, V.S. Grigoryev, A.T. Varakin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - № 9 (5). - P. 935- 942.
15. False Flax Cakein Mixed Feed For The Fattening Of Lactating Cows And Dairy Stores / V.S. Zoteev, E.I. Pisarev, S.I. Nikolaev, V.V. Salomatin, A.T. Varakin // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - № 9 (5). - P. 1422-1428.

E-mail: zootexnia@mail.ru

УДК 636.2.033

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-23

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ УБОЯ БЫЧКОВ КАЗАХСКОЙ БЕЛОГОЛОВОЙ ПОРОДЫ НА ВЫХОД И КАЧЕСТВО МЯСНОГО СЫРЬЯ

THE EFFECT OF THE TERMS OF THE KILLS OF KAZAKH WHITE-GOLF BUCKETS ON THE EXIT AND QUALITY OF MEAT RAW MATERIALS

А.В. Ранделин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

А.А. Кайдулина, кандидат сельскохозяйственных наук

Т.Н. Бармина, старший научный сотрудник

С.А. Суркова, старший научный сотрудник

A.B. Randelin, A.A. Kaidulina, T.N. Barmina, S.A. Surkova

*ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт
производства и переработки мясомолочной продукции», г. Волгоград*

*Federal State Budget Scientific Institution "Volga Research Institute
Production and Processing of Meat and Dairy products"*

Изложен материал экспериментальных исследований по изучению влияния убоя бычков казахской белоголовой породы на выход мясной продукции и ее качественные показатели возраста в условиях промышленного комплекса. Было установлено, что бычки в период с 10- до 19-месячного возраста имели относительно высокий среднесуточный прирост живой массы (1166,0...1316,0 г). При этом до 13-месячного возраста просматривалась тенденция его повышения, а затем снижения. Результаты контрольного убоя показали, что масса туш бычков, убитых в возрасте 17, 18 и 19 месяцев, была больше, чем у особей, убитых в 16-месячном возрасте, на 5,71; 13,89 и 20,64 %. Выход их туш был выше соответственно на 0,30; 0,90 и 1,20 %. Масса мякоти в тушах у бычков, убитых в 17-, 18- и 19-месячном возрасте, была больше, чем в 16, на

6,83; 16,25 и 23,09 %. При этом в мякоти туш молодняка, убитого в возрасте 17, 18 и 19 месяцев, было синтезировано сухого вещества больше, чем у особей, убитых в 16-месячном возрасте, на 9,03; 20,49 и 30,51 %, протеина – на 4,29; 11,94 и 16,87 %, жира – на 16,94; 34,92 и 53,80 %. Прибыль при реализации мясного сырья, полученного от бычков, убитых в более позднем возрасте, была выше соответственно на 983; 2632 и 4242 рубля и уровень рентабельности – выше на 1,5; 6,8 и 11,3 %.

The article presents the material of experimental studies on the effect on the yield of meat products and its qualitative indicators of the age of slaughter of bulls of the Kazakh white-headed breed in the conditions of the industrial complex. It was found that the bull-calves in the period from 10 to 19 months of age had a relatively high average daily gain in live weight (1166.0-1316.0 g). At the same time, up to the age of 13 months, there was a tendency to increase and then decrease. The results of the control slaughter showed that the mass of carcasses of bulls killed at the age of 17.18 and 19 months was greater than that of the individuals killed at 16 months of age, at 5.71; 13.89 and 20.64%. The output of their carcasses was higher, re-spectively, by 0.30; 0.90 and 1.20%. The mass of pulp in the carcasses of the bulls killed at 17, 18 and 19 months of age was more than 16, by 6.83; 16.25 and 23.09%. At the same time, in the pulp of carcasses of young stock, killed at the age of 17, 18 and 19 months, dry matter was synthesized more than in individuals killed at 16 months of age, at 9.03; 20.49 and 30.51%, of protein - by 4.29; 11.94 and 16.87%, fat - by 16.94; 34.92 and 53.80%. The profit from the sale of raw meat obtained from the bulls killed at a later age was higher, respectively, by 983; 2632 and 4242 rubles and the level of profitability is higher by 1.5; 6.8 and 11.3%.

Ключевые слова: бычки, живая масса бычков, сроки убоя бычков, мясная продуктивность бычков, качественные показатели говядины.

Key words: bull-calves, live weight, timing of slaughter, meat productivity, quality indicators of beef

Введение. Мясо и мясные продукты являются неотъемлемой частью ежедневного рациона человека. Поэтому на сегодняшний день одной из первоочередных задач для АПК страны является максимальное обеспечение населения в достаточном количестве качественной мясной продукцией.

Увеличение объемов производства говядины, по мнению ряда исследователей, возможно путем увеличения численности поголовья, повышения его генетического потенциала мясной продуктивности и оптимизации сроков убоя молодняка на мясо [7, 2, 3].

В работах отдельных исследователей отмечается, что наиболее выгодно убивать скот в раннем возрасте (15...16 месяцев), так как в этот период наблюдается наиболее высокая интенсивность его роста, увеличение живой массы за счет мышечных волокон, а также ускоряется оборот стада [1, 8]. Однако в работах других исследователей [4, 6] отмечается повышение убойного выхода, выхода мякоти в тушах у животных при убое в более поздние сроки.

Целью наших исследований являлось изучение мясной продуктивности молодняка казахской белоголовой породы в возрастные периоды 16, 17, 18 и 19 месяцев и установление наиболее оптимальных сроков его убоя.

Материалы и методы. Объектом исследования были бычки казахской белоголовой породы с момента постановки их на откорм в возрасте 10 месяцев со средней живой массой 310 кг и до завершения откорма в возрасте 19 месяцев, а также туши животных, полученные в результате контрольных убоев в период 16, 17, 18, 19 месяцев.

Исследования проводились в ОАО «Шуруповское» Фроловского района Волгоградской области. Подопытные бычки находились на интенсивном откорме на привязи в типовом откормочном комплексе. Все процессы (кормление, поение,

уборка навоза) на комплексе механизированы. Подопытное поголовье взвешивалось на специальных весах в период постановки на откорм ежемесячно в течение откорма и перед отправкой на мясокомбинат. Перед контрольным убоем по каждому животному фиксировалась съёмная и предубойная живая масса, оценивалась упитанность. Контрольный убой бычков проводили по методике ВНИИМС (1984). По результатам контрольного убоя (по три головы бычков в разные возрастные периоды) изучали мясную продуктивность, массу парной туши, убойную массу и убойный выход, массу внутреннего жира-сырца.

Для изучения морфологического состава была произведена разделка правых полутуш на отруба согласно ГОСТ Р 52601 – 2006. Химический и биохимический состав мяса изучали в средней пробе мякоти и длиннейшего мускула спины по методике ВНИИМС (1984).

В статистическую обработку включены материалы собственных исследований. Полученные экспериментальные данные были подвергнуты обработке статистико-математическими методами с использованием ПК, программ Microsoft Office и Microsoft Excel и определением критерия достоверности разницы по Стьюденту-Фишеру при трех уровнях вероятности.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований показали, что на протяжении всего периода откорма рост бычков был интенсивным (таблица 1).

Таблица 1 – Интенсивность роста подопытного молодняка (n=30)

Возраст, мес.	Динамика живой массы, кг	Возрастной период, мес.	Прирост живой массы	
			абсолютный, кг	среднесуточный, г
10	310,0±0,56	–	–	–
11	345,0±0,56	10-11	35,0±0,40	1166,0±0,65
12	385,1±0,57	11-12	40,0±0,45	1290,0±1,91
13	424,5±0,55	12-13	39,5±0,31	1316,0±0,54
14	465,0±0,56	13-14	40,5±0,31	1306,0±0,54
15	504,0±0,57	14-15	39,0±0,45	1300,0±0,42
16	544,0±0,51	15-16	40,0±0,39	1290,0±0,82
17	583,0±0,51	16-17	39,0±0,39	1300,0±0,82
18	622,0±0,53	17-18	39,0±0,40	1258,0±0,80
19	659,0±0,51	18-19	37,0±0,39	1193,5±0,82

В первые месяцы откорма (11, 12, 13 мес.) отмечено повышение среднесуточного прироста. Наивысший среднесуточный прирост (1316,0 г) был установлен в период 12...13 месяцев. В следующие месяцы откорма 14...19 мес. отмечена незначительная тенденция снижения среднесуточного прироста. Однако он оставался довольно высоким и составлял 1306,0...1193,5 г. В возрасте 16 месяцев, в период первого убоя, живая масса подопытных бычков составляла 454 кг. При визуальной оценке все подопытные бычки получили категорию наивысшей упитанности. Последующие контрольные убои подопытных бычков были проведены в возрасте 17, 18 и 19 месяцев (таблица 2).

Исследования показали, что у подопытных бычков, убитых во все изучаемые возрастные периоды, туши были хорошо сформированы. Масса туш бычков по мере возрастания возраста их убоя увеличивалась от начального (16 мес.) на 5,71 % (P>0,95); 13,89 % (P>0,999); 20,64 % (P>0,999). Одновременно повышался и выход туш соответственно на 0,30; 0,90 и 1,20 %. По мере увеличения возраста убоя молодняка наблюдалось повышение количества внутреннего сала, соответственно на 15,08 % (P>0,99); 21,43 % (P>0,999) и 48,41 %, а его выхода – на 0,2; 0,2 и 0,6 %.

Таблица 2 – Результаты контрольного убоя

Показатель	Возраст бычков			
	16 мес.	17 мес.	18 мес.	19 мес.
Масса до транспортировки, кг	544,0±0,51	585,7±6,44	622,0±4,51	659,3±5,43
Предубойная масса, кг	523,6±3,30	550,9±6,25	586,6±4,41	617,6±4,66
Снижение массы при транспортировке, кг	20,4±3,81	35,3±0,88	353±0,88	41,7±1,42
Масса туши, кг	292,2±0,35	308,9±3,60	332,8±2,36	352,5±8,47
%	55,8±3,87	56,1±0,07	56,7±0,12	57,0±0,03
Масса внутренней жировой ткани, кг	12,6±3,09	14,5±0,39	15,3±0,44	18,7±2,73
%	2,4±0,30	2,6±0,03	2,6±0,06	3,0±0,47
Убойная масса, кг	304,8±0,33	323,4±3,92	348,1±2,64	371,2±8,19
%	58,2±1,32	58,7±0,06	59,3±0,09	60,1±0,44
Масса туши после охлаждения, кг	288,0±3,65	304,4±3,71	328,1±2,12	347,3±8,17
Масса мякоти, кг	242,5±9,05	259,2±3,92	281,9±2,36	298,5±6,45
%	84,2±0,02	85,1±0,29	85,9±0,39	86,0±0,52
Масса костей, кг	38,6±2,39	40,2±0,61	39,9±1,59	42,1±2,19
%	13,4±2,17	13,2±0,35	12,2±0,47	12,1±0,45
Индекс мясности, %	6,28±3,85	6,5±0,20	7,1±0,32	7,1±0,33

Масса наиболее ценного компонента туши – мякоти, также имела тенденцию к увеличению с повышением возраста бычков. Так, масса мякоти у бычков, убитых в возрасте 17, 18 и 19 месяцев, была больше, чем у особей, убитых в 16 месячном возрасте, на 6,89 % ($P>0,99$); 16,25 % ($P>0,999$) и 23,09 % ($P>0,999$), а выход ее повысился на 0,9; 1,7 и 1,8 %.

О формировании мясности туши, как правило, судят по показателю индекса мясности. Индекс мясности туш также имел положительную динамику и повысился у бычков, убитых в возрасте 19 месяцев, в сравнении с особями, убитыми в возрасте 16 месяцев, на 0,82.

Таким образом, у бычков, убитых в более позднем возрасте, повысились не только абсолютные показатели массы туш, жира-сырца и мякоти, но и относительные, что позволяет сделать вывод о преимуществе убоя бычков в более позднем возрасте. В наших исследованиях этот возраст составляет 18...19 месяцев.

В последние годы высокие требования потребителями предъявляются к качеству говядины (таблица 3).

Таблица 3 – Химический состав средней пробы мяса
и выход питательных веществ в туше, %

Содержание компонентов мяса	Возраст животных, мес.			
	16	17	18	19
Средняя проба				
Сухого вещества, %	30,37±0,26	30,98±0,32	31,48±0,28	32,20±0,23
белка	18,65±0,19	18,20±0,23	17,96±0,11	17,71±0,08
жира	10,83±1,18	11,85±0,11	12,57±0,09	13,53±0,06
зола	0,89±0,01	0,93±0,01	0,95±0,01	0,96±0,01
Выход питательных веществ				
Сухого вещества, %	73,65±0,41	80,30±0,36	88,74±0,44	96,12±0,31
белка	45,23±0,37	47,17±0,29	50,63±0,41	52,86±0,26
жира	26,26±0,25	30,71±0,23	35,43±0,35	40,39±0,20

Результаты анализов показали, что в мясе молодняка наблюдалось повышение содержания сухого вещества по мере увеличения возраста убоя. Так, в средней пробе мякоти туш у бычков, убитых в возрасте 17, 18 и 19 месяцев, сухого вещества содержа-

лось больше, чем у особей, убитых в 16-месячном возрасте, соответственно на 0,61; 1,11 ($P>0,95$) и 1,83 % ($P>0,99$), жира – больше на 1,02 ($P>0,95$); 1,74 ($P>0,99$) и 2,70 % ($P>0,999$), в то время как белка в их мясе содержалось меньше соответственно на 0,45; 0,69 ($P>0,95$) и 0,94 % ($P>0,999$).

В связи с более значительной массой мякоти и более высоким содержанием в ней сухого вещества и жира в тушах бычков, убитых в возрасте 17, 18 и 19 месяцев, выход питательных веществ был значительно больше, чем у особей, убитых в 16-месячном возрасте. Так, в мякоти туш бычков, убитых в возрасте 17, 18 и 19 месяцев, содержалось сухого вещества больше, чем в возрасте 16 месяцев на 9,03 % ($P>0,999$); 20,49 % ($P>0,999$) и 30,51 % ($P>0,999$), белка – на 4,29 % ($P>0,99$); 11,94 % ($P>0,999$) и 16,87 % ($P>0,999$), жира – на 16,94 % ($P>0,999$); 34,92 % ($P>0,999$) и 53,80 % ($P>0,999$).

Расчеты показали, что по мере увеличения возраста убоя бычков увеличивалась прибыль от реализации продукции соответственно на 983; 2632 и 4242 руб. и повышался уровень рентабельности производства на 1,8; 6,8 и 11,3 % (таблица 4).

Таблица 4 – Экономическая эффективность убоя бычков
в разные возрастные периоды

Показатели	Возраст бычков, мес.			
	16	17	18	19
Валовый прирост, кг	234,0	273,0	312,0	349,0
Затраты на производство говядины, руб.	16505	19032	20893	22613
Показатели себестоимость 1 кг мяса, руб.	70,53	69,71	66,96	64,79
Выручка, руб.	21060	24570	28080	31410
Сумма прибыль, руб.	4555	5538	7187	8797
Рентабельность, %	27,6	29,1	34,4	38,9

Заключение. Таким образом, убой бычков казахской белоголовой породы при интенсивном уровне выращивания наиболее эффективно проводить в возрасте 18...19 месяцев.

Библиографический список

1. Горлов, И.Ф. Эффективность выращивания на мясо бычков специализированных мясных пород [Текст] / И.Ф. Горлов, Д.А. Ранделин, А.К. Натиров // Вестник Калмыцкого университета. – 2013. – № 3 (19). – С. 14-20.
2. Закономерность роста и мясная продуктивность бычков калмыцкой породы разных генеалогических линий [Текст] / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, Б.К. Болаев и др. // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 5. – С. 65-68.
3. Качественные показатели говядины, полученной от бычков разных пород [Текст] / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, О.А. Суторма и др. // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 2(98). – С. 100-106.
4. Качественные показатели мяса подопытных бычков казахской белоголовой породы разных генотипов [Текст] / И.Ф. Горлов, А.Н. Сивко, О.А. Суторма и др. // Известия Нижне-волжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №4(40). – С. 87-92.
5. Научно обоснованные технологии производства конкурентоспособной говядины [Текст]: монография / И.Ф. Горлов, А.И. Беляев, А.Н. Струк и др. – Москва-Волгоград: Вестник РАСХН, 2009. – 274 с.
6. Новые подходы к производству говядины на основе современных биоинженерных технологий [Текст]: монография / И.Ф. Горлов, В.И. Левахин, Д.А. Ранделин и др. – Элиста: Калмыцкий ГУ, 2015. – 250 с.
7. Повышение продуктивного потенциала скота казахской белоголовой породы на основе оптимизации генетических и паратипических факторов [Текст]: монография / В.И. Левахин, Х.А. Амерханов, В.В. Калашников и др. – Москва: Вестник РАСХН, 2013. – 340 с.

8. Ранделин, Д.А. Научно-практическое обоснование производства конкурентоспособной говядины на основе оптимизации использования породных ресурсов мясного скота [Текст]: автореф. диссертации д-ра биол. наук по специальности 06.02.10 / Д.А. Ранделин. – Волгоград, 2013. – 49 с.

Reference

1. Gorlov, I. F. Jefferktivnost' vyraschivaniya na myaso bychkov specializirovannyh myasnyh porod [Tekst] / I. F. Gorlov, D. A. Randelin, A. K. Natyrov // Vestnik Kalmyckogo universiteta. - 2013. - № 3 (19). - P. 14-20.

2. Zakonomernost' rosta i myasnaya produktivnost' bychkov kalmyckoj porody raznyh genealogicheskikh linij [Tekst] / I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina, B. K. Bolaev i dr. // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. - 2017. - № 5. - P. 65-68.

3. Kachestvennye pokazateli govyadiny, poluchennoj ot bychkov raznyh porod [Tekst] / I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina, O. A. Sutorma i dr. // Vestnik myasnogo skotovodstva. - 2017. - № 2(98). - P. 100-106.

4. Kachestvennye pokazateli myasa podopytnyh bychkov kazahskoj belogolovoj porody raznyh genotipov [Tekst] / I. F. Gorlov, A. N. Sivko, O. A. Sutorma i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - №4(40). - P. 87-92.

5. Nauchno obosnovannye tehnologii proizvodstva konkurentosposobnoj govyadiny [Tekst]: monografiya / I. F. Gorlov, A. I. Belyaev, A. N. Struk i dr. - Moskva-Volgograd: Vestnik RASXN, 2009. - 274 p.

6. Novye podhody k proizvodstvu govyadiny na osnove sovremennyh bioinzhenernyh tehnologij [Tekst]: monografiya / I. F. Gorlov, V. I. Levahin, D. A. Randelin i dr. - }lista: Kalmyckij GU, 2015. - 250 p.

7. Povyshenie produktivnogo potentsiala skota kazahskoj belogolovoj porody na osnove optimizacii geneticheskikh i paratipicheskikh faktorov [Tekst]: monografiya / V. I. Levahin, H. A. Amerhanov, V. V. Kalashnikov i dr. - Moskva: Vestnik RASXN, 2013. - 340 p.

8. Randelin, D. A. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie proizvodstva konkurentosposobnoj govyadiny na osnove optimizacii ispol'zovaniya porodnyh resursov myasnogo skota [Tekst]: avtoref. dissertacii d-ra biol. nauk po special'nosti 06.02.10 / D. A. Randelin. - Volgograd, 2013. - 49 p.

E-mail: niimmp@mail.ru

УДК 619:618.14:636.7

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-24

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МЕТРОПАТИЙ У СУК ПРИ РАЗНЫХ ФОРМАХ КЛИНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ DIFFERENTIAL DIAGNOSTIC X-RAY SIGNS OF METROPATIES IN DOGS (FEMALES) WITH DIFFERENT FORMS OF THE CLINICAL COURSE

А.А. Болдарев, доцент, кандидат ветеринарных наук

A.A. Boldarev

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Превалирующую роль в качестве дополнительных методов диагностики имеет рентгенография, но объективные данные, отражающие дифференциально-диагностические рентгенологические признаки метропатий, изучены недостаточно, не определена их значимость в верификации диагноза. При проведении рентгенологических исследований сук, больных пиометрой, мы использовали экраны РЕНЕКС-В2 с параметрами 80 кВ и дозой излучения 0,35. Для крупных пород собак выставляли экспозицию 80 мАс, не выше. При избыточной массе животного мы применяли экраны РЕНЕКС-Г3 - (люминофор-оксисульфид гадолия) с пленкой зе-

ленной чувствительности КОДАК МХ G. Нами учитывались следующие дифференциально-диагностические рентгенологические признаки: серозная дегенерация органов брюшной полости, законтурные тени матки, структура миометрия, свободная жидкость брюшной полости, размеры матки. При этом нами учитывалась форма клинического течения и степень выраженности клинической симптоматики: легкая, средняя и тяжелая формы течения пиометры. Первостепенным дифференциально-диагностическим рентгенологическим признаком метропатии у сук является серозная детализация органов брюшной полости, увеличение матки с контрастированием петель, которые аналогичны размерам печени или сердца в каудо-брюшном направлении. В рентгенологической диагностической метропатии, для крупных пород собак, мы рекомендуем выставить экспозицию 80 мАС, РЕНЕКС-B2 с пленкой зеленой чувствительности КОДАК МХ G, а для животных с избыточным весом – РЕНЕКС-Г3.

The prevailing role as additional diagnostic methods is radiography, but the objective data reflecting the differential diagnostic x-ray signs of metropathy have not been studied sufficiently and their significance in verifying the diagnosis has not been determined. When conducting x-ray studies of females of patients with pyometra, we used RENEX-B2 screens with parameters of 80 kV and a radiation dose of 0.35. For large breeds of dogs, the exposure was 80 mAs, not higher. With an overweight animal, we used RENEX-G3 screens - (gadolinium phosphor oxysulfide) with a green sensitivity film KODAK MX G. We took into account the following differential diagnostic x-ray signs: serous degeneration of the abdominal organs, curved shadow of the uterus, myometrium structure, free abdominal fluid cavity, and the size of the uterus. In this case, we took into account the form of the clinical course and the severity of clinical symptoms, such as the mild form of the course of pyometra, medium and severe. The primary differential diagnostic X-ray sign of metropathy in females is serous detailing of the abdominal organs, enlarged uterus with contrastive loops, which are similar to the size of the liver or heart in the caudone-abdominal direction. In X-ray diagnostic metropathy, for large breeds of dogs, we recommend exposing 80 mAs, RENEX-B2 with a green sensitivity film KODAK MX G, and for overweight animals RENEX-G3.

Ключевые слова: пиометра у сук, рентгенодиагностика пиометры, болезни репродуктивной системы собак, скорость наполнения капилляров (ЧНК).

Key words: pyometra in females, x-ray, reproductive system diseases, capillary filling rate (CFR).

Введение. По данным многочисленных авторов термин «пиометра» обозначает скопление гнойного экссудата в полости матки, имеющего полиэтиологическое происхождение с разной формой клинического течения [3, 4, 1, 2].

Согласно данным Карташова С.Н., была предложена классификация пиометры с учетом комплексного подхода в диагностике при использовании клинических, дополнительных и лабораторно-диагностических методов исследований [3, 4].

Однако из литературных источников следует, что преобладающую роль в качестве дополнительных методов диагностики имеет рентгенография, но объективные данные, отражающие дифференциально-диагностические рентгенологические признаки метропатий, изучены недостаточно, не определена их значимость в верификации диагноза [6, 7, 8, 9].

Цель наших исследований – изучить дифференциально-диагностические рентгенологические признаки метропатий у сук при разных формах клинического течения.

Материалы и методы. Статистические исследования проводились на базе ветеринарных лечебных учреждений г. Волгограда в Центре «Ветеринарной клинической медицины» и на кафедре «Инновационные технологии в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет».

Материалом для исследования послужили клинически больные суки, поступившие на первичный амбулаторный приём в количестве 4097 собак за период с 2008-2018 гг.

С учетом формы клинического течения метропатий у сук и степени выраженности клинической симптоматики мы распределили животных в группы по степени тяжести проявления симптомов: легкая, средняя и тяжелая формы течения пиометры [5, 10].

По результатам наших исследований, пиометра, которая протекала в легкой форме, имела начальную стадию проявления, которую мы отмечали как удовлетворительную. При этом животное активно, однако после физической нагрузки отмечались незначительное угнетение, вялость с замедленной реакцией на внешние раздражители и дискоординация на команды хозяина. В некоторых случаях отмечена гиподинамия [8, 11].

По результатам физикального обследования со стороны сердечно-сосудистой системы, дыхательной системы, а также температуры тела, отклонений от референтных значений у сук контрольной группы, клинически здоровых животных отмечено не было [5, 8].

В легкой форме проявления пиометры у животных аппетит сохранен, выделения из половых органов отсутствуют, в некоторых случаях наблюдались мажущие выделения.

На рентгенограмме визуализировалось увеличение средних размеров матки. Постановка диагноза на пиометру основывалась на результатах клинического осмотра, физикального обследования и рентгенологических признаков, которые мы выделили как характерные для легкой формы метропатии [6, 12].

Пиометра средней формы клинического течения проявлялась в виде температуры от 39,5 до 40 °С в среднем, с проявлением характерного астенического синдрома, при этом животное лежит, достаточно активно на прогулке, аппетит снижен, с интервалом один раз в день наблюдается акт регургитации. При физикальном осмотре видимые оболочки без характерных изменений, цвет розовый, СНК 1,5-2 сек, при аускультации тахикардичность, легкая степень одышки при физической нагрузке, утомляемость и общая слабость [5, 8].

Тяжелая форма клинического течения пиометры характеризовалась более выраженной степенью астении. При этом животное лежит, не встает, полное отсутствие аппетита, характерная рвота после приема корма и воды, включая и после принудительного кормления. Температура тела имеет предельно высокие значения, выше 40 °С или же, наоборот, резко снижается до терминальных значений 35-36 °С. При физикальном обследовании одышка при нагрузке, тахикардия, пульс плохо прощупывается при пальпации внутренней поверхности бедра, тургор кожи снижен и складка плохо расправляется. [5]

Диагностика рентгенографическим методом метропатии у сук при разных формах клинического течения позволяла определить гиперпластические изменения, определить размер, форму, структуру, толщину стенки матки, а также сопутствующую патологию с изменением региональных тканей и других органов. По результатам рентгенографического исследования мы определили предварительную степень тяжести проявления метропатии у сук. Это позволило в дальнейшем дать оценку эффективности выбранной терапии, провести полноценный клинический мониторинг при той или иной форме метропатии, а также выбрать и определить тактику оперативного вмешательства [12].

Рентгенографические исследования мы проводили на портативных рентгеновских аппаратах, так как это не требовало дополнительных разрешений в эксплуатации, которая необходима для стационарной рентгенологической установки в виде дополнительного специализированного помещения с высокой степенью защиты и проектной документации [3, 4, 12].

Портативные рентгенологические аппараты позволяли полноценно диагностировать метропатии у сук различных пород. Однако в портативных аппаратах имеются и недостатки в виде невозможности делать рентгенснимки с минимальной экспозицией при высоких значениях мАс.

Поэтому в своей работе мы применяли пленку с высокой степенью чувствительности и экраны для усиления рентгеноконтрастности.

Таким образом, при проведении исследования брюшной полости у сук крупных пород собак с избыточной массой тела мы применяли усиливающие экраны РЕНЕКС – И4, что повышало рентгеноконтрастность снимка и позволяло детально разобрать серозную детализацию внутренних органов.

Однако экран РЕНЕКС – И4 позволяет получить рентгенснимки высокого качества для собак крупных и средних пород, для мелких пород снимки в данной системе получаются перебитыми и нечеткими.

Для диагностирования метропатий у сук мы не рекомендуем использовать экраны РЕНЕКС-В2 с параметрами 80 кВ и дозой излучения 0,35.

Для крупных пород собак, исходя из данных нашего исследования, мы рекомендуем выставлять экспозицию 80 мАс, не выше [3, 4, 12].

При избыточной массе животного мы применяли РЕНЕКС-ГЗ - (люминофор - оксисульфид гадолия) с пленкой зеленой чувствительности КОДАК МХ G. Данная система позволяла получать рентгеновские снимки высокого качества. Однако пленки с зеленой чувствительностью дороже в сравнении с синей чувствительностью, что приводит к удорожанию диагностического обследования.

В диагностике метропатии у сук рентгенологические исследования позволяли получать достоверные документальные подтверждения поставленного диагноза (необходимое при спорных вопросах в доказательной ветеринарной медицине при оказании ветеринарных услуг) [3, 4, 12].

Применяя материалы и методики получения качественных рентгеновских снимков, мы должны учитывать напряжение, силу тока, фокусное расстояние от лампы до пленки, которое в среднем должно составлять от 120 до 140 см, а также соблюдать методику проявления с учетом времени и температуры растворов.

При описании рентгеновских снимков мы учитывали удовлетворительное или неудовлетворительное качество снимка, правильность укладки и контрастность тени матки с учетом формы и ее размера [3, 4, 12].

Результаты. Первостепенными диагностическими признаками являются серозная детализация органов брюшной полости, законтурные тени матки, неровность контуров матки, структура миометрия, свободная жидкость брюшной полости, размеры матки.

Основной признак, который необходимо учитывать при оценке рентгенснимка, – это серозная детализация органов брюшной полости, увеличение матки с контрастированием петель, которые приравниваются к размерам печени или сердца в каудо-вентральном направлении.

При этом мы отмечаем контрастирование мочевого пузыря над телом матки, а область прямой кишки над маткой в боковой проекции. При сомнительных результатах и неоднозначности визуального интерпретирования возможно контрастировать детально все эти органы.

Нами определены следующие рентгенографические признаки пиометры у сук:

- размеры матки увеличены, по рентгеноконтрастности имеет структуру характерную для печени;
- тяжелой форме клинического течения пиометры определяется жидкость в брюшной полости, из-за чего нарушена серозная детализация внутренних органов;
- дополнительный рентгенологический признак – это парализация кишечника в виде замедления или отсутствия пассажа контраста.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Дифференциально-диагностические рентгенологические признаки метропатий у сук при разных формах клинического течения пиометры

Рентгенологический признак	Клиническая форма течения пиометры		
	Легкая	Средняя	Тяжелая
Серозная детализация органов брюшной полости	Сохранена	Сохранена	Отсутствует
Законтурные тени матки	Усиление	Усиление	Определить невозможно
Неровность контуров матки	Хорошо выражены	Хорошо выражены, контуры деформированы по всей поверхности тела матки	Определить невозможно
Структура миометрия	Увеличение стенки и усиление рисунка	Гомогенная структура	Определить невозможно
Свободная жидкость брюшной полости	Отсутствует	Отсутствует	Присутствует, из-за чего отсутствует серозная детализация внутренних органов
Размеры матки	Увеличены	Увеличены	Определить невозможно



Рисунок 1 – Средняя форма клинического течения пиометры



Рисунок 2 – Тяжелая форма клинического течения пиометры

Таким образом, если края матки имеют ограничения, а в брюшной полости жидкость не определяется, то признаки перитонита еще не развились и целостность стенки матки не нарушена (рисунок 1). Когда нами определялась жидкость в брюшной полости и не визуализировались контуры матки, то нами в таких случаях диагностировался урогенитальный перитонит. В большинстве случаев разрыв матки характеризовался наличием свободной жидкости в брюшной полости. При этом матка рентгенологически не определялась из-за нарушения серозной детализации (рисунок 2). В таких случаях требовалось проведение цитологического исследования перитониальной жидкости в брюшной полости для верификации диагноза.

Обсуждение. Рентгенография относится к наиболее достоверным методам дополнительной диагностики пиометры у сук, что позволяет определить предварительную степень тяжести проявления метропатии у сук, в дальнейшем дать оценку эффек-

тивности выбранной терапии, провести полноценный клинический мониторинг при той или иной форме метропатии, а также выбрать и определить тактику оперативного вмешательства.

Основной признак, который необходимо учитывать при оценке рентгенограммы, – это серозная детализация органов брюшной полости, увеличение матки с контрастированием петель, которые приравниваются к размерам печени или сердца в каудо-брюшном направлении.

Для диагностирования метропатий у сук мы не рекомендуем использовать экраны РЕНЕКС-В2 с параметрами 80 кВ и дозой излучения 0,35. Для крупных пород собак рекомендуем выставлять экспозицию 80 мАс.

При избыточной массе животного рекомендуем применять РЕНЕКС-ГЗ - (люминофор - оксисульфид гадолиния) с пленкой зеленой чувствительности КОДАК МХ G.

Заключение. С учетом формы клинического течения метропатий у сук и степени выраженности клинической симптоматики мы выделяем степень тяжести проявления симптомов: легкая, средняя и тяжелая формы течения пиометры.

Первостепенными диагностическими признаками являются серозная детализация органов брюшной полости, законтурные тени матки, неровность контуров матки, структура миометрия, свободная жидкость брюшной полости, размеры матки.

Основные признаки метропатии при оценке рентгенограммы – это серозная детализация органов брюшной полости, увеличение матки с контрастированием петель, которые приравниваются к размерам печени или сердца в каудо-брюшном направлении.

Библиографический список

1. Болдарев, А.А. Влияние гормонального статуса на развитие бактериального поражения матки у сук [Текст] / А.А. Болдарев, П.В. Колесников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 3 (47). – С. 168-173.
2. Болдарев, А.А. Динамика показателей результатов коллоцитологических исследований у сук с учетом гормонального статуса [Текст] / А.А. Болдарев, Н.С. Болдарева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 4 (52). – С. 284-293.
3. Карташов, С. Н. Классификация метропатий собак по клиническим проявлениям заболевания [Текст] / С.Н. Карташов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2005. – № 3. – С. 115-117.
4. Карташов, С. Н. Классификация метропатий собак по стадиям полового цикла [Текст] / С. Н. Карташов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2005. – № 4. – С. 96-99.
5. Hagman, R. Pyometra in Small Animals Veterinary Clinics of North America [Текст] / R. Hagman // Small Animal Practice. – 2018. – 48 (4). – P. 639-661.
6. Mattei, C. Radiographic and ultrasonographic findings in a dog with emphysematous pyometra [Текст] / C. Mattei, M. Fabbi, K. Hansson // Acta Veterinaria Scandinavica. – 2018. – 60 (1). – P. 115-118.
7. Contrast-enhanced ultrasonography of maternal and fetal blood flows in pregnant bitches [Текст] / R. Orlandi, E. Vallesi, C. Boiti et al. // Theriogenology. – 2019. – № 125. – P. 129-134.
8. Selected aspects of endometritis – Pyometra complex in dogs – Current troubles and treatment perspectives [Текст] / E. Porowska, M. Kulus, M. Jankowski et al. // Medical Journal of Cell Biology. – 2018. – №6 (3). – P. 108-113.
9. Fast test for C-reactive Protein detection (FASTest® CRP canine) as an aid for the diagnosis of pyometra in bitches [Текст] / M.S.O. Reusing, C.A.C. Ponczek, D.M. da Silva et al. [Article@Teste rápido para detecção da Proteína C-Reativa (FASTest® CRP canino) como auxílio diagnóstico de piometra em cadelas] // Pesquisa Veterinária Brasileira. – 2015. – № 35 (12). – P. 975-979.

10. Robaj, A. Occurrence and antimicrobial susceptibility of bacterial agents of canine pyometra [Tekst]/ A. Robaj, D. Sylejmani, A. Hamidi // Indian Journal of Animal Research. – 2018. – № 52 (3). – P. 397-400.

11. Endometrial transcripts of proinflammatory cytokine and enzymes in prostaglandin synthesis are upregulated in the bitches with atrophic pyometra [Tekst]/ L.K. Singh, M.K. Patra, G.K. Mishra et al. // Veterinary Immunology and Immunopathology. – 2018. – № 205. – P. 65-71.

12. Radiographic uterine diameter evaluation for the detection of uterine disease in dogs: A retrospective study [Tekst]/ S. Yun, J. Lee, M. Choi et al. // Journal of Veterinary Clinics. – 2017. – № 34 (6). – P. 420-424.

Reference

1. Boldarev, A. A. Vliyanie gormonal'nogo statusa na razvitie bakterial'nogo porazheniya matki u suk [Tekst]/ A. A. Boldarev, P. V. Kolesnikov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 3 (47). - P. 168-173.

2. Boldarev, A. A. Dinamika pokazatelej rezul'tatov kolpocitologicheskikh issledovanij u suk s uchetom gormonal'nogo statusa [Tekst] / A. A. Boldarev, N. S. Boldareva // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - № 4 (52). - P. 284-293.

3. Kartashov, S. N. Klassifikaciya metropatij sobak po klinicheskim proyavleniyam zabolevaniya [Tekst] /S. N. Kartashov // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki. - 2005. - №3. - P. 115-117.

4. Kartashov, S. N. Klassifikaciya metropatij sobak po stadiyam polovogo cikla [Tekst] / S. N. Kartashov // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. SeveroKavkazskij region. Estestvennye nauki. - 2005. - №4. - P. 96-99.

5. Hagman, R. Pyometra in Small Animals Veterinary Clinics of North America [Tekst]/ R. Hagman // Small Animal Practice. – 2018. – 48 (4). – P. 639-661.

6. Mattei, C. Radiographic and ultrasonographic findings in a dog with emphysematous pyometra [Tekst]/ C. Mattei, M. Fabbi, K. Hansson // Acta Veterinaria Scandinavica . – 2018. – 60 (1). – P. 115-118.

7. Contrast-enhanced ultrasonography of maternal and fetal blood flows in pregnant bitches [Tekst]/ R. Orlandi, E. Vallesi, C. Boiti et al.// Theriogenology. – 2019. – № 125. – P. 129-134.

8. Selected aspects of endometritis – Pyometra complex in dogs – Current troubles and treatment perspectives [Tekst]/ E. Porowska, M. Kulus, M. Jankowski et al.// Medical Journal of Cell Biology. – 2018. – №6 (3). – P. 108-113.

9. Fast test for C-reactive Protein detection (FASTest® CRP canine) as an aid for the diagnosis of pyometra in bitches [Tekst]/ M.S.O. Reusing, C.A.C. Ponczek, D.M. da Silva et al. [Article@Teste rápido para detecção da Proteína C-Reativa (FASTest® CRP canino) como auxílio diagnóstico de piometra em cadelas]// Pesquisa Veterinaria Brasileira. – 2015. – № 35 (12). – P. 975-979.

10. Robaj, A. Occurrence and antimicrobial susceptibility of bacterial agents of canine pyometra [Tekst]/ A. Robaj, D. Sylejmani, A. Hamidi // Indian Journal of Animal Research. – 2018. – № 52 (3). – P. 397-400.

11. Endometrial transcripts of proinflammatory cytokine and enzymes in prostaglandin synthesis are upregulated in the bitches with atrophic pyometra [Tekst]/ L.K. Singh, M.K. Patra, G.K. Mishra et al. // Veterinary Immunology and Immunopathology. – 2018. – № 205. – P. 65-71.

12. Radiographic uterine diameter evaluation for the detection of uterine disease in dogs: A retrospective study [Tekst]/ S. Yun, J. Lee, M. Choi et al. // Journal of Veterinary Clinics. – 2017. – № 34 (6). – P. 420-424.

УДК 599.735.34(571.61/.62)

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-25

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗИМНИХ СТАЦИЙ СИБИРСКОЙ КОСУЛИ (CAPREOLUS PYGARGUS PALL) НА ЗЕЙСКО-БУРЕЙНСКОЙ РАВНИНЕ**CHARACTERISTICS OF WINTER HABITAT OF SIBERIAN ROE DEER (CAPREOLUS PYGARGUS PALL) ON ZEYSA-BUREINSKAYA PLAIN**

А.В. Сенчик, кандидат биологических наук, доцент
Н. С. Кухаренко, доктор ветеринарных наук, профессор
И.Е. Сосновский, аспирант

A.V. Senchik, N.S. Kukharensky, I.E. Sosnovsky

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный государственный аграрный университет» Дальневосточный федеральный
округ, Амурская область, г. Благовещенск*

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Far Eastern State Agrarian
University" Far Eastern Federal District, Amur Region, Blagoveshchensk*

Рассмотрена характеристика зимних стадий сибирской косули на территории Зейско-Буреинской равнины с целью определения качества условий обитания вида. Равнина расположена на площади около 4 млн га на Дальнем Востоке России и является одной из самых крупных в Среднем Приамурье. В зимний период года сибирская косуля мигрирует на зимние станции Зейско-Буреинской равнины в связи с благоприятными условиями зимовки, обусловленными природно-климатическими условиями, благоприятной высотой снежного покрова, а также доступностью зимних кормов. В период с 2000 года по настоящее время изучаемая территория значительно видоизменилась. В первую очередь это вызвано природным и антропогенным воздействием, в частности значительным увеличением площади пашни, вырубкой и так немногочисленных деревьев местным населением, а также ежегодными полевыми пожарами. Лесистость Зейско-Буреинской равнины сократилась с 7 до 3 %. Сведение лесов на равнине приводит к изменению биоценозов. Сибирская косуля вынуждена перемещаться в поисках корма, вследствие чего происходит увеличение суточного хода животных и большая потеря энергии в период низких температур. Данный фактор является одной из основных причин негативного воздействия, приводящего к прессингу со стороны человека и хищников. Авторами на протяжении 21 года проводился учёт диких копытных животных на территории Приамурья. Проведён анализ численности сибирской косули и определена зависимость влияния различных факторов на популяцию сибирской косули в регионе. В 2018 г. на территории Зейско-Буреинской равнины было учтено 34 591 особей. Данный показатель является минимальным значением за последние 9 лет (2009...2017 гг.).

The following article gives a detailed description of Siberian roe deer's winter habitats on the territory of Zeya-Bureinskaya plain in the East Russia, in order to determine the quality of the habitat conditions. The plain is located on an area of about 4 million hectares in the Far East of Russia and is one of the largest in the Middle Amur region. Siberian roe deer migrates to its winter places of habitat on the Zeya-Bureinskaya plain, because of favorable wintering conditions, as well as climatic conditions, favorable snow depth and winter fodder availability. Starting from 2000 to the present day, the area under study has been changing significantly, primarily due to natural factors and anthropogenic impacts, a significant increase of arable land, tree felling by the local population, as well as annual field fires in particular. The forest cover of the Zeya-Bureinskaya plain decreased from 7 to 3%. The destruction of forests on the plain leads to drastic changes of habitats. Siberian roe deer is forced to move more in search of food. It results in an increase of animal's daily routes, which, in turn leads to a larger loss of energy especially during winter low temperature periods. This factor is one of the main reasons of the negative impact felt by animals in the study area, leading to extra pressure from humans and predators. During 21 years the authors had been carried out a survey of wild ungulates on the terri-

tory of Amur region, analyzing Siberian roe deer populations and determining a dependence of various factors and their influence upon Siberian roe deer population in the region. 34591 species were calculated in 2018 on the territory of the Zeya-Bureinsky plain, which is the minimum value for the last 9 years (2009 - 2017).

Ключевые слова: Зейско-Буреинская равнина, лесистость, ландшафтно-геоморфологические исследования, сибирская косуля, места обитания косули.

Key words: the Zeya-Bureinsky plain, forest cover, landscape-geomorphological research, Siberian roe deer, ROE deer habitats.

Введение. На территории Амурской области обитает сибирский вид косули (*Capreolus Pygargus Pall*). В зимний период вид сосредоточен на территории угодий Зейско-Буреинской равнины в связи с благоприятными условиями зимовки, а именно природно-климатическими условиями, высотой снежного покрова, а также доступностью зимних кормов. Однако за последние годы учета наблюдается резкое снижение численности исследуемого вида. К концу XX века отмечалось более 135 000 особей (1991 г.) сибирской косули, но в 2018 г. данный показатель составил в области всего лишь 54681 особь. В результате возникает вопрос, является ли территория Зейско-Буреинской равнины по-прежнему благополучной для зимовки исследуемого вида.

Цель работы – исследовать и провести качественную оценку зимних стадий сибирской косули (*Capreolus Pygargus Pall*) на территории Зейско-Буреинской равнины в Приамурье.

Материалы и методы. За основу нами были взяты архивные данные Управления по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания Амурской области, Министерства сельского хозяйства Амурской области, снимки со спутников, а также данные о рельефе и пространственной дифференциации ландшафтов и растительности. Авторы на протяжении 21 года участвовали в учёте диких копытных животных на территории Приамурья, проводили анализ численности вида и определяли зависимость и влияние различных факторов на популяцию сибирской косули в регионе.

Результаты и обсуждение. Зейско-Буреинская равнина расположена на площади около 4 млн га на Дальнем Востоке России и является одной из самых крупных в Среднем Приамурье. Занимает междуречье притоков реки Амура, Зеи и Буреи в лесной зоне умеренного географического пояса северного полушария с островками древесно-кустарниковой и плосколистной растительности [8, 12]. Административно включает в себя следующие районы Амурской области: Архаринский; Белогорский; Бурейский; Завитинский; Ивановский; Константиновский; Мазановский; Михайловский; Октябрьский; Ромнинский; Селемджинский; Серышевский; Тамбовский; Благовещенский (рисунок 1).

Равнина входит в систему Китайской докембрийской платформы. Территория представляет собой эрозионно-аллювиальную равнину, значительная часть которой заболочена [4]. Высота над уровнем моря постепенно повышается с юга (100-200 м над у.м.) на север (200-400 м над у.м.) [9]. На территории равнины выделяют следующие реки: Амур, Зея, Селемджа, Бурей, Томь, Альдикон, Ульма, Бысса, Архара и Завитая [5]. На Зейско-Буреинской равнине выделяют две географические зоны, характеризующиеся бореальной приокеанической и суббореальной гумидной группами ландшафтов.

Климат Зейско-Буреинской равнины континентальный с чертами муссонного характера, обусловленными влиянием Азиатского материка (зимой) и Тихого океана (летом). Зима малоснежная, средняя температура в январе колеблется от -34,7 °С до -24,3 °С. Выпадение снега и установление устойчивого снежного покрова в первой де-

каде ноября. Средняя наибольшая высота снежного покрова – 15-20 см. Весна холодная, сухая и продолжительная. Лето, наоборот, теплое и влажное с температурой от 25...26 °С над южными районами, до 21...23 °С над северными и северо-западными. Осень также теплая, ясная, однако среднесуточная температура быстро понижается, в связи со вторжением арктического воздуха начинают дуть северные, северо-западные и западные ветры. Среднегодовая влажность воздуха достигает 71 %, годовой ход относительной влажности имеет повсеместно два максимума – в августе и декабре. Дефицит влажности очень незначителен, от 6,3 до 8,4 миллибара [6].

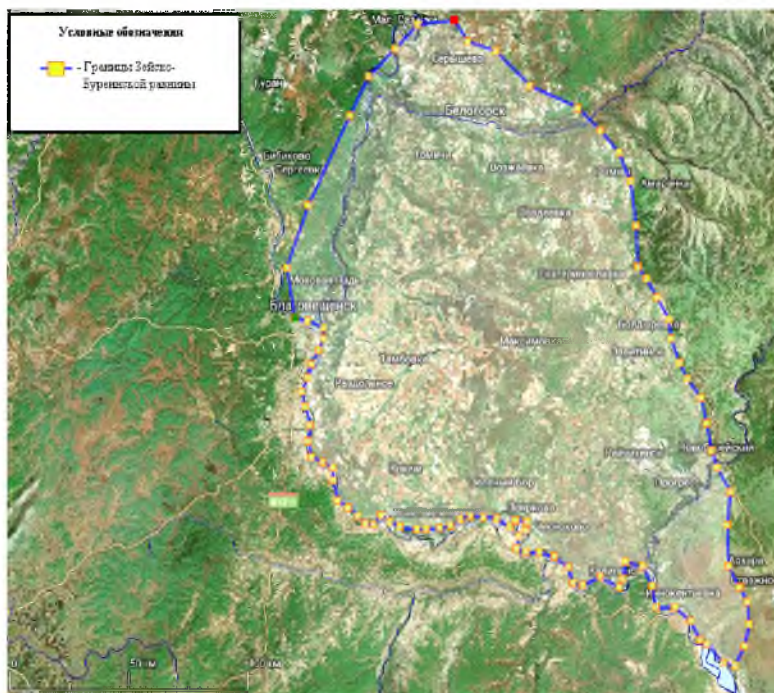


Рисунок 1 – Карта Зейско-Буреинской равнины

Связи с вышеописанными факторами в весенне-осенний период способствуют быстрому росту растительности (таблица 1). Основные лесообразующие породы: лиственница, ель, сосна, пихта, дуб, берёза, на юге – встречаются амурский бархат, маньчжурский орех, ясень, липа и др. Из кустарников наиболее распространены багульник, рододендрон, лещина маньчжурская, берёза Миддендорфа.

Таблица 1 – Сочетания растительных компонентов

Рельеф	Растительность
Аккумулятивный плоско-равнинный речной	Древесно-кустарниковая вейниково-осоковая, влажно-кочкарно-осоковая, ивово-осоковая, разнотравная сухо-кочкарно-осоковая, пушицевая, березово-разнотравная
Аккумулятивный озерно-аллювиальный	Мохово-травяная, вейниковая, разнотравно-вейниковая
Аккумулятивно-эрозионный	Ерниковая, тальниковая, травяная
Аккумулятивно-денудационный	Луговая бобово-злаковая
Эрозионно-денудационный пологоувалистый	Лиственнично-березовая с примесью дуба, сосны
Холмисто-увалистый	Березовая, осиново-березовая, лиственнично-березовая
Холмистый	Березовая, осиново-березовая, лиственнично-березовая с примесью дуба

В настоящее время около 70...80 % территорий Зейско-Буреинской равнины занимают антропогенные ландшафты. Данный фактор подтверждается данными Министерства сельского хозяйства Амурской области (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение земель сельскохозяйственного назначения на территории Амурской области (тыс. га)

год	Общая площадь	Сельскохозяйственные угодья					
		Всего	В том числе				
			пашня	залежь	многолетние насаждения	сенокосы	пастбища
2009	3334,8	2137,4	1270,8	275,9	7,0	258,5	325,2
2010	3355,4	2150,7	1282	275,6	7,0	259,3	326,8
2011	3424,1	2198	1324	271,7	7,0	264,4	328,9
2012	3599,6	2332	1430,5	283,3	7,0	268,7	342,6
2013	3538,3	2359,3	1494,3	232,2	7,0	274,1	351,7
2014	3551,2	2372,1	1501,9	230,5	7,0	277,8	354,7
2015	3549,3	2372,08	1508,03	224,28	6,9	277,9	354,8
2016	3549,3	2371,9	1513,7	218,4	7,0	278	354,8
2017	3552,8	2373,5	1514,2	216,9	7,0	280,6	354,8
2018	3542,4	2370,5	1514,5	214,2	6,9	280,7	354

Начиная с 2010 г. происходило постепенное увеличение общей площади земель сельскохозяйственного назначения, а к 2012 г. данный показатель достиг отметки – 3599,6 тыс. га. С 2014 по 2018 гг. общая площадь сельскохозяйственных земель держалась в пределах 3542,4 – 3552,8 тыс. га.

По информации о состоянии посевов сельскохозяйственных культур на 2018 г. посевная площадь по области следующая: зерновые – 199,6 тыс.га; овощи – 672 га; картофель 2 387 га. Немаловажным фактором в увеличении территории антропогенного ландшафта является соя, которая представляет основу сельскохозяйственной культуры Амурской области (таблица 3).

Таблица 3 – Посевная площадь сои в Амурской области (тыс. га.)

Год	Общая площадь
2009	401,6
2010	484,1
2011	563,5
2012	682,4
2013	650
2014	766
2015	876
2016	894
2017	964

Начиная с 2014 по 2017 гг. наблюдается значительное увеличение общей посевной площади сои по сравнению с 2009 и 2010 гг. – практически в 2 раза. За 2017 год данный показатель составлял 964 тыс. га.

В результате вышеописанных факторов, а также лесных пожаров и незаконной вырубке леса лесистость Зейско-Буреинской равнины сократилась с 7 % до 3 %, что свою очередь привело к нарушению в экосистеме у животных, в частности сибирского вида косули (*C. Pygargus Pall*).

Косуля употребляет в пищу более 599 видов растений. Самая большая доля поедаемого корма приходится на двудольные травянистые растения (58,4 %) и древесные породы (21,9 %). Однодольные травянистые занимают всего лишь 16,2 % от общего

числа, но, несмотря на это, зимой происходит увеличение потребления именно данной категории растений. Оставшаяся доля – 4,5 % – приходится на растения, указанные в таблице 4. В зимний период происходит увеличение потребления древесно-кустарных кормов в связи с наименьшими энергетическими затратами на их поиск и поедание [2].

Таблица 4 – Потребляемые корма сибирской косули

Корм	Число видов растений (n) и их доля (%) в питании	
	n	%
Древесные породы	131	21,9
Двудольные травянистые растения	350	58,4
Однодольные травянистые растения	97	16,2
Папоротники	7	1,2
Лишайники	4	0,7
Грибы	10	1,7
Всего	599	100

В структуре популяции сибирской косули в зимний период образуется одна или несколько кормовых зон, на которых звери проводят большую часть своего времени [10]. Запасы зимних кормовых ресурсов указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Запас корма в зимнем ареале сибирской косули

Кормовые угодья	Площадь, тыс. га	Среднегодовой прирост фитомассы, доступной для потребления, кг/га	Запас фитомассы доступной для потребления, т/га	Фактическое потребление фитомассы за зимний период
1. Лесные,	925	54,2	50105	20042
в том числе:				
1.1 Хвойные	485			
в том числе:				
сосновые	100	225	22500	9000
лиственничные	380	18	6840	2736
елово-пихтовые	5	17	85	34
1.2 Лиственные	440			
в том числе:				
березовые	320	55	17600	7040
осиновые	15	43	645	258
ивовые	10	25	250	100
дубовые	95	23	2185	874
1.3 Кустарники	1020	65	66300	75,8
1.4 Гари и вырубки	90	1000	90000	102,9
2. Посевные культуры	890			
пшеница	280	10	2800	3,2
ячмень	60	10	600	0,7
овес	80	10	800	0,9
соя	320	25	8000	9,1
многолетние травы	150	20	3000	3,4
3. Сенокосы	500	20	10000	11,4
4. Пастбища	210	10	2100	2,4
5. Залежные и целинные земли	920	10	9200	10,5
6. Болота	950	5	4750	6,9
Итого	5365		247655	284,4

Суточный рацион сибирской косули в снежный период составляет до 2-3 кг древесно-веточного корма и ветоши (примерно 500 г сухого вещества) [1]. При неблагоприятной экологической обстановке косули вынуждены перемещаться в поисках корма, вследствие чего происходит увеличение кормовой зоны [11]. Данный фактор является одной из основных причин негативного воздействия, приводящего к прессингу со стороны человека и хищников.

На основании предоставленных данных Управлением по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания Амурской области, а также собственным учётам, мы провели анализ численности сибирской косули на территории Зейско-Буреинской равнины (рисунок 2).

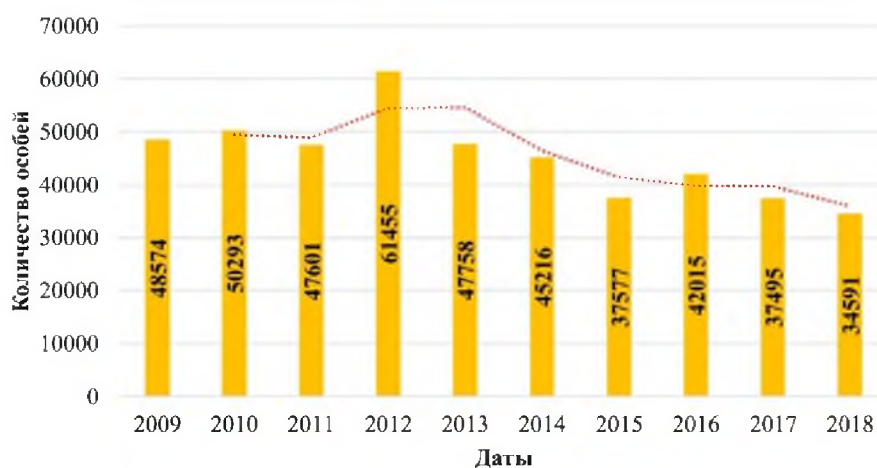


Рисунок 2 – Численность сибирской косули на территории Зейско-Буреинской равнины

Начиная с 2013 г. наблюдается снижение численности сибирской косули на территории равнины. В 2018 г. учету подверглись 34 591 особь, что является самым минимальным показателем за последние 9 лет (2009...2017 гг.).

Вывод. В результате проведенного анализа подтверждено, что территория зимних стадий на Зейско-Буреинской равнине является благополучной для обитания сибирской косули по природно-климатическим и кормовым условиям. Однако защитно-гнездовые условия обитания вида значительно ухудшились в результате активной распашки сельскохозяйственных земель, которые ушли ранее в залежь с образованием кустарников и даже мелколесья. Незаконная вырубка леса местным населением и лесные пожары сократили лесистость Зейско-Буреинской равнины с 7 % до 3 %. Все эти факторы заставляют косулю увеличивать суточный ход, в результате чего животное в дальнейшем подвергается прессингу со стороны человека и хищника. В 2018 г. на территории равнины было учтено 34 591 особь, данный показатель является минимальным значением за последние 9 лет (2009...2017 гг.). В 2018 году впервые за всю историю охотоведения Приамурья на территории всех охотничьих хозяйств и госохотхонда Амурской области на основании наших данных и данных Управления по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания постановлением губернатора был введен полный запрет на добычу сибирской косули.

Библиографический список

1. Анализ современного состояния популяции сибирской косули в Амурской области [Текст]/ А.В. Сенчик, Х. Игота, М.А. Бормотов и др. // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – №2 (42). – С. 103-107.

2. Аргунов, А.В. Зимнее питание сибирской косули (*Capreolus pygargus* Pall., 1771) в Центральной Якутии [Текст]/ А.В. Аргунов, В. В. Степанова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (103). – С. 138-143.
3. Боровой, Е.П. Геоэкологическая оценка территории Зейско-Буреинской равнины Амурской области [Текст]/ Е.П. Боровой, Е.Р. Горр // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (25). – С. 71-78.
4. Бугдаева, Е.В. Палеоценовые растения-углеобразователи Приамурья [Текст]/ Е.В. Бугдаева, В.С. Маркевич // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2012. – № 2 (162). – С. 35-45.
5. Гусев, М.Н. Особенности строения и направленность развития днища долины р. Амур на Зейско-Буреинской равнине [Текст]/ М. Н. Гусев, Ю.В. Помигуев // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. – 2015. – № 1. – С. 16-27.
6. Ларина, Г. Е. Ландшафтно-экологическое обоснование сельскохозяйственных угодий, расположенных на территории Зейско-Буреинской равнины Амурской области [Текст]/ Г. Е. Ларина, Е. Р. Горр // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2014. – № 2. – 1 (58). – С. 78-82.
7. Мониторинг экологического состояния водных объектов агроландшафта Зейско-Буреинской равнины [Текст]/ С. Г. Харина, Ж. А. Демиденко, Т. П. Колесникова и др. // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3 (23). – С. 69-73
8. Чикачев, Р.А. Морфологические, половые и возрастные характеристики популяции азиатского барсука (*Meles leucurus*) на территории Зейско-Буреинской равнины [Текст]/ Р.А. Чикачев, И.С. Таразанова // Вестник Бурятского государственного университета. – 2015. – № 4-1. – С. 153-157.
9. Чикачев, Р.А. Факторы выбора мест устройства нор азиатского барсука (*Meles leucurus*) на Зейско-Буреинской равнине [Текст]/ Р.А. Чикачев, И.С. Таразанова // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. – 2015. – Т. 4а. – С. 59-63.
10. Ossi, F. Snow sinking depth and forest canopy drive winter resource selection more than supplemental feeding in an alpine population of roe deer [Текст]/ F. Ossi, J.-M. Gaillard, & M. Hebblewhite, C. Francesca // European Journal of Wildlife Research. – 2015. Available at: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54789193600> (Accessed 01 February 2019)
11. The age and sex gradation of population Siberian roe deer (*Capreolus pygargus* Pall), the red deer (*Cervus elaphus xanthopygus*) and the elk (*Alces alces cameloides*) in the Amur region and the Republic of Buryatia / A.V. Senchik, Y.S. Guretskaya, M.A. Bormotov et al. // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCTET) - Scopus Indexed. – 2018. – Vol. 9. Available at: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204939152> (Accessed 05 February 2019)
12. The Influence of the Brown Bear (*Ursus arctos*) Population Increase on the Populations of Wild Ungulates in the Republic of Buryatia and the Amur Region / A.V. Senchik, A.M. Pavlov, Y.S. Guretskaya et al. // Asian Journal of Water, Environment and Pollution. – 2019. – vol. 16. – №. 1. Available at: <https://www.scopus.com/authid/detailuri?authorId=57204939152> (Accessed 05 February 2019)

Reference

1. Analiz sovremennogo sostoyaniya populyacii sibirskoj kosuli v Amurskoj oblasti [Текст]/ А. В. Сенич, Н. Игота, М. А. Бормотов и др. // Дал'невосточный аграрный вестник. – 2017. – №2 (42). – Р. 103-107.
2. Argunov, A. V. Zimnee pitanie sibirskoj kosuli (*Capreolus pygargus* Pall., 1771) v Central'noj Yakutii [Текст]/ А. В. Аргунов, В. В. Степанова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4 (103). – Р. 138-143.
3. Borovoj, E. P. Geojekologicheskaya ocenka territorii Zejsko-Bureinskoj ravniny Amurskoj oblasti [Текст]/ Е. Р. Боровой, Е. Р. Горр // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (25). – Р. 71-78.
4. Bugdaeva, E. V. Paleocenovye rasteniya-ugleobrazovateli Priamur'ya [Текст]/ Е. В. Бугдаева, В. С. Маркевич // Вестник Дал'невосточного отделения Российской академии наук. – 2012. – № 2 (162). – Р. 35-45.
5. Gusev, M. N. Osobennosti stroeniya i napravlennost' razvitiya dnisha doliny r. Amur na Zejsko-Bureinskoj ravnine [Текст]/ М. Н. Гусев, Ю. В. Помигуев // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. – 2015. – № 1. – Р. 16-27.

6. Larina, G. E. Landshaftno-jekologicheskoe obosnovanie sel'skohozyajstvennyh ugodij, raspolozhennyh na territorii Zejsko-Bureinskoj ravniny Amurskoj oblasti [Tekst]/ G. E. Larina, E. R. Gorr // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2014. - № 2. - 1 (58). - P. 78-82.

7. Monitoring jekologicheskogo sostoyaniya vodnyh ob'ektov agrolandshafta Zejsko-Bureinskoj ravniny [Tekst]/ S. G. Harina, Zh. A. Demidenok, T. P. Kolesnikova i dr. // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2012. - № 3 (23). - P. 69-73

8. Chikachev, R. A Morfologicheskie, polovye i vozrastnye harakteristiki populyacii aziatskogo barsuka (Meles Leucurus) na territorii Zejsko-Bureinskoj ravniny [Tekst]/ R. A. Chikachev, I. S. Tarazanova // Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. - 2015. - № 4-1. - P. 153-157.

9. Chikachev, R. A Faktory vybora mest ustrojstva nor aziatskogo barsuka (Meles Leucurus) na Zejsko-Bureinskoj ravnine [Tekst]/ R. A. Chikachev, I. S. Tarazanova // Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, geografiya. - 2015. - T. 4a. - P. 59-63.

10. Ossi, F Snow sinking depth and forest canopy drive winter resource selection more than supplemental feeding in an alpine population of roe deer [Tekst]/ F. Ossi, J. M. Gaillard, & M. Hebblewhite, C. Francesca // European Journal of Wildlife Research. - 2015. Available at: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54789193600> (Accessed 01 February 2019)

11. The age and sex gradation of population Siberian roe deer (Capreolus pugargus Pall), the red deer (Cervus elaphus xantropygus) and the elk (Alces alces cameloides) in the Amur region and the Republic of Buryatia / A.V. Senchik, Y.S. Guretskaya, M.A. Bormotov i dr. // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCTET) - Scopus Indexed. - 2018. - Vol. 9. Available at: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204939152> (Accessed 05 February 2019)

12. The Influence of the Brown Bear (Ursus arctos) Population Increase on the Populations of Wild Ungulates in the Republic of Buryatia and the Amur Region / A.V. Senchik, A.M. Pavlov, Y.S. Guretskaya i dr. // Asian Journal of Water, Environment and Pollution. - 2019. - vol. 16. - №. 1. Available at: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204939152> (Accessed 05 February 2019)

E-mail: senchik_a@mail.ru

УДК 636.5.034.084

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-26

ПРОБИОТИЧЕСКАЯ ДОБАВКА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА ПТИЦЫ КРОССА РОСС 308

PROBIOTIC ADDITIVE FOR GROWING REPAIR YOUNG POULTRY CROSS ROSS 308

И.В. Ткачева¹, кандидат сельскохозяйственных наук

М.И. Сложенкина², доктор биологических наук, профессор

З.Б. Комарова², доктор сельскохозяйственных наук, доцент

О.Е. Кротова², кандидат сельскохозяйственных наук

Д.Н. Ножник³, кандидат сельскохозяйственных наук

**I.V. Tkacheva¹, M.I. Slozhenkina², Z.B. Komarova², O.E. Krotova²,
D.N. Nozhnik³**

¹ ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону

² ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции», г. Волгоград

³ ООО «МегаМикс», г. Волгоград

¹ FGBOU VO Don state technical university, Rostov-on-Don

² Volga region research institute of manufacture and processing
of meat-and-milk production, Volgograd

³ OOO MEGAMIX, Volgograd

Статья посвящена изучению развития курочек, выращиваемых для комплектования родительского стада при использовании в их кормлении комплексной пробиотической добавки «ЭСИД-ПАК-4-УЭЙ». В процессе исследований авторы установили положительное влияние

изучаемой добавки в дозировке 1 г/л воды на интенсивность их роста в динамике (1-23 недели), а также соответствие развития внутренних органов относительно живой массы. В возрастном аспекте изучено формирование яичника и яйцевода будущих кур-несушек. Доказано, что к концу выращивания в опытной группе превышение по живой массе относительно контроля составило 1,41 % ($P < 0,05$), а по однородности стада – 1,3 %. Под воздействием биологически активных компонентов изучаемой добавки зафиксировано увеличение массы мышечного желудка, печени, сердца и легких у ремонтных молодок опытной группы в возрасте 25-ти недель относительно контроля на 4,33 ($P < 0,05$), 5,07 ($P < 0,05$), 8,41 ($P < 0,01$) и 5,24 % ($P < 0,01$), что свидетельствует об улучшении процессов дыхания и кроветворения. Результат ветеринарно-санитарной экспертизы показал, что внутренние органы ремонтных молодок в изучаемые периоды выращивания находились в хорошем физиологическом состоянии, что подтверждает отсутствие негативного влияния изучаемой добавки. Установлено, что в возрасте 25-ти недель при переводе молодок во взрослое стадо наблюдалось увеличение длины яйцевода у птицы опытной группы на 6,3 % ($P < 0,01$), а его массы – на 3,32 % ($P < 0,01$) по сравнению с контролем. В связи с этим яйцекладка у кур опытной группы началась на три дня раньше, чем в контроле.

The article is devoted to the study of the development of hens, grown for building the parent stock when using "ACID-PACK-4-WAY" probiotic supplement in their feeding complex. In the process of research, the authors established a positive effect of the studied additive in the dosage of 1 g / l of water on the intensity of their growth in dynamics (1-23 weeks) as well as correspondence of the development of internal organs to body weight. In the age aspect, the formation of the ovary and oviduct of future laying hens was studied. It was proved that by the end of the growing period in the experimental group the excess in live weight relative to the control group was 1.41% ($P < 0.05$), and in the herd uniformity – 1.3%. Under the influence of the biologically active components of the studied supplement, an increase in the mass of the muscular stomach, liver, heart and lungs in the replacement stock of the experimental group at the age of 25 weeks relative to the control by 4.33 ($P < 0.05$), 5.07 ($P < 0.05$), 8.41 ($P < 0.01$) and 5.24% ($P < 0.01$) was noted, which indicates an improvement in the processes of respiration and blood formation. The result of the veterinary-sanitary examination showed that the internal organs of the replacement stock in the studied growing periods were in good physiological condition, which confirms the absence of the negative effect of the additive being studied. It was established that at the age of 25 weeks, when transferring the young hens to the grown-up stock and increase of the length of oviduct in experimental group birds by 6.3% ($P < 0.01$), and of its mass – by 3.32% ($P < 0.01$) was noted compared to the control group. In this regard, egg laying by hens of the experimental group began three days earlier than in the control group.

Ключевые слова: птицеводство, кормление птицы, биологически активные добавки, ремонтный молодняк, формирование репродуктивных органов птицы.

Key words: poultry farming, feeding, dietary supplement, young growth, development of reproductive organs.

Введение. Запрет на использование в кормлении животных и птиц ростстимулирующих антибиотиков приводит к увеличению у них числа желудочно-кишечных заболеваний. Для разрешения возникшей проблемы необходимо искать средства, которые смогут эффективно возместить антибиотики при производстве мяса бройлеров. В настоящее время не существует препаратов, которые могли бы полностью заменить эффективность от применения ростстимулирующих препаратов. Однако доказано, что пробиотики могут замедлять размножение патогенных микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте животных и птиц за счет снижения pH желудка и тонкого кишечника ниже нейтрального уровня [2, 5, 11]. Эффективность пробиотических препаратов зависит от устойчивости входящих в их состав и образующих молочную кислоту микроорганизмов к действию желчи и активных ферментов в содержимом кишечника [7-10]. Исходя из этого мы изучили действие комплексной пробиотической добавки, в составе которой

содержится уникальная комбинация молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus*, на рост и развитие молодок. Наряду с пробиотиками добавка содержит ферменты, набор важнейших биологических электролитов и органические кислоты [3, 9].

Материалы и методы. В процессе эксперимента использовали суточных цыплят кросса РОСС 308 и комплексную пробиотическую добавку «ЭСИД–ПАК-4-УЭЙ».

Для проведения эксперимента были сформированы 2 группы суточных цыплят, в каждой из которых содержалось по 100 голов. Цыплята опытной группы с первого дня жизни в течение 5 дней получали изучаемую добавку в дозировке 1 г/л воды. Условия содержания и кормления подопытной птицы были одинаковыми. Продолжительность опыта 25 недель.

Рационы для подопытной птицы были составлены в программе «Корм Оптима» с учетом норм кормления, разработанных ВНИТИП (2004).

Научно-хозяйственный эксперимент проводили по методике «Основы опытного дела» (Овсянников А.И., М.: Колос, 1976), а также «Методике организации зоотехнических опытов» (Викторов П.И., Менькин В.К., М.: «Агропромиздат», 1991). В процессе опыта еженедельно фиксировали живую массу молодок путем индивидуального взвешивания и рассчитывали по соответствующей формуле однородность стада. В возрасте 17-ти, 22-х и 25-ти недель проводили анатомическую разделку птицы с целью наблюдения за развитием внутренних и репродуктивных органов (по 5 голов из каждой группы). Обработка полученных данных проводилась по методу вариационной статистики (Антонова В.С. и др., 2011).

Результаты и обсуждение. Направленное выращивание ремонтного молодняка является залогом дальнейшей продуктивности кур родительского стада и качества инкубационных яиц [6, 12]. В процессе выращивания ремонтного молодняка необходимо достичь однородности живой массы по стаду в пределах 90-95 %. Этот показатель является одним из критериев адекватности кормления птицы [1, 4].

В процессе исследований было установлено, что изучаемая добавка положительно повлияла на динамику живой массы и однородность стада.

Наблюдение за ростом птицы в процессе выращивания показало, что живая масса молодок соответствовала стандарту кросса в обеих группах. При этом превышение данного показателя в пользу опытной группы составило 1,41 % ($P < 0,05$).

Показатель однородности стада молодок опытной группы к началу продуктивного периода превышал контроль на 1,3 % и составил 95,2 %.

Помимо увеличения массы тела в процессе роста и развития животных и птиц, происходит формирование отдельных органов и тканей организма в целом [2, 6, 7, 8].

Внутренние органы играют важную роль в процессе онтогенеза и обеспечивают нормальную жизнедеятельность организма сельскохозяйственных животных и птиц.

В процессе выращивания мы изучили состояние внутренних и репродуктивных органов ремонтных молодок в возрасте 17, 22 и 25 недель (рисунки 1, 2, 3, таблица 1).

В результате проведения ветеринарно-санитарной экспертизы было установлено, что внутренние органы ремонтных молодок в изучаемые периоды выращивания находились в хорошем физиологическом состоянии, что подтверждает отсутствие негативного влияния скормливания изучаемой добавки.

Результаты исследования показали, что масса внутренних органов птицы опытной группы превышала контроль. Так, в 17-ти недельном возрасте масса мышечного желудка оказалась выше контроля на 7,52 % ($P < 0,05$), железистого желудка – на 16,31 % ($P < 0,05$), печени – на 9,07 % ($P < 0,05$) и сердца – на 8,16 % ($P < 0,05$). Масса легких и селезенки имела тенденцию к увеличению.

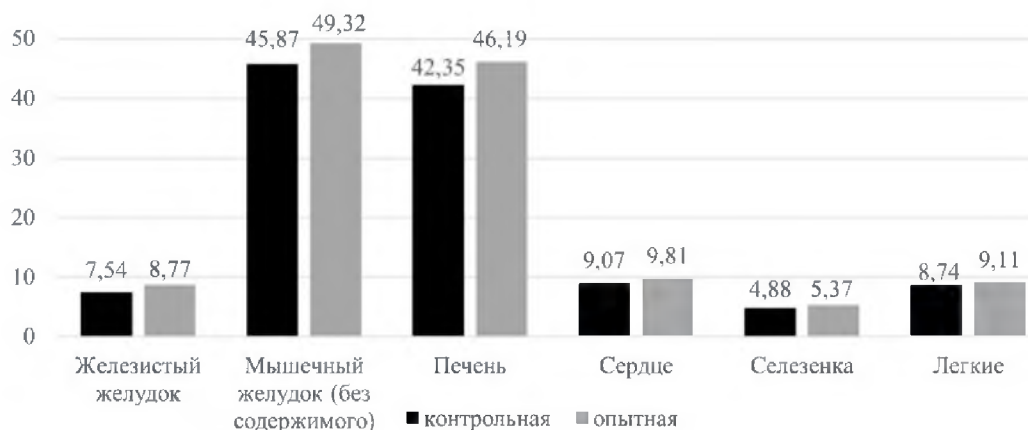


Рисунок 1 – Масса внутренних органов ремонтных молодок в возрасте 17 недель (n = 5)

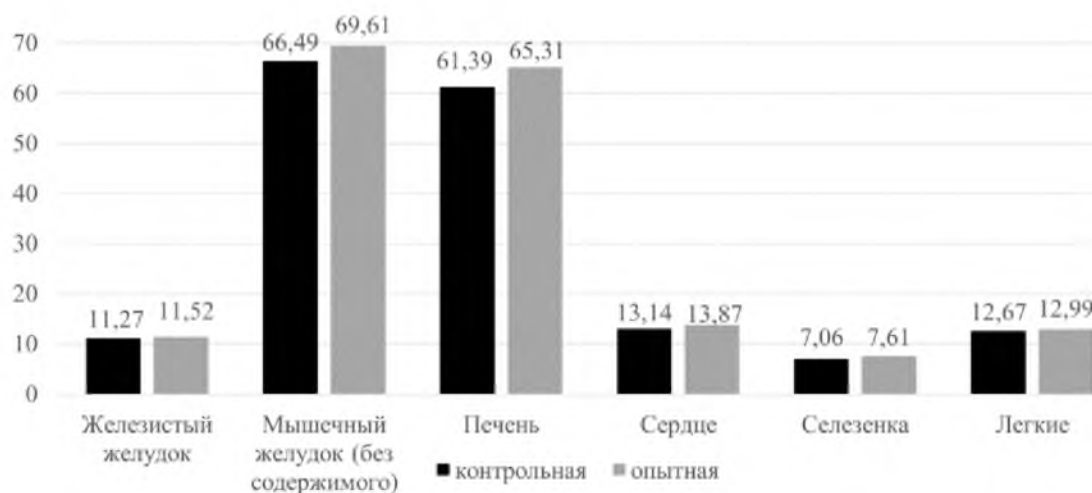


Рисунок 2 – Масса внутренних органов ремонтных молодок в возрасте 22 недель (n=5)

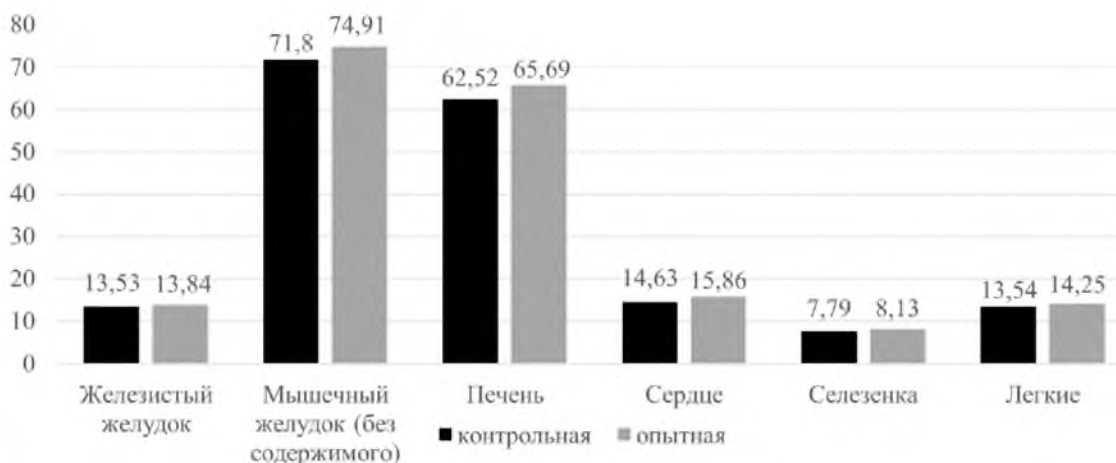


Рисунок 3 – Масса внутренних органов ремонтных молодок в возрасте 25 недель (n=5)

Аналогичная картина наблюдалась и в возрасте 22-ти недель. Масса печени, мышечного желудка и сердца птицы опытной группы также превышала контроль на 4,69 (P<0,05), 6,39 (P<0,05) и 5,56 % (P<0,01). Разница массы железистого желудка, селезенки и легких в опытной группе по отношению к контролю оказалась статистически недостоверной.

В возрасте 25-ти недель наблюдалось увеличение массы мышечного желудка, печени, сердца и легких у ремонтных молодок опытной группы относительно контроля на 4,33 ($P<0,05$), 5,07 ($P<0,05$), 8,41 ($P<0,01$) и 5,24 % ($P<0,01$). По нашему мнению, увеличение массы печени, сердца и легких у ремонтных молодок опытной группы под воздействием биологически активных компонентов изучаемой добавки свидетельствует об улучшении процессов дыхания и кроветворения, что обеспечило усиление окислительно-восстановительных процессов в организме.

Репродуктивный тракт курицы состоит из двух основных частей: яичника и яйцевода. У курицы-несушки функционирует только левый яичник, который расположен в верхней части полости тела, имеет форму маленькой грозди винограда и практически полностью сформирован у суточного цыпленка. В процессе полового созревания птицы яйцеклетка разрастается внутри яичника в полноценный желток. Яйцевод представляет собой длинный трубкообразный орган, прикрепленный связками к позвоночному столбу. В яйцевode формируется яичный альбумин, подскорлупные оболочки и скорлупа.

В процессе роста и развития до 11-ти недельного возраста яичник и яйцевод молодок развиваются одновременно, а затем наблюдается усиленный рост яичника, который продолжается до 17-ти недельного возраста, и это объясняется тем, что под влиянием гормонов сначала развивается яичник, а затем стимулируется рост и развитие яйцевода [1, 5].

Известно, что максимально интенсивное увеличение массы и длины яйцевода наблюдается в возрасте 21-25 недель. У птицы мясных кроссов в возрасте 22 недель начинается яйцекладка, а в 25 недель практически заканчивается развитие репродуктивных органов, и молодая несушка дает полноценные инкубационные яйца. В связи с этим мы изучили развитие репродуктивных органов в возрастном аспекте и с использованием в опытной группе кормовой добавки «ЭСИД-ПАК-4-УЭЙ».

Таблица 1 – Развитие репродуктивных органов у ремонтных молодок (n=5)

Изучаемые показатели	Группа	
	контрольная	опытная
Возраст 17 недель		
Масса яичника, г	2,47±0,12	2,79±0,18
Масса яйцевода, г	10,26±0,17	10,89±0,29
Длина яйцевода, см	28,81±0,41	29,28±0,34
Количество сформированных фолликулов, шт.	-	-
Возраст 22 недели		
Масса яичника, г	38,25±0,69	41,59±0,56**
Масса яйцевода, г	74,18±0,77	77,82±0,93*
Длина яйцевода, см	60,07±0,84	63,81±0,97*
Количество сформированных фолликулов, шт.	4	7
Возраст снесения первого яйца, дн.	148	145
Возраст 25 недель		
Масса яичника, г	47,69±0,79	52,17±0,68**
Масса яйцевода, г	77,94±0,56	80,53±0,49**
Длина яйцевода, см	64,15±0,61	68,21±0,72**
Количество сформированных фолликулов, шт.	9	11

Изучаемая кормовая добавка оказала существенное влияние на формирование яичника и яйцевода молодок опытной группы. В возрасте 17-ти недель мы наблюдали в опытной группе некоторую тенденцию к увеличению массы яичника и яйцевода, а также длины яйцевода. Сформированные фолликулы отсутствуют. Однако в 22-х недельном возрасте четко прослеживается достоверная разница массы яичника на 8,73 %

($P<0,01$), масса яйцевода – на 4,91 % ($P<0,05$) и его длина – на 6,2 3% ($P<0,05$) по отношению к контролю. Прогрессирование увеличения яичника в сравнении с 17-тинедельным возрастом можно объяснить созревaniem фолликулов перед началом яйцекладки. Количество сформированных фолликулов в опытной группе составило 7 штук, против 4 – в контрольной. Возраст снесения первого яйца в I группе составил 145 дней, что на 3 дня меньше, чем в контроле.

В возрасте 25-ти недель при переводе выращенного молодняка в родительское стадо наблюдаются увеличение длины яйцевода и его массы. Превышение по длине яйцевода у птиц опытной группы по отношению к контролю составило 6,32 % ($P<0,01$), а по массе – 3,32 % ($P<0,01$). Масса яичника увеличилась как в возрастном аспекте, так и в разрезе групп. Масса яичника опытной группы превосходила контроль на 4,48 г (9,32 %; $P<0,01$). Количество сформированных фолликулов в опытной группе составило 11 штук, а в контрольной – 9.

Заключение. Использование в рационах ремонтных молодок кормовой добавки «ЭСИД-ПАК-4-УЭЙ» при их выращивании положительно повлияло на основные зоотехнические показатели (живую массу, однородность стада, развитие внутренних органов, формирование яичника и яйцевода). Биологически активные вещества изучаемой добавки способствовали более раннему снесению первого яйца птицей опытной группы. Разница в пользу кур опытной группы составила три дня.

Библиографический список

1. Кочиш, И.И. Проблемы и тенденции развития птицеводческой отрасли [Текст]/ И.И. Кочиш, Д.А. Супрунов, Н.В.Олейник // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2017. – № 9. – С. 87-90.
2. Околелова, Т. Биохимические показатели кроссов «Хайсекс», их продуктивность и качество яиц [Текст]/ Т. Околелова, А. Грачев, Н. Маркелова // Птицеводство. – 2010. – № 1. – С. 33-34.
3. Фисинин, В. Современные подходы к кормлению птицы [Текст]/ В. Фисинин, И. Егоров // Птицеводство. – 2011. – № 3. – С. 7-9.
4. Change in physiological parameters of calves of various breeds under the transport and pre-slaughter stress [Текст] / V.I. Levakhin, I.F. Gorlov, E.A. Azhmuldinov et al. // Nusantara Bioscience. – 2017. – Vol. 9. – №1. – P. 1-5.
5. Effect feed additive “BIO-EXTRA” produced by different technologies to beef production [Текст] / S.N. Shlykov, I.F. Gorlov, V.I. Guzenko et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7. – №4. – P. 1714-1717.
6. Aspartate-complexed minerals in feeding broiler chickens [Текст]/ I. F. Gorlov, Z. B. Komarova, D. N. Nozhnik et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – 7(5). – P. 2890-2898. Retrieved from www.scopus.com
7. The impact of bacillus subtilis KATMIRA1933 supplementation on telomere length and mitochondrial DNA damage of laying hens [Текст]/ M. S. Makarenko, V. A. Chistyakov, A.V. Usatov et al. // Probiotics and Antimicrobial Proteins. – 2018. – № 1-6. (Accepted for printing) – DOI: 10.1007/s12602-018-9440-9.
8. Products of solid-phase probiotic bacilli fermentation increase food conversion efficiency and stimulate chicken growth [Текст]/ Mazanko Maria, S. Klimenko, A. I. Gorlov et al. // American Journal of Biochemistry and Biotechnology. – 2018. – №14(4). – P. 262-271.
9. Bacillus probiotic supplementations improve laying performance, egg quality, hatching of laying hens, and sperm quality of roosters [Текст]/ M. S. Mazanko, I. F. Gorlov, E.V. Prazdnova et al. // Probiotics and Antimicrobial Proteins. – 2018. – №10(2). – P. 367-373.
10. Probiotic intake increases the expression of vitellogenin genes in laying hens [Текст]/ M.S. Mazanko, M.S. Makarenko, V.A. Chistyakov et al. // Probiotics and Antimicrobial Proteins. – 2019. (Accepted for printing). – DOI: 10.1007/s12602-019-9519-y.
11. Productivity and adaptation ability of Holstein cattle of different genetic selections [Текст] / I.F. Gorlov, S.E. Bozhkova, N.I. Mosolova et al. // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. – 2016. – Vol. 40. – №5. – P. 527-533.

12. Products of solid-phase probiotic bacilli fermentation increase food conversion efficiency and stimulate chicken growth [Tekst]/ M.S. Mazanko, A.I. Klimenko, I.F. Gorlov et all. // American Journal of Biochemistry and Biotechnology. – 2018. – Vol. 14. – Issue 4. – P. 262-271.

Reference

1. Kochish, I. I. Problemy i tendencii razvitiya pticevodcheskoj otrasli [Tekst]/ I. I. Kochish, D. A. Suprunov, N. V. Olejnik // Veterinariya, zootehniya i biotekhnologiya. - 2017. - № 9. - P. 87-90.
2. Okolelova, T. Biohimicheskie pokazateli krossov "Hajseks", ih produktivnost' i kachestvo yaic [Tekst]/ T. Okolelova, A. Grachev, N. Markelova // Pticevodstvo. - 2010. - № 1. - P. 33-34.
3. Fisinin, V. Sovremennye podhody k kormleniyu pticy [Tekst]/ V. Fisinin, I. Egorov // Pticevodstvo. - 2011. - № 3. - P. 7-9.
4. Change in physiological parameters of calves of various breeds under the transport and pre-slaughter stress [Tekst]/ V.I. Levakhin, I.F. Gorlov, E.A. Azhmuldinov et all. // Nusantara Bioscience. – 2017. – Vol. 9. – №1. – P. 1-5.
5. Effect feed additive "BIO-EXTRA" produced by different technologies to beef production [Tekst]/ S.N. Shlykov, I.F. Gorlov, V.I. Guzenko et all. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – Vol. 7. – №4. – P. 1714-1717.
6. Aspartate-complexed minerals in feeding broiler chickens [Tekst] / I. F. Gorlov, Z. B. Komarova, D. N. Nozhnik et all. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016. – 7(5). – P. 2890-2898. Retrieved from www.scopus.com
7. The impact of bacillus subtilis KATMIRA1933 supplementation on telomere length and mitochondrial DNA damage of laying hens [Tekst]/ M. S. Makarenko, V. A. Chistyakov, A.V. Usatov et all. //Probiotics and Antimicrobial Proteins. – 2018. –№ 1-6. (Accepted for printing) – DOI: 10.1007/s12602-018-9440-9.
8. Products of solid-phase probiotic bacilli fermentation increase food conversion efficiency and stimulate chicken growth [Tekst]/ Mazanko Maria, S. Klimenko, A. I. Gorlov et all. //American Journal of Biochemistry and Biotechnology. – 2018. – №14(4). – P. 262-271.
9. Bacillus probiotic supplementations improve laying performance, egg quality, hatching of laying hens, and sperm quality of roosters [Tekst]/ M. S. Mazanko, I. F. Gorlov, E.V. Prazdnova et all. // Probiotics and Antimicrobial Proteins. – 2018. – №10(2). – P. 367-373.
10. Probiotic intake increases the expression of vitellogenin genes in laying hens [Tekst]/ M.S. Mazanko, M.S. Makarenko, V.A. Chistyakov et all. //Probiotics and Antimicrobial Proteins. – 2019. (Accepted for printing). – DOI: 10.1007/s12602-019-9519-y.
11. Productivity and adaptation ability of Holstein cattle of different genetic selections [Tekst]/ I.F. Gorlov, S.E. Bozhkova, N.I. Mosolova et all. // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. – 2016. – Vol. 40. – №5. – P. 527-533.
12. Products of solid-phase probiotic bacilli fermentation increase food conversion efficiency and stimulate chicken growth [Tekst]/ M.S. Mazanko, A.I. Klimenko, I.F. Gorlov et all. // American Journal of Biochemistry and Biotechnology. – 2018. – Vol. 14. – Issue 4. – P. 262-271.

E-mail: niimmp@mail.ru

УДК 636.2:612.111

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-27

РЕАКЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРАСНОЙ КРОВИ НЕТЕЛЕЙ НА ДЛИТЕЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ТРАНСПОРТНОГО СТРЕССА REACTION OF THE INDICATORS OF RED BLOOD OF HEIFERS TO THE LASTING EFFECT OF TRANSPORT STRESS

А.О. Фёдорова, кандидат биологических наук, доцент
Н.С. Кухаренко, доктор ветеринарных наук, профессор

A.O. Fedorova, N.C. Kukharenko

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет» г. Благовещенск
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "far Eastern state agrarian University" Blagoveshchensk

В современном животноводстве вопрос о транспортировке животных стоит особенно остро. По изменению показателей клинической картины крови можно судить о степени развития транспортной болезни. С момента возникновения стресс-фактора существуют два периода

изменений в системе крови (первый период возникает через 48 часов, второй – через 72 часа), которые соответствуют первой и второй стадии развития транспортной болезни. Если воздействие стресс-фактора продолжается, тогда начинается третий этап ответной реакции организма животного, связанный со стадией истощения, в период которой происходит снижение числа клеток в различных отделах системы крови до критических величин, несовместимых с жизнью. На сегодня в животноводстве для профилактики стресса широко апробированы пробиотические препараты, содержащие живые микроорганизмы, относящиеся к нормальной микрофлоре пищеварительного тракта. Вопрос о том, как реагируют показатели красной крови нетелей на длительное воздействие транспортного стресса и коррекцию его влияния пробиотическим препаратом «Интестевит», ещё не изучен. В работе представлен анализ динамики изменений показателей красной крови нетелей на длительное воздействие транспортного стресс-фактора и его коррекцию пробиотическим препаратом. Исследования проводили на нетелях, завозимых в хозяйства Амурской области. Установлено, что реакция красной крови у нетелей на длительный транспортный стресс проявлялась неодинаково. У большинства животных (в 60% случаев), которым ничего не применяли для профилактики стресса, в красной крови происходили изменения, указывающие на развитие анемического состояния, у других (40 %) нетелей этой же группы проявлялись признаки общей дегидратации организма на фоне действия перенесенного стресса. Применение пробиотического препарата «Интестевит» в опытной группе позволило 70 % нетелям легче пережить длительный транспортный стресс и потратить меньше времени на восстановление организма после воздействия транспортного стресса.

In modern animal husbandry, the issue of transporting animals is particularly acute. By changing the indicators of the clinical picture of blood, one can judge the degree of development of a transport disease. Since the onset of the stress factor, there are two periods of changes in the blood system: the first period occurs after 48 hours, the second after 72 hours, which correspond to the first and second stages of the development of a transport disease. If the impact of the stress factor continues, then the third stage of the animal's response begins to develop, associated with the depletion stage, during which the number of cells in various parts of the blood system decreases to critical values incompatible with life. Today, probiotic preparations containing live microorganisms belonging to the normal microflora of the digestive tract are widely tested in animal husbandry for the prevention of stress. The question of how the indicators of red blood heifers react to the long-term effects of transport stress and the correction of its effect with the probiotic drug «Inteshevit» have not yet been studied. The paper presents an analysis of the dynamics of changes in the indicators of red blood heifers on the long-term effect of the transport stress factor and its correction with a probiotic preparation. Studies were carried out on heifers imported into the farms of the Amur region. It was established that the reaction of red blood in heifers to prolonged transport stress was manifested differently. In most animals, in 60% of cases for which nothing was used to prevent stress, there were changes in the red blood indicating the development of an anemic state, in others (40%) of the same group there were signs of general dehydration of the body against the background of the effects of the transferred stress. The use of the probiotic preparation Inteshevit in the experimental group made it possible for 70% of the healers to more easily suffer prolonged transport stress and spend less time recovering the body after exposure to transport stress.

Ключевые слова: транспортный стресс коров, нетели, кровь нетелей, эритроциты, гемоглобин.

Key words: transport stress, heifers, blood, red blood cells, hemoglobin.

Введение. В современном животноводстве вопрос о транспортировке животных стоит особенно остро, так как именно из-за её длительного воздействия в организме животных происходит ответная неспецифическая реакция, проявляющаяся в снижении резистентности организма и развитии транспортной болезни [5, 10]. С момента возникновения стресс-фактора существуют два периода изменений в системе крови (первый период возникает через 48 часов, второй – через 72 часа), которые соответствуют первой и второй стадии развития стресса. На протяжении 12 часов от начала воздействия транспортного стресса и на всем протяжении первого периода в периферической крови происходит уве-

личение нейтрофильных гранулоцитов на фоне снижения лимфоцитов и эозинофилов. Первый период изменений периферической крови соотносят со стадией тревоги (т.е. первой стадией развития стресса). К концу этого периода все вышеперечисленные изменения показателей выравниваются, и наступает второй период, на протяжении которого в красном костном мозге происходит интенсивное образование красных и белых кровяных клеток. Если воздействие стресс-фактора продолжается, тогда начинает развиваться третий этап ответной реакции организма животного, связанный со стадией истощения. В период этой стадии происходит снижение числа клеток в различных отделах системы крови до критических величин, несовместимых с жизнью [2, 3, 7].

Проблема стрессов в животноводстве и обусловленные ими значительные экономические убытки, особенно проявляющиеся в условиях промышленных технологий, стоят в ряду актуальных научно-практических вопросов разработки эффективных методов профилактики негативного влияния стресс-факторов на физиологическое состояние и продуктивность сельскохозяйственных животных. Поэтому с профилактической целью используют множество различных ветеринарных препаратов, но они не всегда дают желаемый эффект [1, 14, 15]. Для сглаживания стресс-реакции в положении о транспортировке скота рекомендовано использовать нейролептические препараты (аминазин), но они могут оставлять негативный след в виде нарушения деятельности центральной нервной системы [1, 13, 14]. На сегодня с целью профилактики транспортного стресса широко апробированы пробиотические препараты, которые содержат живые микроорганизмы, относящиеся к нормальной микрофлоре пищеварительного тракта [8, 11, 12]. При попадании этих препаратов в желудочно-кишечный тракт в нем начинают выделяться биологически активные вещества и функционировать системы микробных клеток, оказывающие как прямое действие на патогенные и условно-патогенные микроорганизмы, так и опосредованное – путем активизации специфических и неспецифических систем защиты всего организма животного. В этот же период бактериальные клетки пробиотика активно продуцируют физиологически активные субстраты, дополняющие комплексное лечебно-профилактическое действие не только в пищеварительном тракте, но и во всем организме животного, при этом снижая неблагоприятное воздействие стресс-фактора [4, 6, 11].

Ученые факультета ветеринарной медицины и зоотехнии ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ» уже много лет работают с различными пробиотическими препаратами, которые используют при лечении и профилактике болезней незаразной природы. Наиболее эффективным оказался пробиотик «Интестевит», состоящий из бифидобактерий (*Bifidobacterium globosum*), энтерококков (*Enterococcus faecium*), спорообразующих бактерий (*Bacillus subtilis*) и продуктов их метаболизма, которые продуцируют комплекс биологически-активных соединений, улучшают переваримость и усвоение питательных веществ, стимулируют ферментативные процессы в кишечнике, контролируют кислотный баланс, а также угнетают условно-патогенную микрофлору и повышают естественную резистентность организма животных [7, 4, 10]. Вопрос о том, как реагируют показатели красной крови нетелей на длительное воздействие транспортного стресса и коррекцию его влияния пробиотическим препаратом «Интестевит», ещё до конца не изучен.

Цель работы – изучить динамику изменений показателей красной крови нетелей на длительное воздействие транспортного стресс-фактора и его коррекцию пробиотическим препаратом «Интестевит».

Материалы и методы. Фоновые исследования проводили в ОАО «Белореченское» Иркутской области на нетелях 8-9 месячного срока стельности, готовящихся к отправке в хозяйства Амурской области. После клинического исследования крови жи-

вотных разделили на две группы. Животные опытной группы получали пробиотический препарат «Интестевит» по следующей схеме (таблица 1). В дороге нетели находились 4 суток, поение, кормление по маршрутной инструкции.

Таблица 1 – Схема опыта, n=40

Мероприятия	Кол-во животных, голов	Опытная группа	Контрольная группа
I. До перевозки			
Гематология	40	Произвольно	
Пробиотик «Интестевит»	40	За 7 дней, 5 доз/гол. 1 раз в день	-
II. По прибытии в хозяйство			
Пробиотик «Интестевит»	40	В течение 7 дней, 10 доз/гол. 1 раз в день	-
Гематология:			
- 2-й день	20	10	10
- 15-й день	20	10	10

Кровь отбирали и исследовали общепринятыми методиками. Полученный цифровой материал обрабатывали по методу С.Б. Стефанова и Н.С. Кухаренко [9].

Результаты. В периферической крови у нетелей перед транспортировкой в среднем клинические показатели находились в пределах физиологической нормы (таблица 2).

Таблица 2 – Средние показатели красной крови крупного рогатого скота, $M \pm m$

Показатели	В норме (Никитин)	До перевозки, n=40	После перевозки			
			2-й день		15-й день	
			«К», n=10	«О», n=10	«К», n=10	«О», n=10
Эритроциты $\times 10^{12}/л$	5,0-7,0	6,8 $\pm$ 0,51	5,9 $\pm$ 0,68	6,1 $\pm$ 1,16	6,5 $\pm$ 0,30*	6,2 $\pm$ 0,31*
Гемоглобин г/л	90-120	116 $\pm$ 0,87	90,1 $\pm$ 7,95	93,9 $\pm$ 4,01	103,3 $\pm$ 4,29	103,3 $\pm$ 2,61
СОЭ мм/час	0,5-1,5	1,0 $\pm$ 0	1,1 $\pm$ 0,2**	1,0 $\pm$ 0,12**	1,0 $\pm$ 0	1,0 $\pm$ 0

Примечание: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

У животных после транспортировки в обеих группах показатели хоть и остались в пределах физиологической нормы, но всё-таки наблюдалось снижение количества эритроцитов и содержания гемоглобина в крови, причем в опытной группе эти показатели снизились не так значительно по сравнению с контрольной. Так, в контрольной группе на второй день после транспортировки содержание гемоглобина в крови снизилось на 22,3 % в сравнении с фоном, тогда как в группе с применением пробиотического препарата «Интестевит» снижение произошло на 19 %. Количество содержания эритроцитов в контрольной группе на второй день после перевозки снизилось на 13,2 %, а в опытной – на 10,3 %.

К пятнадцатому дню после транспортировки у крупного рогатого скота в обеих группах содержание количества данных показателей выравнивалось и находилось на одном уровне в пределах физиологической нормы. Скорость оседания эритроцитов по средним величинам тоже находилось в пределах физиологической нормы. Но известно, что ответная реакция организма животных на длительное воздействие транспортного стресса является индивидуальной, что прослеживается в динамике изменения показателей крови в индивидуальном порядке. Поэтому для полноты картины при анализе про-

явления стресс-реакции животных в контроле и опыте разделили по группам, отреагировавших на второй и 15-й день после транспортировки: резким снижением показателей крови; резким увеличением показателей и животных, которые спокойно отреагировали на стресс-фактор (таблицы 3-5). В данных таблицах (3-5) для удобства анализа динамики изменений показателей красной крови после транспортировки пришлось разбить показатели фоновых результатов столбца «до транспортировки» соответственно графам (ниже, выше и в пределах физиологической нормы).

Перед транспортировкой у всех животных содержание эритроцитов в периферической крови находилось в пределах физиологической нормы (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика изменений показателей эритроцитов, n=20

Показатель после транспортировки	Кол-во животных в группе	До транс- портровки		После транспортировки			
		Кол- во	%	На 2-й день		На 15-й день	
				Кол- во	%	Кол- во	%
КОНТРОЛЬ							
Ниже границы физиологической нормы	6	6,71± 0,260	100	4,31± 0,163	-35,76	6,18± 0,310	-7,89
Выше границы физиологической нормы	4	6,70± 0,330	100	8,23± 0,109	22,84	7,04± 0,299	5,07
В пределах физиологической нормы	0	0	0	0	0	0	0
ИТОГО 10 голов, M±m		6,8±0,16		5,9±0,68		6,5±0,30**	
ОПЫТ							
Ниже границы физиологической нормы	2	6,58	100	4,69	-28,7	6,40	-2,7
Выше границы физиологической нормы	1	6,46	100	8,68	34,4	5,63	- 12,8
В пределах физиологической нормы	7	6,53± 0,291	100	6,16± 0,177	-19,75	6,26± 0,101	-4,13
ИТОГО 10 голов, M±m		6,5±0,60		6,1±1,16		6,2±0,31**	
Норма (Никитин)		(5,0-7,0)× 10 ¹² /л		(5,0-7,0)× 10 ¹² /л		(5,0-7,0)× 10 ¹² /л	

Примечание: * P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001

На второй день после транспортировки произошло снижение эритроцитов в крови у животных в обеих группах. В контрольной группе у шести голов на 35,76 % снизилось количество эритроцитов ниже физиологической нормы в сравнении с фоновыми показателями, а у четырёх коров произошел скачок данного показателя на 22,84 % выше физиологической нормы. Животных, перенесших стресс без отклонений показателей крови от физиологической нормы, не было.

В опытной группе в данный период количество эритроцитов в периферической крови было на 28,7 % ниже физиологической нормы у двух нетелей в сравнении с фоном, и только у одного животного, наоборот, наблюдалось их увеличение на 34,4 %. У семи голов нетелей в опытной группе этот показатель был в пределах физиологической нормы.

Таким образом, животные в этой группе отреагировали на стресс более спокойно, чем животные контрольной группы, которые все отреагировали на стресс либо увеличением количества эритроцитов в крови, либо их резким снижением, что говорит о ярко проявившейся стресс-реакции организма.

К пятнадцатому дню показатели содержания эритроцитов в крови нормализовались в обеих группах и находились в пределах физиологической нормы.

Показатели гемоглобина до транспортировки были в пределах физиологической нормы у животных в обеих группах (таблица 4).

В контрольной группе на второй день после транспортировки животных у пяти нетелей в крови наблюдалось резкое снижение количества гемоглобина на 37,5 % ниже фоновых показателей и на 23,5 % ниже нижней границы физиологической нормы, что явилось критичным для животных, находящихся в состоянии глубокой стельности. В опытной группе тоже наблюдалось снижение данного показателя у трёх животных, на 24,7 % ниже фоновых показателей и на 7,4 % ниже нижней границы физиологической нормы.

К пятнадцатому дню у некоторых животных из контрольной группы содержание гемоглобина достигло физиологической нормы, но было на уровне нижней границы, это говорит о том, что этим животным потребовалось больше времени для восстановления организма. У животных опытной группы показатели содержания гемоглобина были в пределах физиологической нормы.

Таблица 4 – Динамика изменений показателей гемоглобина, n = 20

Показатели после транспортировки	Кол-во животных в группе	До транспор- тировки		После транспортировки			
				На 2-й день		На 15-й день	
		Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
КОНТРОЛЬ							
Ниже границы физиологической нормы	5	110± 7,93	100	68,8± 6,01	-37,5	94± 4,72	-14,5
В пределах физиологической нормы	5	118,4± 5,79	100	111,4± 2,15	- 5,9	112,6± 4,08	-4,9
Выше границы физиологической нормы	0	0	0	0	0	0	0
ИТОГО 10 голов, M±m		114,2±4,36		90,1±7,95		103,3±4,29	
ОПЫТ							
Ниже границы физиологической нормы	3	110,7± 8,82	100	83,3± 1,68	-24,7	105± 1,21	-5,1
В пределах физиологической нормы	7	114,4± 4,08	100	98,4± 4,54	-13,9	102,6± 1,81	-10,3
Выше границы физиологической нормы	0	0	0	0	0	0	0
ИТОГО 10 голов, M±m		113,3±3,21		93,9±4,01		103,3±2,61	
Норма (Никитин)		90-120 г/л		90-120 г/л		90-120 г/л	

Помимо изменений показателей содержания эритроцитов и гемоглобина, у крупного рогатого скота в крови наблюдались изменения в скорости оседания эритроцитов (СОЭ). До транспортировки поголовья данный показатель был в пределах физиологической нормы у всех животных (таблица 5).

У трех нетелей в контрольной группе на второй день после транспортировки показатели скорости оседания эритроцитов увеличивались почти в два раза (90 %) в сравнении с фоновыми показателями. У животных опытной группы в этот период увеличение СОЭ выявлено у двух нетелей на 65 %. Также у семи нетелей контрольной группы наблюдается уменьшение СОЭ на 25 %, хотя эти показатели остаются в пределах физиологической нормы.

Увеличение СОЭ происходит при анемиях, сопровождающихся значительным уменьшением вязкости крови. Снижение СОЭ происходит при увеличении вязкости крови вследствие общей дегидратации организма.

К пятнадцатому дню у животных в обеих группах все показатели достигают физиологической нормы.

Таблица 5 – Динамика изменений показателей скорости оседания эритроцитов (СОЭ), n=20

Показатели после транспортировки	Кол-во животных в группе	До транс- портировки		После транспортировки			
		Кол- во	%	На 2-й день		На 15-й день	
				Кол- во	%	Кол- во	%
КОНТРОЛЬ							
Выше границы физиологической нормы	3	1	100	1,9± 0,08	90	1	100
В пределах физиологической нормы	7	1	100	0,75± 0,076	-25	1	100
Ниже границы физиологической нормы	0	0	0	0	0	0	0
ИТОГО 10 голов, M±m		1±0		1,1±0,2		1±0	
ОПЫТ							
Выше границы физиологической нормы	2	1	100	1,65	65	1	100
В пределах физиологической нормы	8	1	100	1	100	1	100
Ниже границы физиологической нормы	0	0	0	0	0	0	0
ИТОГО 10 голов, M±m		1±0		1,0±0,12		1±0	
Норма (Никитин)		0,5-1,5 мм/час		0,5-1,5 мм/час		0,5-1,5 мм/час	

Обсуждение. У животных на фоне воздействия длительного транспортного стресса выявлены нарушения синтеза гемоглобина при развитии анемического состояния. Некоторые авторы считают, что данные процессы происходят в связи с ускоренным созреванием клеток, вырабатываемых костным мозгом, и отторжением их в кровяное русло. Они отличаются высокой способностью связывать кислород, но продолжительность их жизни малая. Другие авторы считают, что регенерация крови в условиях стресса включает синтез гемоглобина и образование эритроцитов, которые коррелируют с количеством белков плазмы крови и влияют на изменения в структуре гемоглобина [3]. В своих исследованиях ряд авторов установил, что при транспортировке животных автомобильным транспортом с регулирующим микроклиматом на протяжении 1,5 часа на расстояние 50 км наступает снижение гемоглобина на 51,1 %, а количество эритроцитов снижается на 6,82 %. С увеличением расстояния отмечалось дальнейшее уменьшение вышеперечисленных показателей [2, 6].

Некоторые авторы считают, что различные стресс-факторы, воздействующие на организм животных, вызывают развитие стрессовой реакции, что приводит к дефициту энергообеспечения и мобилизации энергетических ресурсов. В данной ситуации недостаток в организме энергетического материала может привести организм к третьей стадии стресса – стадии истощения. Но она может наступить не в прямом смысле, а в косвенном, так как в организме животного могут начаться дистрофические изменения тимусо-лимфатической системы и нарушение обмена веществ на фоне снижения естественной резистентности, вследствие чего могут проявиться заболевания различных систем организма неинфекционной этиологии, усугубляющие адаптационные способности животных, перенесших длительный транспортный стресс, так как организм животного не всегда может приспособиться к факторам внешней среды, меняющимся без учета особенностей организма, сельскохозяйственные животные высокопродуктивных пород очень чувствительны к сменам обстановки, условиям кормления и содержания, они отличаются меньшей резистентностью к влиянию неблагоприятных факторов и большой восприимчивостью к воздействию стресса [3, 14, 15].

Мы считаем, что у животных, у которых произошло снижение количества эритроцитов, содержания гемоглобина и увеличение СОЭ, проявились симптомы развития анемического состояния в результате действия стресса в период транспортировки и после неё. В свою очередь, у других животных на фоне стрессовой реакции на длительную транспортировку произошла общая дегидратация организма, и поэтому содержание количества эритроцитов и скорость их оседания увеличились.

Заключение. Реакция красной крови у животных на длительный транспортный стресс проявляется неодинаково. У большинства животных, которым для профилактики стресса ничего не применяли, в красной крови происходило снижение количества эритроцитов на 35,76 %, содержания гемоглобина на 37,5 % и увеличение СОЭ в 2 раза, что указывает на развитие анемического состояния. У других нетелей этой же группы происходило увеличение содержания количества эритроцитов на 22,84 % и наблюдалось уменьшение скорости оседания эритроцитов на 25 %, что, в свою очередь, указывает на признаки общей дегидратации организма на фоне действия перенесенного стресса.

Применение пробиотического препарата «Интестевит» в опытной группе по указанной схеме позволило нетелям легче перенести воздействие длительного транспортного стресса и потратить меньше времени на восстановление организма после воздействия стресс-фактора.

Библиографический список

1. Ветеринарно-санитарные правила перевозки животных, птицы, рыбы, продуктов и сырья животного происхождения автомобильным транспортом (утв. Госагропромом СССР 30.01.1986 N 432-5) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://legalacts.ru/doc/veterinarno-sanitarnye-pravila-perevozki-zhivotnykh-ptitsy-ryby-produktov/>
2. Желнина, М. А. Способ профилактики транспортного стресса у домашних животных [Электронный ресурс] / М. А. Желнина, О. Б. Сеин // Auditorium: Электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2014. – № 4.
3. Кассиль, Г. Н. Некоторые гуморально-гормональные и барьерные механизмы стресса [Текст] / Г. Н. Кассиль // Актуальные проблемы стресса. – Кишинев, 2011.
4. Кухаренко, Н.С. Пробиотики и их роль в профилактике стрессов у животных [Текст] / Н.С. Кухаренко, А.О. Фёдорова, Н.Ю. Окроян // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – Вып 1. – С. 40-44.
5. Кухаренко, Н.С. Развитие молодняка в постфетальный период от коров завезенных из других регионов [Текст] / Н.С. Кухаренко, А.О. Фёдорова // Ekoloji 27(106): e601 (2018) Foundation Environmental Protection & Research-FEPR Received: 1 Jul 2018 / Accepted: 30 Sep 2018.
6. Лучкин, К.Ю. Гематологические показатели свиней при применении в их рационе пробиотиков [Текст] / К.Ю. Лучкин, О.Ю. Рудишин, С.В. Бурцева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (101). – С. 69-71.
7. Реакция крови крыс на длительный стресс и его коррекцию пробиотиком [Текст] / Н.С. Кухаренко, А.О. Фёдорова, О.В. Литвиненко и др. // Материалы за 10-а международна научна практична конференция, «Бъдещите изследвания». – Том 42. Химия и химически технологии. Ветеринарна наука. – София, 2014.. – С. 81-87.
8. Севрюков, А.В. Спорообразующие пробиотические бактерии в ветеринарии и медицине [Текст] / А.В. Севрюков // Валеология. – 2013. – № 2. – С. 49-55.
9. Стефанов, С.Б. Ускоренный способ количественного сравнения морфологических признаков [Текст]: научно-методические рекомендации / С.Б. Стефанов, Н.С. Кухаренко. Благовещенск: РИО Амурского полиграфиздат, 1988. – 34 с.
10. Фёдорова, А.О. Психо-эмоциональное состояние овец после длительной транспортировки [Текст] / А.О. Фёдорова, Н.С. Кухаренко // Дальневосточный аграрный вестник. – 2016. – Вып 1. – С. 59-63.
11. Эффективность применения синбиотического препарата на основе штамма *Bacillus subtilis* B1895 в аквакультуре и ветеринарии [Текст] / А.В. Севрюков, М.А. Морозова, Ю.И. Левченко и др. // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2013. – №4. – С. 49–56.

12. Dinan, T.G. Regulation of the stress response by the gut microbiota: implications for psychoneuroendocrinology [Tekst] / T.G. Dinan, J.F.Cryan // Psychoneuroendocrinology. – 2012. – Vol.37. – № 9. – P. 1369–1378.
13. Sapolsky, Robert M. Psychology of stress: series (masters of psychology) [Tekst] / Robert M. Sapolsky, 2015. – 480 p.
14. Yuen, E.Y. Molecular and Epigenetic Mechanisms for the Complex Effects of Stress on Synaptic Physiology and Cognitive Functions [Tekst] / E.Y. Yuen, J. Wei, Z. Yan // Int J Neuropsychopharmacol. – 2017. – №20(11). – P. 948-955.
15. Willner, P. The chronic mild stress (CMS) model of depression: History, evaluation and usage [Tekst] / P. Willner // Neurobiol Stress. – 2017. – №6. – P. 78-93.

Reference

1. Veterinarno-sanitarnye pravila perevozki zhivotnykh, ptitsy, ryby, produktov i syr'ya zhivotnogo proisxozhdeniya avtomobil'nykh transportom (utv. Gosagropromom SSSR 30.01.1986 N 432-5) [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: <http://legalacts.ru/doc/veterinarno-sanitarnye-pravila-perevozki-zhivotnykh-ptitsy-ryby-produktov/>
2. Zhelnina, M. A. Sposob profilaktiki transportnogo stressa u domashnih zhivotnykh [Elektronnyy resurs] / M. A. Zhelnina, O. B. Sein // Auditorium: Elektronnyy nauchnyy zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2014. – № 4.
3. Kassil', G. N. Nekotorye gumoral'no-gormonal'nye i bar'ernye mehanizmy stressa [Tekst] / G. N. Kassil' // Aktual'nye problemy stressa. – Kishinev, 2011.
4. Kuharenko, N. S. Probiotiki i ih rol' v profilaktike stressov u zhivotnykh [Tekst] / N. S. Kuharenko, A. O. Fjodorova, N. Yu. Okroyan // Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – 2017. – Vyp 1. – P. 40-44.
5. Kuharenko, N. S. Razvitie molodnyaka v postfetal'nyy period ot korov zavezennykh iz drugih regionov [Tekst] / N. S. Kuharenko, A. O. Fjodorova // Ekoloji 27(106): e601 (2018) Foundation Environmental Protection & Research-FEPR Received: 1 Jul 2018 / Accepted: 30 Sep 2018.
6. Luchkin, K. Yu. Gematologicheskie pokazateli sviney pri primenении v ih racione probiotikov [Tekst] / K. Yu. Luchkin, O. Yu. Rudishin, S. V. Burceva // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 3 (101). – P. 69-71.
7. Reakciya krovi krysa na dlitel'nyy stress i ego korektsiyu probiotikom [Tekst] / N. S. Kuharenko, A. O. Fjodorova, O. V. Litvinenko i dr. // Materialy za 10-a mezhdunarodna nauchna praktichna konferenciya, "B'deschite izsledvaniya". – Tom 42. Himiya i himicheskie tehnologii. Veterinarnaya nauka. – Sofiya. "Byal GRAD-BG" OOD, 2014.. – P. 81-87.
8. Sevryukov, A. V. Sporoobrazuyushchie probioticheskie bakterii v veterinarии i medicine [Tekst] / A. V. Sevryukov // Valeologiya. – 2013. – № 2. – P. 49-55.
9. Stefanov, S. B. Uskorennyy sposob kolichestvennogo sravneniya morfologicheskikh priznakov [Tekst]: nauchno-metodicheskie rekomendacii / S. B. Stefanov, N. S. Kuharenko. Blagoveshensk: RIO Amurprpoligrafizdat, 1988. – 34 p.
10. Fjodorova, A. O. Psiho-jemotsional'noe sostoyanie ovec posle dlitel'noy transportirovki [Tekst] / A. O. Fjodorova, N. S. Kuharenko // Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – 2016. – Vyp 1. – P. 59-63.
11. Jefferktivnost' primeneniya sinbioticheskogo preparata na osnove shtamma Bacillus subtilis V1895 v akvakul'ture i veterinarии [Tekst] / A. V. Sevryukov, M. A. Morozova, Yu. I. Levchenko i dr. // Aktual'nye voprosy veterinarnoy biologii. – 2013. – №4. – P. 49-56.
12. Dinan, T.G. Regulation of the stress response by the gut microbiota: implications for psychoneuroendocrinology [Tekst] / T.G. Dinan, J.F.Cryan // Psychoneuroendocrinology. – 2012. – Vol.37. – № 9. – P. 1369–1378.
13. Sapolsky, Robert M. Psychology of stress: series (masters of psychology) [Tekst] / Robert M. Sapolsky, 2015. – 480 p.
14. Yuen, E.Y. Molecular and Epigenetic Mechanisms for the Complex Effects of Stress on Synaptic Physiology and Cognitive Functions [Tekst] / E.Y. Yuen, J. Wei, Z. Yan // Int J Neuropsychopharmacol. – 2017. – №20(11). – P. 948-955.
15. Willner, P. The chronic mild stress (CMS) model of depression: History, evaluation and usage [Tekst] / P. Willner // Neurobiol Stress. – 2017. – №6. – P. 78-93.

**СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ГЕЛЬМИНТОЗОВ СОБАК
ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ****THE SISTEMATIC REVIEW OF HELMINTHIASES OF DOGS
OF THE VOLGOGRAD REGION****К.С. Каменев, аспирант****А.Н. Шинкаренко, доктор ветеринарных наук, профессор****K.S. Kamenov, A.N. Shinkarenko***Волгоградский государственный аграрный университет**Volgograd State Agrarian University*

Гельминтозы собак на территории Волгоградской области имеют значительное распространение. Видовое разнообразие гельминтов представлено 21 паразитом из трех систематических групп: нематоды – *Toxocara canis*, *Ancylostoma caninum*, *Crenosoma vulpis*, *Dirofilaria immitis*, *Dirofilaria repens*, *Uncinaria stenocephala*, *Toxascaris leoninae*, *Thominx aerophilus*, *Spirocerca lupi*, *Diocotophyma renale*; цестоды – *Mesocostoides lineatus*, *Multiceps multiceps*, *Taenia hydatigena*, *Taenia ovis*, *Taenia pisiformis*, *Echinococcus granulosus*, *Diphyllbothrium latum*, *Dipylidium caninum*; трематоды – *Alaria alata*, *Opisthorchis felinus*, *Pseudamphistomum truncatum*. Из числа гельминтов собак наиболее часто регистрировались *Toxocara canis* (57,1 %), *Dirofilaria immitis* (23,8 %), *Toxascaris leoninae* (18,3 %), *Ancylostoma caninum* (6,2 %), *Dipylidium caninum* (29,6 %), *Echinococcus granulosus* (10,5 %), *Taenia hydatigena* (10,0 %), *Multiceps multiceps* (7,6 %), *Diphyllbothrium latum* (6,2 %). У собак на территории г. Волгограда и области было установлено 9 зооантропонозных гельминтозов. Соотношение таксономических групп гельминтов: *Nematoda* 57,6 %, *Cestoda* 31,4 %, *Trematoda* 11,0 %. В результате проделанной работы проведено картографирование зонального распространения гельминтозов по районам: Фроловский, Ленинский, Иловлинский, Михайловский, Ольховский. Самые высокие показатели инвазированности собак и фаунистического многообразия гельминтов были выявлены во Фроловском, Ленинском и Иловлинском районах Волгоградской области. В Иловлинском установлено самое большое количество видов гельминтов (18) у собак, экстенсивности инвазии собак гельминтами в этом районе также выше, чем в других (*Toxocara canis* 69,6 %, *Ancylostoma caninum* 12,6 %, *Dirofilaria immitis* 21,8 %, *Toxascaris leoninae* 32,4 %, *Uncinaria stenocephala* 1,4 %, *Thominx aerophilus* 1,2 %, *Dipylidium caninum* 32,8 %, *Echinococcus granulosus* 27,8 %, *Taenia hydatigena* 18,4 %, *Multiceps multiceps* 14,2 %, *Diphyllbothrium latum* 7,4 %). Инвазия трематодами в этом районе лидирующая – *Alaria alata* 8,6 %, *Opisthorchis felinus* 1,2 %, *Pseudamphistomum truncatum* 7,2 %.

Helminthiasis of dogs in the Volgograd region has a significant distribution. Species diversity of helminths is represented by 21 parasites from three systematic groups: nematodes - *Toxocara canis*, *Ancylostoma caninum*, *Crenosoma vulpis*, *Dirofilaria immitis*, *Dirofilaria repens*, *Uncinaria stenocephala*, *Toxascaris leoninae*, *Thominx aerophilus*, *Spirocerca lupi*, *Diocotophyma renale*; cestodes - *Mesocostoides lineatus*, *Multiceps multiceps*, *Taenia hydatigena*, *Taenia ovis*, *Taenia pisiformis*, *Echinococcus granulosus*, *Diphyllbothrium latum*, *Dipylidium caninum*; trematodes - *Alaria alata*, *Opisthorchis felinus*, *Pseudamphistomum truncatum*. Among the worms of dogs, the most frequently recorded were *Toxocara canis* (57,1%), *Dirofilaria immitis* (23,8%), *Toxascaris leoninae* (18,3%), *Ancylostoma caninum* (6,2%), *Dipylidium caninum* (29,6 %), *Echinococcus granulosus* (10,5%), *Taenia hydatigena* (10,0%), *Multiceps multiceps* (7,6%), *Diphyllbothrium latum* (6,2%). In dogs, in the city of Volgograd and the region, 9 zoonanthropotic helminthiasis were found. The ratio of taxonomic groups of helminths: *Nematoda* 57,6%, *Cestoda* 31,4%, *Trematoda* 11,0%. As a result of the work done, mapping of the zonal distribution of helminth infections was carried out in the regions: Frolovsky, Leninsky, Ilovinsky, Mikhailovsky, Olkhovsky. The highest rates of dog invasion and faunal diversity of helminths were found in the Frolovsky, Leninsky and Ilovinsky districts of the Volgograd region. Ilovinsky district has the largest number of helminth species (18) in dogs, the extensiveness of dog infestation with helminths in this area is also higher than in oth-

ers (*Toxocara canis* 69,6%, *Ancylostoma caninum* 12,6%, *Dirofilaria immitis* 21,8%, *Toxascaris leoninae* 32,4%, *Uncinaria stenocephala* 1,4%, *Thominx aerophilus* 1,2%, *Dipylidium caninum* 32,8%, *Echinococcus granulosus* 27,8%, *Taenia hydatigena* 18,4%, *Multiceps multiceps* 14,2%, *Diphyllbothrium latum* 7,4 %). The trematode invasion in this area is leading - *Alaria alata* 8,6%, *Opisthorchis felinus* 1,2%, *Pseudamphistomum truncatum* 7,2%.

Ключевые слова: гельминтофауна, собаки, гельминтозы собак, эпизоотологический мониторинг, зоонозы.

Key words: helminthofauna, dogs, helminthiases, epizootological monitoring, zoonoses.

Введение. Собака играет важную роль в поддержании циклов развития целого ряда паразитов, в том числе зооантропонозов. Находясь в тесном контакте с человеком, собаки являются носителями опасных гельминтозов, они загрязняют окружающую среду испражнениями, содержащими возбудителей заболеваний паразитарной этиологии, и представляют потенциальную опасность как для самих владельцев, так и для окружающих граждан [4, 6, 7].

Поэтому эпизоотологический мониторинг гельминтозов на территории Волгоградской области в настоящее время становится весьма актуальным. На сегодняшний день в условиях города и районах области хорошо заметно растущее количество собак, которое способствовало увеличению масштабов распространения болезней паразитарной этиологии [4, 6].

Вследствие этого требуется выполнение детальной исследовательской работы по изучению особенностей фаунистического комплекса гельминтозов собак не только на территории г. Волгограда, но и области. В связи с этим нами была сформулирована следующая цель исследований – изучить гельминтофауну собак и распространение гельминтозов среди популяции собак Волгоградской области на современном этапе.

Материалы и методы. Проводимые исследования выполнялись в период с 2015 по 2017 гг. в «Центре ветеринарной клинической медицины» Волгоградского государственного аграрного университета и в ветеринарных организациях Волгоградской области различных форм собственности. В этот период времени обследование было проведено у 3115 собак, вскрытию подвергнуто 467 трупов собак. Обследование собак проводили в два этапа. Первичный этап включал в себя общий осмотр животного. Вторым этапом диагностики – анализ кала на яйца глистных инвазий – проводился при помощи лабораторных методов исследований (Фюллеборн, Щербович) [2, 3, 4]. Гельминтологические вскрытия проводились по методике разработанной К.И. Скрыбиным и согласно ГОСТ Р 57547-2017 Патологоанатомическое исследование трупов непродуктивных животных. Общие требования [1, 4].

Результаты и обсуждение. По итогу анализа исследовательских данных было установлено, что у собак Волгоградской области регистрируется 21 вид гельминтов. По классовой принадлежности выявлено 9 видов нематод, 9 видов цестод, 3 вида трематод. Данные исследований приведены в таблице 1.

Совокупная оценка видового разнообразия гельминтов показывает, что максимальным числом видов представлены два класса: нематоды и цестоды, но при сопряженном анализе этих двух систематических групп гельминтов было выявлено, что значительно чаще у собак Волгоградской области регистрировалась инвазия нематодами (рисунок 1).

Из 9 видов класса нематод у собак наиболее часто встречаются *Toxocara canis* (57,1 %), *Dirofilaria immitis* (23,8 %), *Toxascaris leoninae* (18,3 %), *Ancylostoma caninum* (6,2 %). Среди цестод лидирующие позиции показателей экстенсивности инвазии были

у *Dipylidium caninum* (29,6 %), *Echinococcus granulosus* (10,5 %), *Taenia hydatigena* (10,0 %), *Multiceps multiceps* (7,6 %), *Diphyllbothrium latum* (6,2 %). Значительно реже регистрировалась инвазия трематодами – *Alaria alata* (3,7 %), *Pseudamphistomum truncatum* (3,3 %), *Opisthorchis felinus* (1,0 %) (таблица 1).

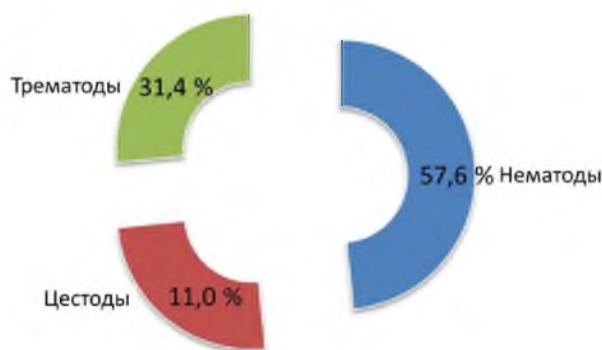


Рисунок 1 – Соотношение таксономических групп гельминтов, зафиксированных у собак Волгоградской области

Таблица 1 – Зараженность собак гельминтозами на территории Волгоградской области за 2015-2017 гг.

Гельминтозы	Исследовано всего	Количество зараженных собак	Экстенсивность инвазии (ЭИ), %
<i>Toxocara canis</i>	3115	1780	57,1
<i>Ancylostoma caninum</i>	3108	194	6,2
<i>Crenosoma vulpis</i>	3100	37	1,2
<i>Dirofilaria immitis</i>	3115	744	23,8
<i>Dirofilaria repens</i>	2800	13	0,4
<i>Uncinaria stenocephala</i>	3000	35	1,1
<i>Toxascaris leoninae</i>	3115	572	18,3
<i>Thominx aerophilus</i>	3050	19	0,6
<i>Spirocerca lupi</i>	3000	14	0,4
<i>Diocotophyma renale</i>	3115	22	0,7
<i>Mesocostoides lineatus</i>	3108	28	0,9
<i>Multiceps multiceps</i>	3115	238	7,6
<i>Taenia hydatigena</i>	3115	312	10,0
<i>Taenia ovis</i>	3115	72	2,3
<i>Taenia pisiformis</i>	3115	130	4,1
<i>Echinococcus granulosus</i>	3115	330	10,5
<i>Diphyllbothrium latum</i>	3115	193	6,2
<i>Dipylidium caninum</i>	3115	924	29,6
<i>Alaria alata</i>	3115	118	3,7
<i>Opisthorchis felinus</i>	3115	34	1,0
<i>Pseudamphistomum truncatum</i>	3115	105	3,3

В результате проделанных гельминтофаунистических исследований у собак на территории Волгоградской области было выявлено 9 зооантропонозных гельминтозов.

Изучение особенностей гельминтофаунистического комплекса у собак проводилось на территории 5 районов Волгоградской области и г. Волгограда. Результаты исследований приведены в таблицах 2-4.

Таблица 2 – Зараженность собак нематодами на территории
Волгоградской области 2015-2017 гг.

Вид гельминта	Район Волгоградской обл.					г. Волгоград
	Фроловский	Иловлинский	Ленинский	Михайловский	Ольховский	
	ЭИ, %	ЭИ, %	ЭИ, %	ЭИ, %	ЭИ, %	
<i>Toxocara canis</i>	70,8	69,6	51,2	46,0	55,3	50,6
<i>Ancylostoma caninum</i>	11,2	12,6	0,6	4,5	9,7	-
<i>Crenosoma vulpis</i>	-	4,2	3,2	-	-	-
<i>Dirofilaria immitis</i>	35,8	21,8	25,6	30,6	8,8	18,6
<i>Dirofilaria repens</i>	-	-	2,0	-	-	0,5
<i>Uncinaria stenocephala</i>	2,0	1,4	-	-	-	2,8
<i>Toxascaris leoninae</i>	6,5	32,4	14,0	23,0	-	30,5
<i>Thominx aerophilus</i>	-	1,2	-	-	2,8	-
<i>Spirocerca lupi</i>	-	2,8	-	-	-	-
<i>Diectophyma renale</i>	0,9	-	3,4	-	-	-

При фаунистическом исследовании гельминтозов собак было установлено три района Волгоградской области с наивысшими показателями инвазированности собак и фаунистического многообразия гельминтов. К ним относятся: Фроловский, Ленинский, Иловлинский районы. При более детальном рассмотрении поставленной задачи было выявлено, что в Иловлинском районе зарегистрировано наибольшее количество видов гельминтов (18), и показатели экстенсивности инвазии в сравнительном аспекте выше, чем в других районах (*Toxocara canis* 69,6 %, *Ancylostoma caninum* 12,6 %, *Toxascaris leoninae* 32,4 %, *Dipylidium caninum* 32,8 %, *Echinococcus granulosus* 27,8 %, *Taenia hydatigena* 18,4 %, *Multiceps multiceps* 14,2 %).

Таблица 3 – Зараженность собак цестодами на территории
Волгоградской области 2015-2017 гг.

Вид гельминта	Район Волгоградской обл.					г. Волгоград
	Фроловский	Иловлинский	Ленинский	Михайловский	Ольховский	
	ЭИ, %	ЭИ, %	ЭИ, %	ЭИ, %	ЭИ, %	
<i>Mesocostoides lineatus</i>	-	3,0	2,6	-	-	-
<i>Multiceps multiceps</i>	15,7	14,2	-	9,6	7,1	-
<i>Taenia hydatigena</i>	11,7	18,4	9,0	13,9	6,2	1,6
<i>Taenia ovis</i>	-	-	10,6	-	4,2	-
<i>Taenia pisiformis</i>	-	10,0	4,8	7,5	-	-
<i>Echinococcus granulosus</i>	4,8	27,8	9,6	7,1	14,6	2,1
<i>Diphyllobothrium latum</i>	14,7	7,4	12,8	0,5	-	1,6
<i>Dipylidium caninum</i>	17,5	32,8	37,4	40,1	30,0	21,8

Таблица 4 – Зараженность собак трематодами на территории Волгоградской области 2015-2017 гг.

Вид гельминта	Район Волгоградской обл.					г. Волгоград
	Фроловский	Иловлинский	Ленинский	Михайловский	Ольховский	
	ЭИ, %	ЭИ, %	ЭИ, %	ЭИ, %	ЭИ, %	
<i>Alaria alata</i>	2,4	8,6	6,0	4,9	-	1,0
<i>Opisthorchis felineus</i>	-	1,2	3,4	2,0	-	-
<i>Pseudamphistomum truncatum</i>	4,8	7,2	2,8	-	6,4	-

Инвазия трематод в этом районе лидирующая – *Alaria alata* 8,6 %, *Opisthorchis felineus* 1,2 %, *Pseudamphistomum truncatum* 7,2 % (таблица 4).



Рисунок 2 – Распространение гельминтозов собак на территории Волгоградской области

По результатам исследований нами проведено картографирование – моделирование карты зонального распространения различных видов гельминтозов у собак Волгоградской области.

Учитывая современные литературные данные и результаты наших исследований по зараженности собак гельминтами на территории г. Волгограда, было принято решение о необходимости проведения эпизоотологического контроля заболеваемости собак гельминтозами в районах Волгоградской области. Благодаря этому удалось более точно установить зараженность собак и отслеживать уровень инвазии в течение трех лет.

Тревожная обстановка в отношении гельминтозов собак по районам области является сигналом к усилению проведения ветеринарной службой разъяснительной работы с населением районов Волгоградской области по профилактике опасных для человека гельминтозов собак. Поэтому необходимо доведение информации с использованием местного телерадиовещания, а также интернет-ресурсов, печатных и других средств коммуникаций.

Заключение. Гельминтофауна собак на территории Волгоградской области представлена 21 видом гельминтов: 9 видов класса *Nematoda*, 9 видов класса *Cestoda*, класс *Trematoda* включает 3 вида. Было выявлено что у собак Волгоградской области инвазия нематод является доминирующей – 56,7 %.

Установлено три района Волгоградской области: Фроловский (13), Ленинский (17), Иловлинский (18) – с наивысшими показателями инвазированности собак и фаунистического многообразия гельминтов. Самая высокая зараженность собак отмечена в Иловлинском районе. Снижение показателей экстенсивности инвазии собак гельминтозами в черте города Волгограда соответственно *Toxocara canis* (50,6 %), *Dirofilaria immitis* (18,6 %), *Toxascaris leoninae* (30,5 %), *Dipylidium caninum* (21,8 %), *Echinococcus granulosus* (2,1 %), *Taenia hydatigena* (1,6 %), *Diphyllbothrium latum* (1,6 %), возможно, обусловлено проведением регулярных профилактических мероприятий в отношении паразитарных заболеваний собак ветеринарной службой, а также повышением санитарной культуры среди владельцев собак и населения города.

Стабильная тенденция зараженности собак гельминтозами на территории Волгоградской области заслуживает особого внимания ветеринарных специалистов, разрешением которой будет своевременная оптимизация противоэпидемических и профилактических мероприятий по гельминтозам собак.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 57547-2017. Услуги для непродуктивных животных. Патологоанатомическое исследование трупов непродуктивных животных. Общие требования [Электронный ресурс]. – М: Стандартиформ, 2017. – 15 с. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200146266>.
2. Деркачев, Д.Ю. Сравнительная оценка эффективности количественных методов копроовоскопии [Текст] / Д.Ю. Деркачев, В.А. Оробец, И.В. Заиченко // Российский паразитологический журнал. – 2014. – № 3. – С. 68-73.
3. Косяев, Н.И. Эпизоотическая ситуация по гельминтозам собак в Чувашской Республике [Текст] / Н.И. Косяев, А.Ф. Фархутдинова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2012. – Т. 209. – С. 175-179.
4. Контаминация объектов внешней среды яйцами и личинками *Ancylostoma caninum* и *Uncinaria stenocephala* в европейской части России [Текст] / Ю.Ф. Петров, Е.Н. Крючкова, Х.Х. Шахбиев и др. // Российский паразитологический журнал. – 2012. – № 1. – С. 42-44.
5. Согрина, А.В. Паразитарные зоонозы служебных собак города Перми [Текст] / А.В. Согрина, Т.Н. Сивкова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 5-1. – С. 518-520.
6. Фадеева, А.Н. Паразитарные болезни домашних плотоядных в условиях Нижнего Новгорода [Текст] / А.Н. Фадеева, Н.Г. Горчакова // Ветеринария. – 2016. – № 6. – С. 33-35.
7. Abdi J., Prevalence of Helminthes Infection of Stray Dogs in Ilam Province/ J. Abdi, Kh Asadolahi, M.H. Maleki, A. Ashrafi Hafez // Journal of Paramedical Sciences. – 2013. – (4). – P. 47-50.
8. Multiple zoonotic helminth infections in domestic dogs in a rural area of Khuzestan Province in Iran / M. Beirumvand, A. Rafiei, E. Razmjou, S. Maraghi // BMC Vet Res. – 2018. – 14(1). – P. 224.
9. Cestodes of untreated large stray dog populations in Algeria: a reservoir for herbivore and human parasitic diseases / B. Bentounsi, S. Meradi, A. Ayachi, J. Cabaret // Open Veterinary Sciences and Journal. – 2009. – №3. – P. 64-67.
10. Genetic diversity and population structure of *Angiostrongylus vasorum* parasites within and between local urban foxes (*Vulpes Vulpes*) / B. Blanch-Lázaroab, Z. Mitton, C. Tudor, J. Hindle, H. Martineau, M. Foxa, P. Blakec // Veterinary Parasitology. – 2018. – V. 262. – P. 42-46.
11. Chidumayo, N.N. Epidemiology of canine gastrointestinal helminths in sub-Saharan Africa / N.N. Chidumayo // Parasit Vectors. – 2018. – 11(1). – P. 100.
12. Gaunt, M.C. A survey of intestinal parasites in dogs from Saskatoon, Saskatchewan / M.C. Gaunt, A.P. Carr // Can Vet J. – 2011. – 52(5). – P. 497-500.
13. Zoonotic Helminth Diseases in Dogs and Dingoes Utilising Shared Resources in an Australian Aboriginal Community / F.A. Smout, L.F. Skerratt, C.N. Johnson, R. A. Butler, B.C. Congdo // Trop. Med. Infect. Dis. – 2018. – (3). – P. 110

Reference

1. GOST R 57547-2017. Usługi dla nieproduktywnych zwierząt. Patologoanatomickie badanie zwłok nieproduktywnych zwierząt. Ogólne wymagania [Elektronnyj resurs]. - M: Standartinform, 2017. - 15 s. - Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document/1200146266>.

2. Derkachev, D. Yu. Sravnitel'naya ocenka jeffektivnosti kolichestvennykh metodov koproovoskopii [Tekst] / D. Yu. Derkachev, V. A. Orobec, I. V. Zaichenko // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. - 2014. - № 3. - P. 68-73.
3. Kosyaev, N. I. Jepizooticheskaya situaciya po gel'mintozam sobak v Chuvashskoj Respublike [Tekst] / N. I. Kosyaev, A. F. Farhutdinova // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. Je. Baumana. - 2012. - T. 209. - P. 175-179.
4. Kontaminaciya objektov vneshnej sredy jajcami i lichinkami Ancylostoma caninum i Uncinaria stenocephala v evropejskoj chasti Rossii [Tekst] / Yu. F. Petrov, E. N. Kryuchkova, H. H. Shahbiev i dr. // Rossijskij parazitologicheskij zhurnal. - 2012. - № 1. - P. 42-44.
5. Sogrina, A. V. Parazitarnye zoonozy sluzhebnyh sobak goroda Permi [Tekst] / A. V. Sogrina, T. N. Sivkova // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. - 2014. - T. 16. - № 5-1. - P. 518-520.
6. Fadeeva, A. N. Parazitarnye bolezni domashnih plotoyadnyh v usloviyah Nizhnego Novgoroda [Tekst] / A. N. Fadeeva, N. G. Gorchakova // Veterinariya. - 2016. - № 6. - P. 33-35.
7. Abdi, J. Prevalence of Helminthes Infection of Stray Dogs in Ilam Province/ J. Abdi, Kh Asadolahi, M.H. Maleki, A. Ashrafi Hafez // Journal of Paramedical Sciences. - 2013. - (4). - P. 47-50.
8. Multiple zoonotic helminth infections in domestic dogs in a rural area of Khuzestan Province in Iran / M. Beiromvand, A. Rafiei, E. Razmjou, S. Maraghi // BMC Vet Res. - 2018. - 14(1). - P. 224.
9. Cestodes of untreated large stray dog populations in Algeria: a reservoir for herbivore and human parasitic diseases / B. Bentounsi, S. Meradi, A. Ayachi, J. Cabaret // Open Veterinary Sciences and Journal. - 2009. - №3. - P. 64-67.
10. Genetic diversity and population structure of Angiostrongylus vasorum parasites within and between local urban foxes (Vulpes Vulpes) / B. Blanch-Lázaroab, Z. Mitton, C. Tudor, J. Hindle, H. Martineau, M. Foxa, P. Blakec // Veterinary Parasitology. - 2018. - V. 262. - P. 42-46.
11. Chidumayo, N.N. Epidemiology of canine gastrointestinal helminths in sub-Saharan Africa / N.N. Chidumayo // Parasit Vectors. - 2018. - 11(1). - P. 100.
12. Gaunt, M.C. A survey of intestinal parasites in dogs from Saskatoon, Saskatchewan / M.C. Gaunt, A.P. Carr // Can Vet J. - 2011. - 52(5). - P. 497-500.
13. Zoonotic Helminth Diseases in Dogs and Dingoes Utilising Shared Resources in an Australian Aboriginal Community / F.A. Smout, L.F. Skerratt, C.N. Johnson, R. A. Butler, B.C. Congdo // Trop. Med. Infect. Dis. - 2018. - (3). - P. 110

E-mail: kamenovk92@mail.ru

УДК 636.2.034.082

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-29

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

PROBLEMS OF INTENSIVE DEVELOPMENT OF DAIRY FARMING AT THE REGIONAL LEVEL

Ю.А. Колосов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Н.Г. Чамурлиев², доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Н.Ф. Илларионова¹, кандидат экономических наук, доцент

Y.A. Kolosov¹, N.G. Chamurliiev², N.F. Illarionova¹

¹Донской государственный аграрный университет

²Волгоградский государственный аграрный университет

¹Don State Agrarian University

²Volgograd State Agrarian University

Выявлено, что за последние годы в Ростовской области наметилась положительная тенденция роста производства молока в хозяйствах всех категорий с одновременным ростом молочной продуктивности в сельскохозяйственных организациях в последние два года. По объемам производства молока – более одного миллиона тонн – Ростовская область входит в число

регионов-лидеров Российской Федерации. Однако темпы роста производства продукции ещё не означают, что отрасль перешла к этапу интенсивного развития. Одной из причин этого является высокая доля хозяйств населения в структуре производства молока (83,2 %). На долю сельскохозяйственных организаций приходится 10,5 % производства молока. Валовой объем производства молока в регионе в течение продолжительного времени формируется в основном за счет хозяйств населения, имеющих недостаточные резервы для интенсификации молочного скотоводства и низкий уровень товарности сырого молока (28,3-29,0 %). Товарность молока сельскохозяйственных организаций составляет 92,4-94,4 %, и многие перерабатывающие предприятия предпочитают иметь деловые связи с крупными поставщиками молока. Определено, что наиболее интенсивный темп роста производства молока в хозяйствах населения за пятилетний период, равный 109 %, получен за счет опережающего темпа роста поголовья коров (101,2 %) над темпом роста продуктивности (100,9 %), что характеризует экстенсивный тип развития. Факторный анализ производства молока выявил преобладающее влияние интенсивного фактора – молочной продуктивности коров – на увеличение общего валового производства молока в регионе за счет сельскохозяйственных организаций. Изменение экстенсивного фактора – поголовья коров (рост или спад) – оказало преобладающее влияние на валовое производство молока в хозяйствах населения и крестьянских (фермерских) хозяйствах.

It is revealed that in recent years in the Rostov region there has been a positive trend of growth of milk production in farms of all categories with simultaneous growth of milk productivity in agricultural organizations in the last two years. In terms of milk production – more than one million tons - Rostov region is among the leading regions of the Russian Federation. However, the growth rate of production does not mean that the industry has moved to the stage of intensive development. One of the reasons for this is the high proportion of households in the structure of milk production (83,2 %). The share of agricultural organizations accounts for 10,5% of milk production. The gross volume of milk production in the region for a long time is formed mainly by households with insufficient reserves for the intensification of dairy cattle breeding and a low level of marketability of raw milk (28,3-29,0 %). The marketability of milk of agricultural organizations is 92,4-94,4 % and many processing enterprises prefer to have business relations with large suppliers of milk. It was determined that the most intensive growth rate of milk production in households for a five-year period, equal to 109 %, was obtained due to the faster growth rate of the number of cows (101,2 %) over the growth rate of productivity (100,9 %), which characterizes the extensive type of development. Factor analysis of milk production revealed the predominant influence of intensive factor - milk productivity of cows - to increase the total gross milk production in the region at the expense of agricultural organizations. The change in the extensive factor - the number of cows (growth or decline) – had a predominant impact on the gross milk production in households and peasant farms.

Ключевые слова: *молочное животноводство, категории хозяйств, поголовье коров, молочная продуктивность коров, Ростовская область, развитие молочного животноводства.*

Key words: *dairy farming, categories of farms, number of cows, milk productivity, Rostov region, development of dairy farming.*

Введение. Проблемы развития молочного скотоводства рассматриваются в работах ряда авторов, среди них Т.В. Исаева с соавторами [3, с. 57], Н.П. Касторнов [4, с. 127], Н.И. Стрекозов [7, с. 2], Василенко В.Н. с соавторами [6, с. 57], Stocco, G. с соавторами [9, с. 130], Britt, J. H. с соавторами [10, с. 3722], Hill, Rodney A. [11, с. 26], Haas Thomas и Hofstetter Pius [12, с. 358]. Рост поголовья скота на прежней технической основе без существенного изменения техники и технологии производства означает экстенсивный путь развития молочного скотоводства, в то время как интенсивный путь развития предполагает увеличение производства продукции за счет качественных факторов, то есть применения более современных производственных ресурсов [6, с. 39]. Поголовье и молочная продуктивность коров являются факторами первого порядка, оказывающими непосредственное влияние на интенсивность развития отрасли и объем производства молока, и находятся с ними в

функциональной зависимости [5, с. 289]. Цель работы – выявить степень влияния факторов первого порядка на изменение объема валового производства молока в Ростовской области по категориям хозяйств, охарактеризовать интенсивность и тенденции развития молочного животноводства в регионе.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили данные, имеющиеся на официальном сайте территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Ростовской области (Ростовстат), на основании которых проведен анализ формирования и развития производства продукции отрасли молочного животноводства. В исследовании использован детерминированный метод «абсолютных разниц», дающий возможность провести факторный анализ объемов производства молока в Ростовской области. На основе факторного анализа можно сделать выводы о состоянии отрасли молочного животноводства и основных факторах, в наибольшей степени влияющих на уровень и тип ее развития. Также использовались методы сравнительного анализа и табличные приемы визуализации данных.

Результаты. В результате анализа определено, что молочное производство в Ростовской области развивается с положительной динамикой, прирост валового производства молока за период 2013-2017 гг. в хозяйствах всех категорий составил 1,1 % (таблица 1).

Таблица 1 – Анализ динамики поголовья и продуктивности коров, производства и реализации молока по категориям хозяйств Ростовской области в 2013-2017 гг.

Категория хозяйства	2013 год	2014 год	2015 год	2016 год	2017 год	2017 г. в % к	
						2016г.	2013г.
1	2	3	4	5	6	7	8
Хозяйства всех категорий							
Поголовье коров, тыс. голов	290,3	290,1	281,2	280,7	289,0	103,0	99,6
Надой молока на одну корову, кг	4454	4510	4543	4576	4616	100,9	103,6
Производство молока, тыс. тонн	1079,1	1079,8	1080,6	1089,3	1091,1	100,2	101,1
- реализация, тыс. т	336,6	346,3	346,4	400,4	417,2	104,2	123,9
- товарность, %	31,2	32,1	32,1	36,8	38,2	103,8	122,4
Производство на душу населения, кг	254	254	255	257	258	100,4	101,6
Сельскохозяйственные организации							
Поголовье коров, тыс. голов	45,45	40,82	39,98	38,35	38,97	101,6	85,7
Надой молока на одну корову, кг	4363	4603	4947	5175	5511	106,5	126,3
Производство молока, тыс. тонн	107,8	105,7	108,2	111,9	114,9	102,7	106,6
- удельный вес, %	10,0	9,8	10,0	10,3	10,5	101,9	105,0
- реализация, тыс. т	100,0	98,9	100,0	103,4	108,5	104,9	108,5
- товарность, %	92,8	93,6	92,4	92,4	94,4	102,2	101,7
Хозяйства населения							
Поголовье коров, тыс. голов	197,24	202,96	199,87	200,04	199,69	99,8	101,2
Надой молока на одну корову, кг	4471	4508	4509	4510	4510	100,0	100,9

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Производство молока, тыс. тонн	900,4	908,9	913,0	916,8	908,1	99,1	100,9
- удельный вес, %	83,4	84,2	84,5	84,2	83,2	98,8	99,8
- реализация, тыс. т	190,8	205,9	208,4	259,2	263,7	101,7	138,2
- товарность, %	21,2	22,7	22,8	28,3	29,0	102,5	136,8
Крестьянские (фермерские) хозяйства (включая ИП)							
Поголовье коров, тыс. голов	47,60	46,35	41,32	42,31	50,32	119,0	105,7
Надой молока на одну корову, кг	4374	4387	4388	4590	4887	106,5	111,7
Производство молока, тыс. тонн	70,9	65,2	59,4	60,6	68,1	109,1	96,1
- удельный вес, %	6,6	6,0	5,5	5,6	6,2	110,7	93,9
- реализация, тыс. т	45,9	41,6	38,0	37,8	45,0	119,0	98,0
- товарность, %	64,2	63,8	64,0	62,4	66,1	105,9	102,2

Молочное животноводство Донского региона во многом соответствует общим тенденциям по стране, но структура производства молока по категориям хозяйств значительно отличается от общероссийской структуры. Особенностью молочной отрасли региона является очень высокая доля хозяйств населения в структуре производства молока (от 84,5 до 83,2 %). Доли сельскохозяйственных и крестьянских фермерских хозяйств в областном объеме произведенного молока составляют в 2017 году 10,5 и 6,2 %, соответственно. Децентрализация животноводческого комплекса Ростовской области проявляется из-за значительной доли мелкотоварного сектора. При этом основным объемом производства молока, формирующийся в течение продолжительного времени в основном за счет хозяйств населения, еще не свидетельствует об интенсивном развитии отрасли. Для хозяйств населения характерно применение примитивных технологий, замкнутость, потребительский характер производства, а основными поставщиками сырья для молокоперерабатывающей промышленности по-прежнему остаются сельскохозяйственные организации.

Чтобы полнее понять проблему молочной отрасли региона, выявили уровень товарности молока. Например, из общего объема производства в 2017 году, равного 1091 тыс. тонн, реализовано молока и молочных продуктов (в пересчете на молоко) всего 417,2 тыс. тонн (38,2 %). Причина – большая доля производства молока в личных подсобных хозяйствах населения, меньше половины сырого молока которых считается товарным (от 21,2 % в 2013 г. до 29,0 % в 2017 гг.). Поскольку сырого молока в области мало, перерабатывающие предприятия вынуждены закупать молоко в соседних регионах. У сельскохозяйственных организаций области товарность молока очень хорошая – от 92,8 до 94,4 %, и многие перерабатывающие предприятия предпочитают иметь деловые связи с крупными поставщиками молока. У ростовских фермеров товарность молока составляет от 62,4 до 66,1 %.

Кроме того, проведенные расчеты показывают, что наиболее интенсивный темп роста производства молока, определенный в хозяйствах населения за пятилетний период и равный 109 %, получен за счет опережающего темпа роста поголовья коров (101,2 %) над темпом роста продуктивности (100,9 %), что характеризует экстенсивный тип развития. И спад поголовья на 0,2 % в 2017 году при равной молочной продуктивности к уровню 2016 года определил снижение валового производства молока за двухлетний период на 0,9 %.

Выходное поголовье коров за пятилетний период в хозяйствах всех категорий области уменьшилось на 0,4 %, в сельскохозяйственных организациях – на 14,3 %. При этом в хозяйствах населения и крестьянских (фермерских) хозяйствах отмечается рост поголовья коров на 1,2 и 5,7 %, соответственно.

Поскольку факторы поголовье (ПК) и надой молока на одну корову (НМ) находятся в функциональной зависимости с объемом производства продукции ($ВП = ПК \times НМ$), для определения степени их влияния можно использовать любой способ детерминированного анализа. Рост производства молока за счет интенсивного фактора (повышения молочной продуктивности коров) следует оценить положительно. На основании данных таблицы 1 рассчитали влияние факторов с помощью детерминированного способа «абсолютных разниц», пример расчета представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ влияния факторов первого порядка на изменение объема валового производства молока в Ростовской области в хозяйствах всех категорий за 2016-2017 гг.

Показатель	Расчет влияния факторов	Совокупное влияние факторов, равное отклонению производства молока отчетного года от базового	Процент влияния фактора
Хозяйства всех категорий			
Изменение поголовья коров, ПК, тыс. голов	$\Delta ВП_{ПК} = (ПК_{2017} - ПК_{2016}) \times НМ_{2016} = (289,0 \text{ тыс. голов} - 280,7 \text{ тыс. голов}) \times 4,576 \text{ т} = 37,98 \text{ тыс. т}$	37,98 + 51,56 = 89, 54 (тыс. тонн)	42,4
Изменение надоя молока на 1 корову, НМ, т	$\Delta ВП_{НМ} = ПК_{2017} \times (НМ_{2017} - НМ_{2016}) = 289,0 \text{ тыс. голов} \times (4,616 \text{ тонн} - 4,576 \text{ тонн}) = 51,56 \text{ тыс. т}$		57,6

Аналогичным способом было рассчитано влияние факторов на изменение объема валового производства молока в области по категориям хозяйств за периоды 2016-2017 гг. и 2013-2017 гг. (таблица 3).

В результате расчетов выявлено преобладающее влияние интенсивного фактора – молочной продуктивности коров – на увеличение общего валового производства молока в Ростовской области за счет сельскохозяйственных организаций. Увеличение производства в сельскохозяйственных организациях обусловлено повышением молочной продуктивности коров, а прирост производства товарного молока связан и с повышением уровня товарности. Качественные характеристики молока во всем мире являются главными критериями при определении цены и конкурентоспособности продукции.

Изменение экстенсивного фактора – поголовья коров (рост или спад) – оказало преобладающее влияние на валовое производство молока в хозяйствах населения и крестьянских (фермерских) хозяйствах.

Обсуждение. В литературе представлена оценка факторов, влияющих на интенсивность развития молочного скотоводства. Отмечается наличие множества показателей интенсификации и необходимость расчета интегрального показателя [2, с. 36]. В работе Г.В. Груздева и Т.Е. Кириловой [1, с. 130] в ходе дискриминантного анализа было выявлено, что на размер произведенного молока оказывают влияние два основных фактора: величина поголовья крупного рогатого скота и затраты труда. Авторы данной публикации считают поголовье и молочную продуктивность коров факторами первого порядка, влияющими на уровень и тип развития отрасли молочного животноводства региона. Кроме того, молочное сырье для переработки должно быть высокого качества не только по оптимальному содержанию традиционных полезных веществ (жиров, бел-

ков, углеводов, минеральных элементов), но и по чистоте молока, не содержащего нехарактерные примеси, например, остаточные элементы лечебных ветеринарных препаратов [8, с. 6]. Такие требования могут быть выполнены на молочно-товарных комплексах (фермах) современного типа, оборудованных автоматическими средствами содержания и доения, где содержится здоровое поголовье животных и созданы образцовые условия по воспроизводству, кормлению, уходу, ветеринарному обслуживанию, содержанию и доению.

Таблица 3 – Результаты анализа влияния факторов первого порядка на изменение объема валового производства молока в Ростовской области по категориям хозяйств за 2016-2017 гг.

Фактор	Значение фактора	Совокупное влияние факторов, равное отклонению производства молока отчетного года от базового года	Процент влияния фактора
Хозяйства всех категорий			
Изменение поголовья коров	$\Delta ВП_{ПК} = 37,98$ тыс. т	$37,98 + 51,56 = 89,54$ (тыс. тонн)	42,4
Изменение молочной продуктивности	$\Delta ВП_{НМ} = 51,56$ тыс. т		57,6
Преобладает фактор увеличения продуктивности коров (в 1,4 раза). В 2017 г. производство молока к уровню 2016 г. увеличилось за счет совокупного увеличения надоя молока на одну корову на 51,6 тыс. т и роста поголовья коров на 37,97 тыс. т.			
Сельскохозяйственные организации			
Изменение поголовья коров	$\Delta ВП_{ПК} = 1,99$ тыс. т	$1,99 + 13,09 = 15,08$ (тыс. тонн)	13,2
Изменение молочной продуктивности	$\Delta ВП_{НМ} = 13,09$ тыс. т		86,8
Преобладает фактор увеличения продуктивности коров (в 6,6 раза). Совокупное увеличение факторов оказало положительное влияние на рост производства молока.			
Хозяйства населения			
Изменение поголовья коров	$\Delta ВП_{ПК} = -1,58$ тыс. т	$-1,58 + 0 = -1,58$ (тыс. тонн)	-
Изменение молочной продуктивности	$\Delta ВП_{НМ} = 0$ тыс. т – на уровне 2016 года		0,0
Преобладает фактор сокращения поголовья. На фоне продуктивности коров, равной уровню 2016 г., сокращение поголовья коров оказало отрицательное воздействие на рост объема молока. Общее количество произведенного молока в 2017 г. снизилось на 0,9 % к уровню 2016 г., или на 1,58 тыс. тонн.			
Крестьянские (фермерские) хозяйства (включая ИП)			
Изменение поголовья коров	$\Delta ВП_{ПК} = 36,77$ тыс. т	$36,77 + 14,95 = 51,72$ (тыс. тонн)	71,1
Изменение молочной продуктивности	$\Delta ВП_{НМ} = 14,95$ тыс. т		28,9
Преобладает фактор роста поголовья над ростом продуктивности коров (в 2,5 раза).			

Необходимо отметить, что в сельскохозяйственных организациях Ростовской области в 2016-2017 гг. повышен уровень технологического развития молочной продуктивности коров. Это выражено переходом со среднего уровня (надой молока на корову в год от 40 до 50 ц) на умеренно-высокий уровень (от 51 до 70 ц) с показателями 51,7-55,0 ц. Рост продуктивности коров в сельскохозяйственных организациях обеспечен повышением

уровня жизнедеятельности животных (кормление, выращивание ремонтного молодняка, племенная работа, ветеринарное обслуживание, технологии доения и пр.). Качественные изменения происходят при переходе на интенсивный путь развития. Увеличение молочной продуктивности коров в сельскохозяйственных организациях является одним из основных факторов интенсивного развития отрасли молочного животноводства Ростовской области. Наибольшая интенсивность темпа роста надоя молока на одну корову определяется в сельскохозяйственных организациях – 106,5 % (за 2016-2017 гг.), 126,3 % (за 2013-2017 гг.) и в крестьянских фермерских хозяйствах – 106,5 и 111,7 %, соответственно. К 2017 году созданы экономические предпосылки для развития семейных ферм на базе крестьянских фермерских хозяйств, построено и реконструировано более 300 молочных ферм. При создании семейных животноводческих ферм используются последние достижения науки, современные технологии.

В целях повышения уровня товарности молока в хозяйствах всех категорий целесообразно в муниципальных образованиях районов создавать молокоприемные пункты от перерабатывающих предприятий, которые позволят снизить транспортные и другие издержки товаропроизводителями молока, а предприятиям молокоперерабатывающих предприятий увеличить объем сырья, необходимого для эффективного производства.

В развитии молочного животноводства региона следует отметить повышение степени интенсивности производства, его частичной технической и технологической модернизации, а также улучшение условий содержания и кормления животных. Ведущими с.-х. организациями в области молочного животноводства являются колхоз им. С.Г. Шаумяна Мясниковского района, ООО «Дон Агро» Миллеровского района, СПК к-з «КОЛОС», СПК к-з «РОДИНА», ОАО «ИМ. ЛЕНИНА», ООО «ВЕРА» Матвеево-Курганского района, ЗАО «Кировский конный завод» Целинского района. Надой молока на одну фуражную корову в лучших предприятиях области составляет более 6300 кг.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют об интенсификации производства молока в Ростовской области за счет увеличения молочной продуктивности коров в сельскохозяйственных организациях. В целях достижения ведущей роли интенсивного молочного скотоводства и увеличения на его основе конкурентоспособной продукции необходимы эффективная племенная и селекционная работа в сфере воспроизводства молочного поголовья, основанная на достижениях мировой науки; правильный подход к нормированному кормлению животных; техническое перевооружение предприятий молочной отрасли; улучшение качества ветеринарного обслуживания.

Библиографический список

1. Груздев, Г.В. Предпосылки импортозамещения молочной продукции. Оценка факторов, оказывающих влияние на эффективность производства молока [Текст] / Г.В. Груздев, Т.Е. Кирилова // Вестник НГИЭМ. – 2017. – № 9 (76). – С. 125-134.
2. Дородных, Д.И. Методика определения интегрального показателя интенсификации производства молока [Текст] / Д.И. Дородных // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2018. – № 9. – С. 36-39.
3. Исаева, Т.В. Состояние и основные факторы развития молочного скотоводства и рынка молока Пермского края [Текст] / Т.В. Исаева, П.А. Исаев, Е.В. Юшкова // Пермский аграрный вестник. – 2013. – № 4(4). – С. 56-61.
4. Касторнов, Н.П. Организационно-экономический механизм развития молочного животноводства в условиях санкционного давления [Текст] / Н.П. Касторнов // ТППП АПК. – 2016. – № 3.(11). – С. 122-128.
5. Нормативно-правовые и технологико-экономические аспекты развития приоритетных отраслей животноводства [Текст]: монография / А.И. Бараников, В.Н. Бевзюк, А.М. Донеря и др. – пос. Персиановский: ДонГАУ, 2013. – 402 с.

6. Система ведения животноводства Ростовской области на 2014-2020 годы [Текст] / Под общ. ред. В.Н. Василенко, А.И. Клименко. – Ростов-на-Дону, 2013. – 498 с.
7. Стрекозов, Н.И. Направления развития молочного скотоводства России на ближайшие годы [Текст] / Н.И. Стрекозов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2018. – № 5. – С. 2-5.
8. Шундалов, Б.М. Экономическая эффективность производства и реализации продукции молочной отрасли [Текст] / Б.М. Шундалов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 1. – С. 5-12.
9. Breed of cow and herd productivity affect milk composition and modeling of coagulation, curd firming, and syneresis [Текст] / G. Stocco, C. Cipolat-Gotet, T. Bobbo et al. // Journal of dairy science. – 2017. – T. 100. – V. 1. – P. 129-145.
10. Invited review: Learning from the future-A vision for dairy farms and cows in 2067 [Текст] / Britt, J. H.; Cushman, R. A.; Dechow et al. // Journal of dairy science. – 2018. – T. 101. – V. 5. – P. 3722-3741.
11. Hill, Rodney A. Feed efficiency in the beef industry [Текст] / edited by Rodney A. Hill. – 1st ed. John Wiley & Sons, Inc., 2012. – 311 p.
12. Dairy Farming: Marketed Milk Quantity and Share in Pasture affect Work Income [Текст] / Haas, Thomas; Hofstetter, Pius // Agrarforschung schweiz. – 2017. – T. 8. – V. 9. – P. 356-363.

Reference

1. Gruzdev, G. V. Predposylki importozamescheniya molochnoj produkcii. Ocenka faktorov, okazyvayuschih vliyaniye na jeffektivnost' proizvodstva moloka [Текст] / G. V. Gruzdev, T. E. Kirilova // Vestnik NGU. – 2017. – № 9 (76). – P. 125-134.
2. Dorodnyh, D. I. Metodika opredeleniya integral'nogo pokazatelya intensivizatsii proizvodstva moloka [Текст] / D. I. Dorodnyh // Jekonomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayuschih predpriyatij. – 2018. – № 9. – P. 36-39.
3. Isaeva, T. V. Sostoyaniye i osnovnyye faktory razvitiya molochnogo skotovodstva i rynka moloka Permskogo kraja [Текст] / T. V. Isaeva, P. A. Isaev, E. V. Yushkova // Permskij agrarnyj vestnik. – 2013. – № 4(4). – P. 56-61.
4. Kastornov, N. P. Organizacionno-jekonomicheskij mehanizm razvitiya molochnogo zhivotnovodstva v usloviyah sankcionnogo davleniya [Текст] / N. P. Kastornov // TPPP APK. – 2016. – № 3.(11). – P. 122-128.
5. Normativno-pravovye i tehnologo-jekonomicheskie aspekty razvitiya prioritetnyh otraslej zhivotnovodstva [Текст]: monografiya / A. I. Baranikov, V. N. Bevzyuk, A. M. Donerya i dr. – pos. Persianskij: DonGAU, 2013. – 402 p.
6. Sistema vedeniya zhivotnovodstva Rostovskoj oblasti na 2014-2020 gody [Текст] / Pod obshch. red. V. N. Vasilenko, A. I. Klimenko. -- Rostov-na-Donu, 2013. – 498 p.
7. Strekozov, N. I. Napravleniya razvitiya molochnogo skotovodstva Rossii na blizhajshie gody [Текст] / N. I. Strekozov // Jekonomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayuschih predpriyatij. – 2018. – № 5. – P. 2-5.
8. Shundalov, B. M. Jekonomicheskaya jeffektivnost' proizvodstva i realizatsii produkcii molochnoj otrasli [Текст] / B. M. Shundalov // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2016. – № 1. – P. 5-12.
9. Breed of cow and herd productivity affect milk composition and modeling of coagulation, curd firming, and syneresis [Текст] / G. Stocco, C. Cipolat-Gotet, T. Bobbo et al. // Journal of dairy science. – 2017. – T. 100. – V. 1. – P. 129-145.
10. Invited review: Learning from the future-A vision for dairy farms and cows in 2067 [Текст] / Britt, J. H.; Cushman, R. A.; Dechow et al. // Journal of dairy science. – 2018. – T. 101. – V. 5. – P. 3722-3741.
11. Hill, Rodney A. Feed efficiency in the beef industry [Текст] / edited by Rodney A. Hill. – 1st ed. John Wiley & Sons, Inc., 2012. – 311 p.
12. Dairy Farming: Marketed Milk Quantity and Share in Pasture affect Work Income [Текст] / Haas, Thomas; Hofstetter, Pius // Agrarforschung schweiz. – 2017. – T. 8. – V. 9. – P. 356-363.

УДК 631.543.5

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-30

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГИБРИДОВ ПОЛУСАХАРНОЙ СВЕКЛЫ
НА ОРОШЕНИИ В ЗОНЕ СУХИХ СТЕПЕЙ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ
TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF HYBRIDES OF HALUND-SUGAR
BEET ON THE IRRIGATION IN THE AREA OF DRY DEGREES
OF THE LOWER VOLGA REGION**

А.И. Болкунов¹, кандидат сельскохозяйственных наук**М.В. Постнова²**, доктор биологических наук**Г.А. Срослова²**, кандидат биологических наук**A.I. Bolkunov¹, M.V. Postnova², G.A. Sroslova²**¹Научно-производственная компания «Русское поле»²Волгоградский государственный университет

Research and production company «Russian field»

Volgograd State University

Рассматривается технология возделывания гибридов полусахарной свеклы на орошении в зоне сухих степей Нижнего Поволжья. Кормовая свекла предпочитает среднюю по гранулометрическому составу почву с богатым гумусовым горизонтом с хорошей влагоемкостью и буферностью почвы, с РН (6,0 - 7,0). Несмотря на это, свекла может успешно возделываться практически на всех типах почв. Свекла кормовая – довольно требовательная культура к качеству обработки почвы. От качества обработки почвы зависит формирование урожая. Корнеплоды свеклы предпочитают плотность почвы 1,0 - 1,3 г/см³, поэтому все проводимые мероприятия в поле должны быть направлены на создание оптимальных условий водно-воздушного режима возделывания культуры. Посев кормовой свеклы в зоне сухих степей Нижнего Поволжья необходимо начинать при достижении температуры почвы +6 - +8 °С на глубине 8 - 10 см вместе с ранними зерновыми культурами. Запоздавший посев на фоне высоких положительных температур приводит к снижению урожайности и большим потерям от действия насекомых вредителей. В условиях Нижнего Поволжья возделывание кормовой свеклы возможно только на орошении. Почвы тяжелого механического состава необходимо поддерживать на уровне 70 % от НВ на глубине 60-80 см. Для получения хороших устойчивых урожаев необходимо вносить основные фосфорно-калийные удобрения осенью, под перепахку. Уход за растениями заключается в междурядной обработке почвы, борьбе с сорной растительностью, вредителями и болезнями. Для борьбы с однолетними двудольными сорняками применяли препарат Карибу СП, Лонтрел-300, Бетанал макс Про. Борьба с сорной растительностью при возделывании свеклы должна носить систематический грамотный подход и не нарушать регламентов применения препаратов.

The article discusses the technology of cultivation of hybrids of semi-sucrose beets in irrigation in the zone of dry steppes of the Lower Volga region. Fodder beet prefers a medium-grained soil with a rich humus horizon with good moisture capacity and soil buffering capacity, with PH (6.0 – 7.0). Despite this, beets can be successfully cultivated in almost all types of soil. Fodder beet quite demanding culture to the quality of tillage. The quality of the soil depends on the formation of the crop. Beet root crops prefer a soil density of 1.0–1.3 g / cm³, therefore all the activities carried out in the field should be aimed at creating optimal conditions for the water-air regime of cultivation of the crop. Sowing of fodder beet in the zone of dry steppes of the Lower Volga region should be started when the soil temperature reaches + 6 ° ... + 8 °С at a depth of 8 ... 10 cm, together with early grain crops. Late sowing against the background of high positive temperatures leads to a decrease in yield and large losses from the action of insect pests. In the conditions of the Lower Volga region, the cultivation of fodder beet is possible only on irrigation. Soils of heavy mechanical composition must be maintained at the level of 70% of HB at a depth of 60...80 cm. To obtain good stable yields, it is necessary to apply basic phosphorus-potassium fertilizers in the fall, under tillage. Plant care is inter-row tillage, weed control, pests and diseases. To combat the annual dicotyledonous weeds, the drug Karibu SP, Lontrel-300, Betanal max Pro was used. The fight against weeds in the cultivation of beets should be systematic competent approach and not violate the regulations on the use of drugs.

Ключевые слова: свекла, посев, гибрид, удобрения, болезни растений, вредители растений.

Key words: beet, sowing, hybrid, fertilizers, plant diseases, plant pests.

Введение. *Свекла кормовая (Beta SP)* - двулетнее растение семейства Амарантовые (*Amaranthaceae*). Семена свеклы кормовой, при нормальном увлажнении, прорастают в широком диапазоне температур: от +5 ° до +28 °С. Они могут быть одностростковыми или многостростковыми. Наиболее перспективными в производстве являются семена одностростковых триплоидных и диплоидных гибридов. Оптимальная температура для развития свеклы кормовой +25° - +30°С. За счет ее неприхотливости и пластичности кормовую свеклу можно возделывать практически со всех природно-климатических зонах России [1, 2, 5]. Растения кормовой свеклы обладают прекрасной засухоустойчивостью за счет мощной стержневой корневой системы проникающей на глубину более 1 м. Всходы свеклы плохо переносят заморозки, а пережившие неблагоприятные условия растения часто выбрасывают цветоносы, поэтому необходимо выбирать оптимальные сроки сева. Запоздывание с посевом и посев на фоне высоких положительных температур тоже приводят к потерям урожая и снижению продуктивности. Не совсем благоприятно влияет на растения длинный день: он может стимулировать стрелкование и цветение растений [5, 6, 12].

Кормовая свекла предпочитает среднюю по гранулометрическому составу почву с богатым гумусовым горизонтом с хорошей влагоемкостью и буферностью почвы, с РН (6,0 - 7,0) [3]. Не смотря на это, свекла может успешно возделываться практически на всех типах почв. В Волгоградской области на орошаемых участках свекла кормовая возделывается на светло-каштановых почвах и дает прекрасные результаты. Лучшими предшественниками для кормовой свеклы являются: пар, озимая пшеница, многолетние травы, кукуруза на силос [4, 7].

Свеклу, возможно, возделывать в монокультуре, но при этом необходимо избегать соседства с другими растениями семейства амарантовые и растениями восприимчивыми к парше [8,10]. Не рекомендуется размещать посевы кормовой свеклы после картофеля, лука, моркови, земляники, из-за опасности поражения стеблевой и галловой нематодой. Для предотвращения вирусных заболеваний необходимо соблюдать пространственную изоляцию между посевами. Основным переносчиком вирусных заболеваний на свекле является тля [7, 11, 13]. При уборке гибридов полусахарной свеклы необходимо учитывать природно-климатические условия и агротехнические сроки.

В условиях Нижнего Поволжья отсутствуют результаты исследований по технологии возделывания гибридов полусахарной свеклы, а так же критерии уборки корнеплодов влияющие на урожайность, качества и хранение готовой продукции.

Цель исследований – адаптация технологии возделывания гибридов полусахарной свеклы на орошении в зоне сухих степей Нижнего Поволжья.

Материалы и методы. Экспериментальная часть посева одностросткового триплоидного гибрида кормовой свеклы Милана F1, были проведены в разных хозяйствах Волгоградской области в несколько этапов: подготовка почвы, посев, уход, система внесения удобрений, режимы орошения, борьба с сорной растительностью, борьба с вредителями, уборка и хранение.

Для борьбы с однолетними двудольными сорняками и вредителями применяли следующие препараты: Карибу СП (500 г/кг) или его аналоги; препарат Лонтрел-300, ВР или его аналоги; препарат Бетанал макс Про.

Результаты и обсуждение. От качества обработки почвы зависит формирование урожая. Корнеплоды свеклы предпочитают плотность почвы 1,0 - 1,3 г/см³, поэтому все проводимые мероприятия в поле должны быть направлены на создание оптимальных условий водно-воздушного режима возделывания культуры.

Система обработки светло-каштановых почв Нижнего Поволжья по непаровому полю включает в себя:

Осенний период: лущение стерни предшественника на глубину 5-6 см; вспашка с внесением основных удобрений на глубину 25- 27 см безотвальная или при необходимости отвальная; в случае осенней засухи возможно проведение влагозарядкового полива для проведения последующей пахоты; щелевание с почвоуглублением на глубину 35 - 40 см.

Агротехнические приемы могут быть разными, но все они должны быть направлены на сохранение и улучшение плодородия и водно-физических свойств почвы. При наличии сильной засоренности на поле после лущения и прорастания сорняков в случае крайней необходимости возможна обработка поля гербицидами сплошного действия. Светло-каштановые почвы Нижнего Поволжья крайне подвержены ветровой эрозии. Весенне-полевые работы необходимо начинать с боронования.

Весенний период можно проводить в два варианта. Первый вариант включает боронование в два следа для закрытия влаги и выравнивания почвы; сплошная культивация на глубину 10-12 см с боронами в один след; предпосевная культивация на глубину 5-6 см с боронами в один след; посев с внесением удобрений пневматической сеялкой на глубину 5-6 см. Второй вариант включает боронование почвы в два следа для закрытия влаги и выравнивания почвы; внесение минеральных удобрений; фрезерование одновальная фрезой на глубину 14-16 см; посев пневматической сеялкой с прикатывающими катками.

Комки почвы должны быть хорошо разделаны. Основную массу должны составлять агрегаты размером до 1 см. При наличии сильной засоренности необходимо сразу после посева внести необходимый гербицид. Посев кормовой свеклы в зоне сухих степей Нижнего Поволжья необходимо начинать при достижении температуры почвы $+6 - +8^{\circ}\text{C}$ на глубине 8-10 см вместе с ранними зерновыми культурами. Обычно, это третья декада апреля. Посев при более низкой температуре будет приводить к запоздалым всходам на фоне бурного развития сорной растительности. Посев в оптимальные сроки позволяет избежать сильного повреждения вредителями растений кормовой свеклы на начальном этапе. Запоздавший посев на фоне высоких положительных температур приводит к снижению урожайности и большим потерям от действия насекомых вредителей.

В условиях Нижнего Поволжья возделывание кормовой свеклы возможно только на орошении. Посев проводят в таких условиях с междурядьем 70 см. Густота стояния растений должна быть 140 - 145 тыс. на 1 га, что подразумевает расстояние между растениями в строчке 9-10 см (рисунок 1).

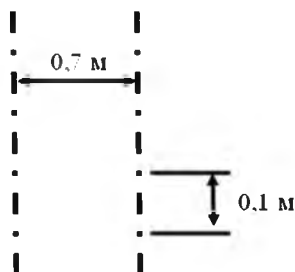


Рисунок 1 – Схема посева на орошении 0,1 м гибридов полусахарной свеклы Милана F 1

Скорость движения посевного агрегата не должна превышать 4,5 км/ч. Такая скорость позволяет наиболее равномерно распределить семена в строчке. Если условия для посева сложились благоприятные, глубину высева можно уменьшить до 4 - 5 см.

Уход за растениями в течение вегетации заключается в междурядной обработке почвы, борьбе с сорной растительностью, вредителями и болезнями. В начальных фазах развития проводят междурядную обработку на глубину 6 - 8 см. Две последующих культивации проводят на глубину 8 - 10 см и 10 - 12 см. В августе, перед уборкой, проводят рыхление на глубину 8 - 10 см.

В течение периода вегетации необходимо наблюдать за состоянием растений. В случае необходимости при возникновении признаков недостатков микроэлементов проводить листовые подкормки. Уход за растениями при возделывании по интенсивной технологии включает в себя применение правильной системы удобрений, режимов орошения, а также грамотного использования гербицидов, инсектицидов и фунгицидов. Система внесения удобрений, применения агротехнических приемов и пестицидов, должна строиться на четком понимании фаз развития растений.

В целом период вегетации свеклы можно разделить на следующие этапы: посев – всходы; выход семядольных листьев; образование 2 настоящих листьев; образование 4 настоящих листьев; образование 6 настоящих листьев; образование 8 настоящих листьев; смыкание 50 % листьев свеклы в рядке; 20 дней до уборки корнеплодов.

Вынос с одной тонной продукции N-3,5 кг; P₂O₅-1,1 кг; K₂O-7,9 кг; Ca-2,7 кг. Для получения хороших устойчивых урожаев необходимо вносить основные фосфорно-калийные удобрения осенью, под перепахку. На светло-каштановых почвах степей Нижней Волги это 400-500 кг азофоски или диаммофоса. Применяется также суперфосфат простой или двойной и калий магнезия в зависимости от поля. Весной при посеве или перед ним 150 - 200 кг азофоски. В течение вегетации по фазам развития необходимо проводить две листовые подкормки водорастворимыми NPK 18 : 18 : 18 с микроэлементами в дозе 3 - 4 кг на 1 га вместе с внесением в хелатной форме общей нормой до 1,0-1,2 кг д.в. на 1 га.

В течение вегетации для получения высоких урожаев необходимо провести 2 - 3 подкормки натриевой селитрой общей нормой 250 - 300 кг в физическом весе. Подкормки следует проводить КРН 4,2 с внесением удобрений в рядки. Соблюдение такой схемы минерального питания позволяет получать на кормовой свекле урожаи от 45 тонн с 1 га и выше. Потенциал урожайности кормовой свеклы может достигать при благоприятных условиях до 130 тонн корнеплодов с 1 га. Для точной схемы минерального питания необходима агрохимическая картограмма используемого участка. Сочетание грамотного подобранного минерального питания с правильным режимом орошения дает очень хорошие результаты.

В условиях степей Нижней Волги на почвах тяжелого механического состава необходимо поддерживать увлажнение почвы на уровне 70% от НВ на глубине 60 – 80 см. Это связано с биологией развития кормовой свеклы и мощной корневой системой. На практике это 6-7 поливов по 800 - 900 м³/ч каждый в зависимости от условий влагообеспеченности.

Полив необходимо проводить дождеванием с применением консольных, фронтальных, круговых дождевальных машин, можно применять стационарные системы малообъемного орошения и дождевальные машины барабанного типа. Лучшие результаты получаются при применении машин переоборудованных роторными насадками с приспусканием их к поверхности земли и стационарных дождевальных системах с расходом воды каждого аппарата 530 - 550 л/ч и радиусом 11 м. Эффективен и полив по бороздам. Борьба с сорной растительностью при возделывании свеклы должна носить систематический грамотный подход и не нарушать регламентов применения препаратов.

Для борьбы с однолетними двудольными сорняками применяют препарат Карибу СП (500 г/кг) или его аналоги в фазу сорняков семядоли-два настоящих листа в дозе 30 г /га в смеси с ПАВ Тренд 90 – 200 г, расходом рабочей жидкости 200-300 л/га. При необходимости можно провести повторную обработку в фазе двух настоящих листьев сорняка через 7-15 дней.

При засоренности поля ромашкой, осотом, бодяком, вьюнковой гречишкой применяют препарат Лонтрел-300, ВР или его аналоги в фазе 1-3 настоящих листа культуры нормой 0,3 - 0,5 л/га с расходом рабочей жидкости 200-300 л/га. Хорошие результаты в борьбе со щирцей дает препарат Бетанал макс Про, МД и его аналоги в дозе 1,5 л/га при опрыскивании в фазе семядолей сорняков по первой второй и третьей волне и расходом рабочей жидкости 200 - 300 л/га. Неплохо себя показывают и баковые смеси гербицидов, повышая эффективность действия препаратов. Знание карт засоренности полей, их составление и ведение в течение многих лет позволяет выстроить грамотную схему защиты от сорной растительности с минимальными затратами.

Для получения плановых урожаев необходимо четко понимать и прогнозировать появление болезней и принимать неотложные меры по предотвращению заболеваний, что помогает увеличить процент сохранности растений к уборке. Возбудитель сохраняется в почве и на семенах. Источником инфекции являются различные сорняки и их остатки.

На территориях с теплым и влажным климатом широкое распространение получил церкоспороз. Возбудитель заболевания гриб *Cercospora beticola* Sacc применяется хлорокись меди, например препарат Абига-Пик, ВС (400 г/л) в дозе 2,8 - 4,8 л/га с расходом рабочей жидкости 600 - 800 л/га опрыскиванием в период вегетации или другими зарегистрированными препаратами с повторением через 5-7 дней при необходимости. Кроме этих заболеваний растения свеклы подвержены и другим заболеваниям. Своевременное проведение профилактических обработок повышает процент сохранности растений к уборке и снижает затраты на борьбу с заболеваниями. Грамотно составить схему защиты от вредителей возможно с помощью знания об истории полей, предшественниках, вспышках тех или иных вредителей в округе и климатическим наблюдениям.

Рассмотрим борьбу с некоторыми из вредителей свеклы кормовой: южная свекловичная блоха (*Chaetocnema breviscula* F.). Меры борьбы: Тарзан, ВЭ (100 г/л) 0,15 л/га, расход рабочей жидкости 200-300 л/га; свекловичная муха (*Pegomya hyoscyami* Pauze). Меры борьбы: ДИ-68, КЭ (400 г/л) 0,5-0,9 л/га, расход рабочей жидкости 200-400 л/га. Свекловичная минирующая моль (*Gnorimoschema ocellatella* Boyd). Меры борьбы: Тарзан, ВЭ (100 г/л) 0,15 л/га, расход рабочей жидкости 200-300 л/га.

Обработки необходимо выполнять, исполняя регламент применения инсектицидов в зависимости от вредителей разрешенными для этого препаратами. Уборку необходимо проводить при пожелтении нижних листьев ботвы и остановке прироста корнеплодов. Биологическая спелость кормовой свеклы наступает поздно осенью. Уборку необходимо проводить до наступления морозов. До середины октября кормовая свекла продолжает вегетацию и дает приросты. Ботва скашивается КИР 1,5. Необходимо оставить черешок 4-5 см в длину для предотвращения проникновения инфекции в корнеплоды. Убирается кормовая свекла с помощью корнеуборочных машин либо при небольших объемах вручную. Свекла кормовая хранится в хранилищах или буртах.

Заключение. На территории Волгоградской области возделывание кормовой свеклы в кормовых севооборотах актуально и имеет стратегическое значение в обеспечении животноводческих хозяйств полноценным питательным высокопродуктивным сочным кормом. Промышленные посевы одностросткового триплоидного гибрида кормовой свеклы Милана F1 были проведены в разных хозяйствах Волгоградской области. Основным упор был сделан на внедрение кормовой свеклы в кормовые севообороты с кукурузой на силос. Урожайность корнеплодов составила 40-45 т/га в зависимости от условий опытно-производственных посевов, что говорит о правильном выборе направления развития кормового севооборота и перспективности развития этого направления кормопроизводства.

Библиографический список

1. Алиева Г.А. Влияние удобрений на урожай сахарной свеклы [Текст] / Г.А. Алиева // Аграрная наука. - 2015. - № 12. - С. 17-19.
2. Бородычев, В.В. Минеральное питание столовой свёклы при капельном орошении [Текст] / В.В. Бородычев, Е.Е. Михайлова // Плодородие. - 2017. - № 4 (97) - С. 10-12.
3. Бутяйкин, В. В. Влияние системы основной обработки почвы и минеральных удобрений на формирование урожая сахарной свеклы [Текст] / В. В. Бутяйкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2014. - № 4. - С. 23-27.
4. Дубенок, Н.Н. Разработка систем комбинированного орошения для полива сельскохозяйственных культур [Текст] / Н.Н. Дубенок, А.В. Майер // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2018. - № 1(49). - С. 9-19.
5. Литвиновская, Л.А. Технологичность свёклы урожая 2017 года и особенности её переработки [Текст] / Л.А. Литвиновская // Сахар. - 2017. - № 12. - С. 30-35.
6. Исламгулов, Д.Р. Потери урожая сахарной свёклы вследствие загрязнения и подмораживания корнеплодов при разных сроках уборки [Текст] / Д.Р. Исламгулов, Р.Р. Исмагилов, А.У. Бакирова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2018. - № 3 (71). - С. 99-101.
7. Михайлова, Е.Е. Орошение и удобрение столовой свеклы при капельном орошении в волгоградской области [Текст] / Е.Е. Михайлова // Научная жизнь. - 2018. - № 7. - С. 32-38.

8. Хамитов, Р.З. Повышение эффективности возделывания кормовой свеклы полусахарного типа [Текст] / Р.З. Хамитов, И.А. Хамитова // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 3. - С. 715.

9. Шуравилин, А.В. Обоснование режимов увлажнения почв при капельном орошении картофеля в аридной зоне [Текст] / А.В. Шуравилин, Ю.И. Сухарев, М.А. Табук, В.В. Бородычев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. - 2013. - № 3. - С. 45-52.

10. Шафран С.А. Влияние агрохимических свойств почв на окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая сахарной свеклы [Текст] / С.А. Шафран, И.В. Ильюшенко, Е.С. Козенчева // Плодородие. - 2018. - № 2 (101). - С. 1-4.

11. Юнусов, Р.А. О Возделывании полусахарной свеклы [Текст] / Р.А. Юнусов, Р.З. Хамитов // Сахарная свекла. - № 7 - 2010 - С. 23-24.

12. Serik, B. Effectiveness of Sugar Beet Cultivation under Drop Irrigation in South-East Kazakhstan [Tekst] / B. Serik, L. Kenenbayev, O. Zhumagaly et all // Biosciences biotechnology research. - 2016. - № 13(2) - P. 917-924.

13. Kenenbayev, S.B. Technology of Sugar Beet Cultivation under Drip Irrigation [Tekst] / S.B. Kenenbayev, Zh.O. Ospanbaev, S.S. Sadykov, A.K. Kydyrov, N.T. Musahodzhaev, R. Ernazurkyzy // LITERA. - 2015. - P. 24.

Reference

1. Alieva G. A. Vliyanie udobrenij na urozhaj saharnoj svekly [Tekst] / G. A. Alieva // Agrarnaya nauka. - 2015. - № 12. - P. 17-19.

2. Borodychev, V. V. Mineral'noe pitanie stolovoj svjokly pri kapel'nom oroshenii [Tekst] / V. V. Borodychev, E. E. Mihajlova // Plodorodie. - 2017. - № 4 (97) - P. 10-12.

3. Butyajkin, V. V. Vliyanie sistemy osnovnoj obrabotki pochvy i mineral'nyh udobrenij na formirovanie urozhaya saharnoj svekly [Tekst] / V. V. Butyajkin // Izvestiya samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2014. - № 4. - P. 23-27.

4. Dubenok, N. N. Razrabotka sistem kombinirovannogo orosheniya dlya poliva sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst] / N. N. Dubenok, A. V. Majer // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - № 1(49). - P. 9-19.

5. Litvinovskaya, L. A. Tehnologichnost' svjokly urozhaya 2017 goda i osobennosti ejo pererabotki [Tekst] / L. A. Litvinovskaya // Sahar. - 2017. - № 12. - P. 30-35.

6. Islamgulov, D. R. Poteri urozhaya saharnoj svjokly vsledstvie zagryazneniya i podmorazhivaniya korneplodov pri raznyh srokah uborki [Tekst] / D. R. Islamgulov, R. R. Ismagilov, A. U. Bakirova // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2018. - № 3 (71). - P. 99-101.

7. Mihajlova, E. E. Oroshenie i udobrenie stolovoj svekly pri kapel'nom oroshenii v volgogradskoj oblasti [Tekst] / E. E. Mihajlova // Nauchnaya zhizn'. - 2018. - № 7. - P. 32-38.

8. Hamitov, R. Z. Povyshenie jffektivnosti vzdelyvaniya kormovoj svekly polusaharnogo tipa [Tekst] / R. Z. Hamitov, I. A. Hamitova // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. - 2014. - № 3. - P. 715.

9. Shuravilin, A. V. Obosnovanie rezhimov uvlazhneniya pochv pri kapel'nom oroshenii kartofelya v aridnoj zone [Tekst] / A. V. Shuravilin, Yu. I. Suharev, M. A. Tabuk, V. V. Borodychev // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. - 2013. - № 3. - P. 45-52.

10. Shafran S. A. Vliyanie agrohimicheskikh svojstv pochv na okupaemost' mineral'nyh udobrenij pribavkoj urozhaya saharnoj svekly [Tekst] / S. A. Shafran, I. V. Il'yushenko, E. S. Kozeicheva // Plodorodie. - 2018. - № 2 (101). - P. 1-4.

11. Yunusov, R. A. O Vozdelyvanii polusaharnoj svekly [Tekst] / R. A. Yunusov, R. Z. Hamitov // Saharnaya svekla. - № 7 - 2010 - P. 23-24.

12. Serik, B. Effectiveness of Sugar Beet Cultivation under Drop Irrigation in South-East Kazakhstan [Tekst] / B. Serik, L. Kenenbayev, O. Zhumagaly et all // Biosciences biotechnology research. - 2016. - № 13(2) - P. 917-924.

13. Kenenbayev, S.B. Technology of Sugar Beet Cultivation under Drip Irrigation [Tekst] / S.B. Kenenbayev, Zh.O. Ospanbaev, S.S. Sadykov, A.K. Kydyrov, N.T. Musahodzhaev, R. Ernazurkyzy // LITERA. - 2015. - P. 24.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.674

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-31

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
КОМБИНИРОВАННЫХ СПОСОБОВ ОРОШЕНИЯ
IMPROVING THE EFFICIENCY OF COMBINED IRRIGATION METHODS

А.С. Овчинников¹, *член-корреспондент РАН,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор*
М.Ю. Храбров², *доктор технических наук*
Н.Г. Колесова², *старший научный сотрудник*
С.В. Бородычев², *научный сотрудник*

A.S. Ovchinnikov¹, M.Yu. Hrabrov², N.G. Kolesova², S.V. Borodychev²

¹*Волгоградский государственный аграрный университет*

²*ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», г. Москва, Россия*

¹*Volgograd State Agrarian University*

²*Federal State Budget Scientific Institution «The All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A. N. Kostyakova»*

Повышение эффективности комбинированных способов орошения возможно при использовании новых технических средств распыления диспергированной воды. Изменение размера капель устройством для создания газокпельной струи позволяет более эффективно расходовать поливную воду при мелкодисперсном дождевании в течение вегетации. Комбинированное орошение позволяет гибко регулировать запасы влаги в почве с оптимальной температурой и влажностью приземного воздуха. С целью наиболее эффективного использования поливной техники должны учитываться условия каждой природно-хозяйственной зоны, биологические особенности орошаемых культур, фазы их развития. Увлажнение посевов нормами 1,5-2 м³/га во время воздушной засухи позволяет значительно снизить ущерб. Периодическое многократное опрыскивание в наиболее жаркое время суток, когда температура воздуха превышает 25 °С, позволяет снизить влияние температурного стресса на растения и повысить урожайность до 20 %. Увлажнение приземного слоя воздуха выполняют разбрызгиванием воды с каплями диаметром до 500 мкм в жаркое время дня с 11 часов до 17 часов дня. Интервал между увлажнениями составляет примерно один час. Разработано устройство для создания газокпельной струи. Устройство имеет возможность разделения газокпельной струи на фракции: крупнокпельную для увлажнения почвенного покрова и тонкодисперсную для листовой поверхности растений и приземного слоя воздуха при регулируемой дальности подачи газокпельной струи. Предложена оросительная сеть для регулирования фитолимата поля с учетом розы ветров. Аэрозольные генераторы на поливных трубопроводах размещают через 50 м. Система дистанционного управления каждым отдельным генератором создает возможность наиболее рационального регулирования микролимата на поле путем применения различных схем включения генераторов аэрозоля. Для получения наиболее эффективного почвоувлажнительного эффекта в сочетании с улучшением микролимата разработано устройство комбинированного микроорошения, позволяющее переключать подачу воды в разные водовыпускные отверстия (для капельного орошения или для микродождевания) посредством кратковременного повышения давления в оросительной сети.

Increasing the efficiency of combined methods of irrigation is possible with the use of new technical means of spraying dispersed water. Changing the size of the droplets device to create a gas-droplet jet allows more efficient use of irrigation water with fine sprinkling during the growing season. The combined irrigation allows the flexibility to adjust the moisture reserves in the soil for optimum temperature and humidity of the surface air. For the most effective use of

irrigation equipment should take into account the conditions of each natural and economic zone, biological characteristics of irrigated crops, and the phase of their development. Humidification of crops by norms of 1,5-2 m³ / ha during air drought can significantly reduce the damage. Periodic repeated spraying in the hottest time of the day, when the air temperature exceeds 25°C, can reduce the impact of temperature stress on plants and increase yields up to 20%. Humidification of the surface layer of air is carried out by spraying water with drops up to 500 microns in diameter in the hot time of the day from 11 o'clock to 17 o'clock. The interval between the flooding of approximately one hour. A device for creating a gas-droplet jet has been developed. The device has the ability to separate the gas-droplet jet into fractions - large-droplet to moisten the soil cover and fine-dispersed for the leaf surface of plants and the surface layer of air at a controlled range of the gas-droplet jet. The irrigation network for regulation of the field phytoclimate taking into account the wind rose is proposed. Aerosol generators for irrigation pipelines placed in 50 m. the remote control System each generator creates an opportunity for more rational regulation of micro phytoclimate on the field by applying different schemes of inclusion of the aerosol generator. To obtain the most effective soil-moistening effect in combination with the improvement of the microclimate, a combined micro-irrigation device has been developed that allows switching the water supply to different water outlets (for drip irrigation or for micro-irrigation) by means of a short-term increase in the pressure in the irrigation network.

Ключевые слова: *комбинированное орошение, капельное орошение, мелкодисперсное дождевание, газодапельная струя, микро-, фитоклимат.*

Key words: *combined, drip irrigation, mist irrigation system, gas-droplet jet, microclimate, device, system, irrigation.*

Введение. При современном развитии орошаемого земледелия актуален комплексный подход к оценке эффективности способов орошения. Существующие способы орошения различны не только по технологии распределения воды на орошаемом поле, но и по своему влиянию на систему «среда-растение», поэтому возникает необходимость в сочетании различных способов полива, при котором оптимально используются достоинства каждого из них [1, 4, 9, 13, 10].

Комбинированное орошение позволяет гибко регулировать запасы влаги в почве с оптимальной температурой и влажностью приземного воздуха. Для наиболее эффективного использования поливной техники должны учитываться условия каждой природно-хозяйственной зоны, биологические особенности орошаемых культур, фазы их развития [7, 11].

Применение комбинированных способов орошения способствует увеличению урожайности, а также снижению расхода воды по сравнению с орошением одним традиционным способом [2, 8, 12]. Одним из направлений повышения эффективности комбинированных способов орошения является расширение спектра их применения путем создания гидромелиоративных систем (ГМС) на основе сочетания различных способов малообъемного орошения. Так как при использовании малообъемного орошения по сравнению с традиционными способами достигается экономия водных, земельных, энергетических, материальных, трудовых и временных ресурсов, сочетание различных способов малообъемного орошения позволяет ГМС быть ресурсосберегающими. Технологии комбинированного малообъемного орошения рационально применять в регионах, климатические условия которых характеризуются наличием в течение вегетационного периода не менее 20 дней с температурой воздуха выше 25⁰, относительной влажностью 50 % и ниже, а также в регионах с часто повторяющимися атмосферными засухами [8, 3, 14].

Материалы и методы. Цель настоящей работы – повышение эффективности комбинированных способов орошения на основе конструктивного совершенствования оросительных систем многоцелевого назначения. Объектом исследований являются технические средства орошения нового поколения. Предмет исследований – технические решения и технологии комбинированного регулирования влажности почвы и фитоклимата посевов. Теоретические исследования проведены на основе общеизвестных методов планирования эксперимента, законов теории вероятностей и математической статистики. Лабораторные и производственно-полевые исследования реализованы в соответствии с действующими природно-нормативными и техническими регламентами, сводами правил, ГОСТами, методиками полевых и производственных опытов.

Степень достоверности результатов подтверждена современными методами математической обработки опытов с использованием ЭВМ и программных продуктов MS Excel 2007, Math Cad 14, Fortran 77 v 3.30.

На основе анализа исходных данных производится выбор способа орошения, наиболее отвечающего требованиям орошаемой культуры в данных природных условиях, с учётом имеющихся ресурсов. Кроме того, проводится оценка воздействия выбранного способа на окружающую среду, а также эколого-экономическое обоснование применения выбранной оросительной системы.

После определения способа орошения производится подбор конструкций и элементов системы для осуществления конкретного способа орошения. Исходя из особенностей отобранных конструкций устанавливают элементы техники полива и задают режим орошения. В соответствии с установленным режимом орошения укомплектовывают гидромодуль оросительной системы, на основе которого производят расчёт параметров водораспределительной сети и оборудования на ней.

Результаты и обсуждение. Наиболее разработанным к настоящему времени способом малообъемного орошения является капельное [1, 11, 4, 15, 16]. Важнейшее преимущество капельного орошения – большая экономия оросительной воды в результате снижения потерь воды на фильтрацию за пределы корнеобитаемой зоны, испарение и на поверхностный сток. В результате устранения неравномерности полива практически вся подаваемая вода используется на транспирацию. Капельное орошение позволяет локально и своевременно подавать питательные элементы. К преимуществам систем капельного орошения относится также низкая металлоёмкость, поскольку для строительства оросительной сети используются полимерные материалы. Наиболее эффективно применение капельного орошения при ограниченных запасах водных ресурсов на территориях с большими уклонами и сложным рельефом, где другие способы трудно применять. Но капельное орошение не позволяет регулировать микроклимат орошаемого поля, поэтому возникает необходимость комбинировать его с другим видом орошения [20, 21, 22].

Оценивая эффективность и возможность реализации различных способов и устройств формирования микроклимата поля и снятия температурного и водного стресса, наиболее разработанными и перспективными следует признать стационарные системы, сочетающие капельное орошение с мелкодисперсным дождеванием. Норма увлажнения при мелкодисперсном дождевании складывается из объема воды, удерживаемой растительным покровом, объема воды, необходимой для ликвидации водного дефицита растений, и объема воды, идущей на увлажнение приповерхностного слоя почвы [11, 5, 6].

Мелкодисперсное дождевание – это способ орошения, представляющий собой дождевание мелко распыленной водой в целях создания оптимального микроклимата на посевах сельскохозяйственных культур. Мелкодисперсное дождевание является одним из перспективных способов регулирования фитолимата растительного покрова на орошаемых полях. Физическая сущность аэрозольного орошения основана на распределении мелко распыленной воды по листовому покрову растений. При этом степень дисперсности капель дождя должна быть такой, чтобы они не скатывались с листьев, а оставались на них до полного испарения, охлаждая наземную часть растений и увеличивая влажность приземного слоя воздуха. Мелкодисперсное дождевание в течение вегетационного периода создает благоприятные фитолиматические условия для произрастания сельскохозяйственных культур, способствует увеличению урожайности, а также устранению депрессии фотосинтеза и снижению расхода воды на транспирацию в жаркое время дня [9, 8, 3, 14].

Водоудерживающая способность листового покрова растений определяется количеством воды в виде капель, остающихся на растениях после обработки. Способность растений удерживать капли на листовой поверхности зависит от размера капель и вида растений. При мелкодисперсном дождевании растений капли удерживаются даже при вертикальном положении листьев. При этом водоудерживающая способность листьев зависит от стадии роста растений. В начале вегетации площадь листьев в несколько раз меньше, чем в середине вегетационного периода. В связи с этим интенсивность мелкодисперсного дождевания и диаметр капель в течение вегетации могут увеличиваться, так как удерживающая способность листового покрова возрастает.

При мелкодисперсном дождевании водяная пыль, медленно оседая в воздухе, активно испаряется, вызывая понижение его температуры и повышение относительной влажности. При этом капли охлаждают наземную часть растений и увеличивают влажность приземного слоя воздуха.

При достаточной влажности почвы растения в условиях воздушной засухи часто страдают из-за температурного стресса. Воздушная засуха может совпадать с периодом цветения зерновых и при этом резко снижать урожайность.

Экспериментально установлено [8, 12], что мелкодисперсное дождевание посевов нормами 1,5-2 м³/га во время воздушной засухи позволяет значительно снизить ущерб. Периодическое многократное опрыскивание в наиболее жаркое время суток, когда температура воздуха превышает 25 °С, позволяет снизить влияние температурного стресса на растения и повысить урожайность на 20 %. Увлажнение приземного слоя воздуха выполняют разбрызгиванием воды с каплями диаметром до 500 мкм в жаркое время дня с 11 часов до 17 часов дня. Интервал между увлажнениями составляет примерно один час.

Чтобы понять, какой объем воды надо распылять для увлажнения одного гектара площади в разные по срокам вегетации растений, необходимо знать объем воды в одной капле, площадь поверхности капли и количество капель.

Объем одной капли можно вычислить по формуле, определяющей объем шара:

$$V = \frac{1}{6} \cdot \pi d^3, \text{ мм}^3.$$

В нашем случае объем одной капли при её диаметре 0,5 мм будет равен 0,065 мм³. Таким образом, в 1 мл воды будет примерно 15 000 капель, в 1 м³ – 15 · 10⁹ капель.

Площадь поверхности капли можно определить по формуле определяющей площадь поверхности шара:

$$S = \pi d^2, \text{ мм}^2.$$

Площадь поверхности одной капли при диаметре 0,5 мм будет равна 0,785 мм². При количестве капель в 1 м³, равном $15 \cdot 10^9$, общая поверхность распыляемых капель составит примерно $12 \cdot 10^9$ мм² или $12 \cdot 10^3$ м².

Как уже говорилось, средняя норма опрыскивания составляет 2 м³/га, при этом общая поверхность распыляемых капель составит 24000 м², что превышает площадь поверхности поля размером 1 га более, чем в два раза.

В связи с изложенным, разовую норму опрыскивания можно сократить более чем в два раза в начале вегетационного периода с увеличением этой нормы по мере роста растений и увеличения их листовой поверхности.

Нами разработано устройство для создания газокapельной струи (патент РФ 2548886). Устройство имеет возможность разделения газокapельной струи на фракции: крупнокapельную для увлажнения почвенного покрова и тонкодисперсную для листовой поверхности растений и приземного слоя воздуха при регулируемой дальности подачи газокapельной струи.

Таблица 1 – Параметры капель при мелкодисперсном дождевании

№	Диаметр капли, мм	Объем одной капли, мм ³ , $V = \frac{1}{6} \cdot \pi d^3$	Площадь поверхности капли, мм ² , $S = \pi d^2$	Количество капель в 1 м ³ , шт.	Общая поверхность распыляемых капель, мм ²
1	0,05	0,000065	0,00785	$15 \cdot 10^{12}$	$118 \cdot 10^9$
2	0,10	0,0005	0,0314	$20 \cdot 10^{11}$	$63 \cdot 10^9$
3	0,20	0,0042	0,1256	$24 \cdot 10^{10}$	$30 \cdot 10^9$
4	0,30	0,0141	0,2826	$71 \cdot 10^9$	$20 \cdot 10^9$
5	0,40	0,0335	0,5024	$30 \cdot 10^9$	$15 \cdot 10^9$
6	0,50	0,0654	0,785	$15 \cdot 10^9$	$12 \cdot 10^9$

Устройство для создания газокapельной струи (рисунок 1) содержит корпус 1, внутри которого расположен вентилятор 2, по центру выходного участка корпуса 1 размещен электропривод с дисковым распылителем 3 (рисунок 2), у которого установлен водоподводящий патрубок 4. На входе в корпус 1 смонтированы жалюзи 5 (рисунок 3). Дисковый распылитель 3 снабжен двумя распыливающими кромками 6 и 7. В основании этих кромок выполнены водоперепускные отверстия соответственно 8 и 9. Жалюзи 5 состоят из пластин-заслонок 10 с ручным приводом 11.

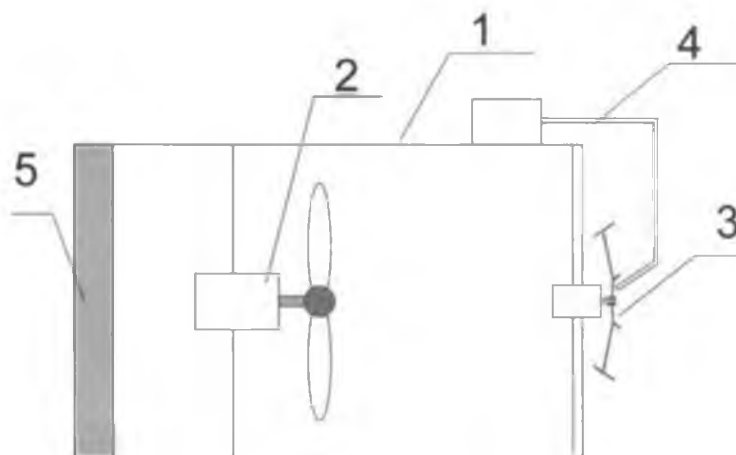


Рисунок 1 – Устройство для создания газокapельной струи, вид сбоку в разрезе

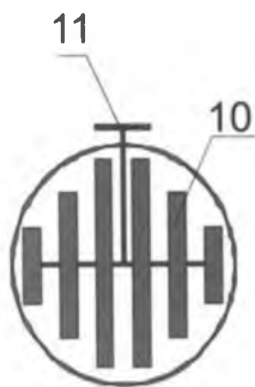


Рисунок 2 – Вид распыливающего диска



Рисунок 3. Вид жалюзийной решетки

Работа устройства для создания газокапельной струи осуществляется в следующей последовательности.

Перед проведением орошения сельскохозяйственных культур устанавливают соотношение расходования воды из газокапельной струи на увлажнение почвенного и листового покрова растений и приземного слоя воздуха, монтируя сменный диск 3 с различным количеством водоперепускных отверстий 9. Чем большее количество воды требуется подать на увлажнение почвы, тем больше водоперепускных отверстий 9 имеет малая кромка 6 устанавливаемого диска 3. После завершения монтажа диска 3 и подключения к нему водоподводящего патрубка 4 устройство на транспортном средстве вывозят в поле.

Устройство с включенным вентилятором 2 перемещают вдоль орошаемого участка. В процессе работы вода из водоисточника по патрубку 4 поступает на среднюю часть вращающегося диска 3. Часть этой воды распыляется с малой кромки 6, образуя крупнокапельную фракцию. Остальная вода перетекает через отверстие 9 к кромке 7, где также происходит ее распыление с образованием тонкодисперсной фракции газокапельной струи. Соответственно, большая часть воды, распыливаемой с поверхности кромки 7, образует капли размером до 100 мк, которые оседают на поверхность листьев, а также испаряются в приземном воздухе, повышая его влажность. Капли, образуемые на кромке 6, имеют величину более 100 мк. Они оседают на поверхности почвы, увлажняя ее. Процентное соотношение количества воды, подаваемой на увлажнение почвы и приземного слоя воздуха, задают подбором дисков 3 с определенным количеством отверстий 9. Дальность подачи газокапельной струи регулируют с помощью привода 11, поворачивая заслонки 10 жалюзи 5 и тем самым изменяя силу воздушного потока, создаваемого вентилятором 2.

Устройство для создания газокапельной струи при простоте конструкции и регулируемой дальности подачи обеспечивает возможность разделения газокапельной струи на фракции для увлажнения почвенного покрова, листовой поверхности растений и приземного слоя воздуха.

Научный и практический интерес представляет разработанная нами оросительная сеть для регулирования фитолимата поля (патент РФ № 2548886). Оросительная система включает водоисточник, энергетическую установку, насос, распределительный трубопровод и подключенные к нему поливные трубопроводы с мелкодисперсными распылителями.

Способ регулирования фитолимата поля (патент РФ 2129775) включает периодическое мелкодисперсное увлажнение растений с учетом температуры и влажности приземного слоя воздуха и почвы, а также скорости и направления приземного ветра.

Распыление аэрозоля производят с автоматическим регулированием высоты и направления его подачи, а также размера капель в нем, по результатам мониторинга температуры и влажности приземного слоя воздуха и почвы, скорости и направления приземного ветра в режиме реального времени на основе данных, получаемых от автоматизированного измерительного комплекса.

На рисунке 4 представлен общий вид системы для регулирования фитоклимата поля. Система располагается на орошаемом участке 1 и включает водоисточник 2, энергетическую установку 3, насос 4, который связан трубопроводом 5 с водоисточником 2. К насосу 4 подключен проложенный вдоль поля транспортирующий трубопровод 6 и отходящие от него по полю поливные трубопроводы 7. Насос 4 подключен кабелем 8 к центральному узлу 9, к которому также подключен кабель 10, проложенный вдоль трубопроводов 6 и 7. На поливных трубопроводах 7 установлены генераторы аэрозоля 11.

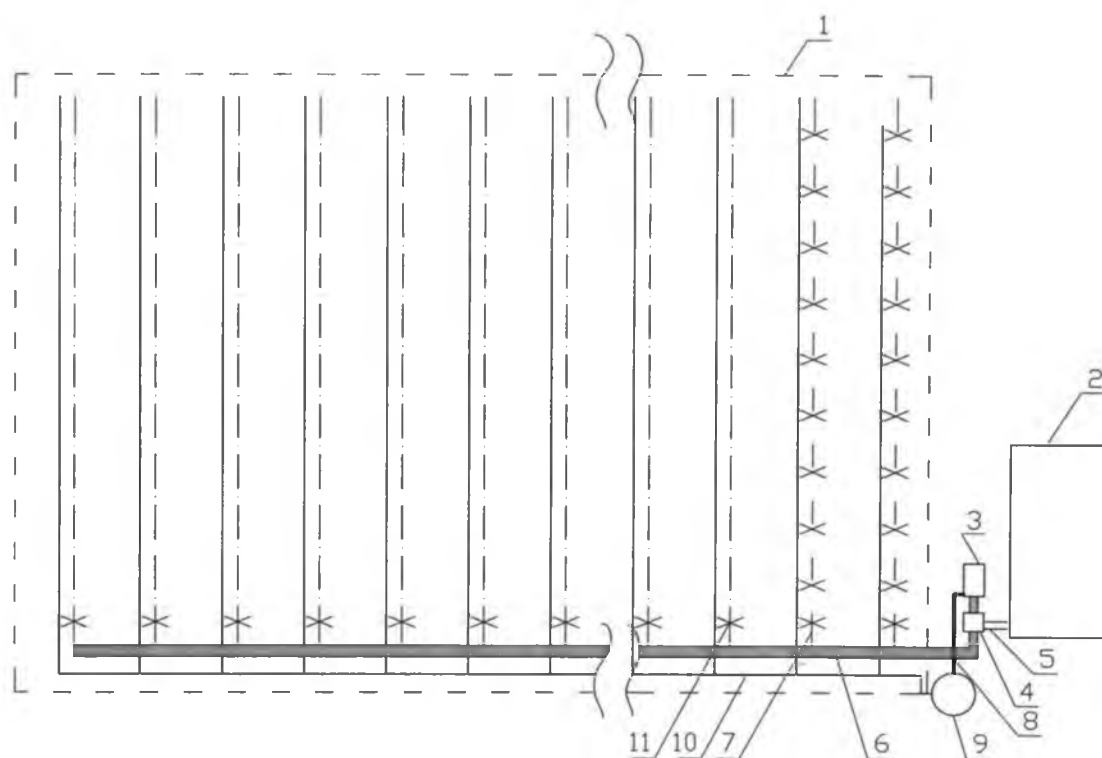


Рисунок 4 – Оросительная сеть для регулирования фитоклимата поля

Среднюю площадь орошаемого участка 1 примем равной 50 га. Размеры поля – 1000×500 м. Систему регулирования фитоклимата на поле размещают с учетом розы ветров. Трубопроводы 7 укладывают через 100 м, перпендикулярно направлению ветра, преобладающего в период вегетации. Аэрозольные генераторы на поливных трубопроводах размещают через 50 м.

В зависимости от конкретных условий микроклимата поля задается режим работы генераторов аэрозоля. Система дистанционного управления каждым отдельным генератором создает возможность наиболее рационального регулирования фитоклимата на поле путем применения различных схем включения генераторов аэрозоля.

Во время длительной воздушной засухи при установлении приборами образования восходящего потока воздуха, создающего угрозу иссушения почвы и перехода воздушной засухи в засуху, генераторы включают в рабочий режим, сочетающий одно-

временное крупнодисперсное увлажнение почвы и мелкодисперсное увлажнение воздуха на высоту до 2 м. При этом увлажнение почвы обеспечит снижение ее температуры и температуры приземного слоя воздуха и соответственно прекратит формирование восходящего потока нагретого воздуха. Одновременное мелкодисперсное увлажнение воздуха обеспечит снятие возможного температурного стресса у растений.

Реализация способа регулирования фитолимата поля с помощью оросительной системы обеспечивает автоматическое поддержание благоприятных для растений условий в течение всего вегетационного периода на всей площади поля и позволяет предотвратить ущерб от любых видов засухи, в том числе на посевах культур сплошного сева.

Для получения наиболее эффективного почвоувлажнительного эффекта в сочетании с улучшением микроклимата разработано устройство (рисунок 5) комбинированного микроорошения, позволяющее переключать подачу воды в разные водовыпускные отверстия (для капельного орошения или для микродождевания) посредством кратковременного повышения давления в оросительной сети (патент РФ № 2129775). При гидравлическом расчете поливных трубопроводов систем микродождевания регламентирующими факторами являются: зона рабочего давления, т.е. те пределы численных значений давления в сети, в которых происходит нормальная работа водовыпусков в соответствии с их гидравлическими характеристиками, и равномерность распределения воды по длине трубопровода.

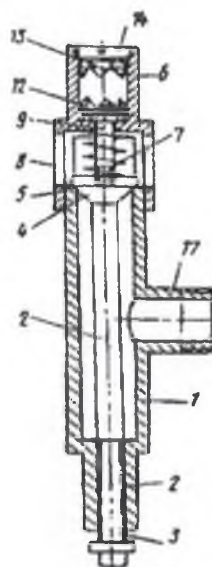


Рисунок 5 – Устройство для комбинированного микроорошения:

1 – корпус, 2 – шток, 3 – спиральный канал, 4 – конусный клапан, 5 – седло, 6 – корпус механизма фиксации, 7 – пружина, 8 – окно, 9 – стержень, 10 – диск, 11 – зубчатый венец, 12 – пазы, 13 – диск, 14 – крышка, 15 – направляющие выступы, 16 – эластичный клапан, 17 – патрубок

Устройство работает следующим образом. В режиме капельного орошения при пониженном давлении пружина 7 прижимает клапан 4 к седлу, и вода из патрубка 17 поступает через канал 3 в виде капель к объекту орошения.

Для переключения устройства в режим микродождевания в системе создают повышенное давление в виде короткого импульса. При этом пружина 7 сжимается, и диск 10 по направляющим выступам 15 перемещается вверх, зубцы венца 11 скользят по зубцам венца 13, при этом диск 10 проворачивается на угол, соответствующий одному зубцу.

После прекращения подачи импульса повышенного давления шток 2 перемещается в обратном направлении; при этом диск 10 упирается в выступы 15, и между клапаном 4 и его седлом образуется зазор. При этом эластичный клапан 16 перекрывает канал капельницы 3, и система работает в режиме микродождевания.

Для перевода системы в режим капельного полива необходимо подать повторный командный импульс повышенного давления. При этом происходит повторное отжатие диска 10 на зубцы венца 13 и совмещение пазов 12 с выступами 15. При снятии давления клапан 4 перекрывает верхнюю часть корпуса, и водовыпуск работает в режиме капельного орошения.

Предлагаемое устройство позволяет осуществлять комбинированное микроорошение без использования более высокого давления в сети и избежать связанных с этим затрат.

Заключение. Предлагаемые разработки позволяют более эффективно использовать оросительную воду при мелкодисперсном дождевании, варьируя количество воды, подаваемой для увлажнения листовой поверхности в различные фазы развития растений. Так, в начале вегетации, когда листовая поверхность растений достаточно мала, можно подавать небольшие нормы воды, распыляя её мелкими каплями. В дальнейшем при увеличении листовой поверхности размер капель можно увеличивать до необходимых размеров, учитывая, что они не должны скатываться с поверхности листьев. Такое изменение размера капель в течение вегетации позволяет более эффективно расходовать поливную воду при мелкодисперсном дождевании. Для проведения комбинированного орошения на оросительной сети предлагается использовать разработанное устройство создания газодаждевательной струи и микроорошения. Увлажнение посевов нормами 1,5-2 м³/га во время воздушной засухи позволяет значительно снизить ущерб. Периодическое многократное опрыскивание в наиболее жаркое время суток, когда температура воздуха превышает 25 °С, позволяет снизить влияние температурного стресса на растения и повысить урожайность до 20 %. Увлажнение приземного слоя воздуха выполняют разбрызгиванием воды с каплями диаметром до 500 мкм в жаркое время дня с 11 часов до 17 часов дня. Интервал между увлажнениями составляет примерно один час.

Библиографический список

1. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур [Текст]: научное издание /В.В. Бородычев / ФГНУ ВНИИ «Радуга». – Коломна, 2010. – 241 с.
2. Бородычев, В.В. Функционально-морфологический анализ и совершенствование технических средств комбинированного орошения [Текст]/ В.В. Бородычев, Е.В. Мелихова, А.Ф. Рогачев// Мелиорация и водное хозяйство. – 2018. – № 4. – С. 30-36.
3. Гидромелиоративные системы нового поколения [Текст]/Б.Б. Шумаков, Л.В. Кирейчева, В.В. Бородычев и др. – М.: ВНИИГиМ, 1997. – 120 с.
4. Гуманюк, А.В. Регулирование водного и пищевого режимов при возделывании томата на капельном орошении [Текст]/А.В. Гуманюк, В.Ф. Ботнар, Д.Г. Градинар //Наука, техника и образование. – 2018. – № 4(45). – С. 57-62.
5. Зволинский, В.П. Влияние способа полива и минеральных удобрений на продуктивность раннего картофеля в Астраханской области [Текст]/В.П. Зволинский, Н.В. Тютюма, Н.А. Щербакова / /Плодородие. – 2018. – № 1(100). – С. 31.-33.
6. Кизяев, Б.М. Эффективность минерального питания овощных культур при капельном орошении [Текст] / Б.М. Кизяев, В.В. Бородычев // Плодородие. – 2016. – № 5. – С. 18-21.
7. Комбинированное орошение земляники [Текст] / В.В. Бородычев, В.М. Гуренко, А.В. Майер и др.//Проблемы развития АПК региона. ДагГАУ. – 2016. – №1 (25). – Ч. 2. – С. 25-29.
8. Комбинированное орошение сельскохозяйственных культур [Текст]/А. С. Овчинников, В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров и др.//Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 2(37). – С. 6-12.

9. Кременской, В.И. Внедрение систем капельного орошения в Крыму [Текст] / В.И. Кременской, А.М. Джапарова // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2018. – № 2 (70). – С. 86-91.
10. Куманов К. Изчисляваме ли правилно поливната норма при микронапояване на овощни насаждения [Текст] / К. Куманов // Растениеводческие науки. – 2003. – № 5 (40). – С. 451-456.
11. Модернизация узлов водоочистки систем капельного орошения комбинированными гидроциклонами [Текст] / В.В. Бородычев, А.Е. Новиков, М.И. Филимонов и др. // Научная мысль. – 2016. – № 3. – С. 43-52.
12. Перспективная система управления водным режимом почвы и микроклиматом [Текст] / А.С. Овчинников, В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 2(37). – С. 6-12.
13. Пронько, Н.А. Водопотребление капусты белокочанной при капельном орошении в Саратовском Заволжье [Текст] / Н.А. Пронько, Т.Г. Рябцева // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 1. – С. 27-30.
14. Шумаков, Б.Б. Техника и технология аэрозольного орошения [Текст] / Б.Б. Шумаков, В.В. Бородычев // Мелиорация и водное хозяйство. Мелиоративные системы: обзорная информация / ЦБНТИ Минводхоза СССР. – М., 1989. – Вып. 9. – 60 с.
15. Viktor, P.R. Uniformity of soil moisture in microirrigated plastic mulched beds / Soil and crop science society of Florida [Текст] / P.R. Viktor // Clarc Proceedings. – 1991. – Vol. 50. – P. 9-12.
16. Accuracy of Global Microirrigation Distribution Uniformity Estimates [Текст] / S.W. Styles, C.M. Burt, F. Gaudi et al. // Journal of Irrigation Drainage Engineering. – 2008. – Vol. 134. – № 3. – P. 292-297.
17. Meszaros, M. Kombinait microontozo-berendezes kialakitasa es vizsgalata [Текст] / M. Meszaros // Debreceni Agrartudom. – Egyet, Tudom, Kozl, 1988. – Vol. 27. – P. 363-378.
18. Complementing micro-irrigation technology with improved irrigation management based on crop and soil parameters [Текст] / S. Pross, B. Sutton, M. Battam et al. // Inter Water Irrigat. – 2003. – Vol. 23. – № 4. – P. 300-330.
19. Saline water irrigation stimulate emission from a drip-irrigated cotton field [Текст] / W. Zhang, G. Zhou, Q. Li и др. // Acta Agriculturae Scandinavica. Section B: Soil and Plant Science. – 2016. – Vol. 66. – № 2. – P. 141-152.
20. Technology and regime of sugar beet drip irrigation with plastic mulching under the conditions of the jambyl region [Текст] / K. Massatbayev, A. Shomantayev, N. Izbassov et al. // Irrigation and Drainage. – 2016. – Vol. 65. – № 5. – P. 620-630.
21. Garb, Y. From transfer to translation: using systemic understandings of technology to understand drip irrigation uptake [Текст] / Y. Garb, L. Friedlander // Agricultural Systems. – 2014. – Vol. 128. – P. 13-24.
22. Evaluation of yield and leaf water potential (lwp) for eggplant under varying irrigation regimes using surface and subsurface drip [Текст] / Y.B. Çolak, A. Yazar, S. Sesveren et al. // Scientia Horticulturae. – 2017. – Vol. 219. – P. 10-21.

Reference

1. Borodychev, V. V. Sovremennyye tehnologii kapel'nogo orosheniya ovoschnykh kul'tur: nauchnoe izdanie [Текст] / V. V. Borodychev / FGNU VNII "Raduga". – Kolomna, 2010. – 241 p.
2. Borodychev, V. V. Funkcional'no-morfologicheskij analiz i sovershenstvovanie tehnikeskikh sredstv kombinirovannogo orosheniya [Текст] / V. V. Borodychev, E. V. Melihova, A. F. Rogachev // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. – 2018. – № 4. – P. 30-36.
3. Gidromeliorativnye sistemy novogo pokoleniya [Текст] / B. B. Shumakov, L. V. Ki-rejcheva, V. V. Borodychev и др. – М.: VNIIGiM, 1997. – 120 p.
4. Gumanyuk, A. V. Regulirovanie vodnogo i pischevogo rezhimov pri vzdelyvanii tomata na kapel'nom oroshenii [Текст] / A. V. Gumanyuk, V. F. Botnar', D. G. Gradinar // Nauka, tehnika i obrazovanie. – 2018. – № 4(45). – P. 57-62.

5. Zvolinskij, V. P. Vliyanie sposoba poliva i mineral'nyh udobrenij na produktivnost' rannego kartofelya v Astrahanskoj oblasti [Tekst]/V. P. Zvolinskij, N. V. Tyutyuma, N. A. Scherbakova // Plodorodie. - 2018. - № 1(100). - P. 31. -- 33.
6. Kizyaev, B. M. Jefferktivnost' mineral'nogo pitaniya ovoschnyh kul'tur pri kapel'nom oroshenii [Tekst] / B. M. Kizyaev, V. V. Borodychev // Plodorodie. - 2016. - № 5. - P. 18-21.
7. Kombinirovannoe oroshenie zemlyaniki [Tekst] / V. V. Borodychev, V. M. Gurenko, A. V. Majer i dr.//Problemy razvitiya APK regiona. DagGAU. - 2016. - №1 (25). - Ch. 2. - P. 25-29.
8. Kombinirovannoe oroshenie sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst]/A. S. Ovchinnikov, V. V. Borodychev, M. Yu. Hrabrov i dr.//Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 2(37). - P. 6-12.
9. Kremenskoj, V. I. Vnedrenie sistem kapel'nogo orosheniya v Krymu [Tekst] /V. I. Kremenskoj, A. M. Dzhaparova //Puti povysheniya jefferktivnosti oroshaemogo zemledeliya. - 2018. - № 2 (70). - P. 86-91.
10. Kumanov K. Izchislyavame li pravilno polivnata norma pri mikronapoyavane na ovoschni nasazhdeniya [Tekst] / K. Kumanov // Rasten. Nauki. - 2003. - № 5 (40). - P. 451-456.
11. Modernizaciya uzlov vodoochistki sistem kapel'nogo orosheniya kombinirovannymi gidrociklonami [Tekst] /V. V. Borodychev, A. E. Novikov, M. I. Filimonov i dr.// Nauchnaya mysl'. - 2016. - № 3. - P. 43-52.
12. Perspektivnaya sistema upravleniya vodnym rezhimom pochvy i mikroklimatom [Tekst]/A. S. Ovchinnikov, V. V. Borodychev, M. Yu. Hrabrov et all.// Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 2(37). - P. 6-12.
13. Pron'ko, N. A. Vodopotreblenie kapusty belokochannoj pri kapel'nom oroshenii v Saratovskom Zavolzh'e [Tekst]/N. A. Pron'ko, T. G. Ryabceva // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2018. - № 1. - P. 27-30.
14. Shumakov, B. B. Tehnika i tehnologiya ajerozol'nogo orosheniya [Tekst]/ B. B. Shumakov, V. V. Borodychev //Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. Meliorativnye sistemy: obzornaya informaciya CBNTI Minvodhoza SSSR. - M., 1989. - Vol. 9. - 60 p.
15. Viktor, P.R. Uniformity of soil moisture in microirrigated plastic mulched beds/Soil and crop science society of Florida[Tekst]/ P.R. Viktor // Clare Proceedings. - 1991. - T. 50. - P. 9-12.
16. Accuracy of Global Microirrigation Distribution Uniformity Estimates [Tekst]/ S.W. Styles, C.M. Burt, F. Gaudi et all. //Journal of Irrigation Drainage Engineering. - 2008. - Vol. 134. - № 3. - P. 292-297.
17. Meszaros, M. Kombinait microontozo-berendezes kialakitasa es vizsgalata [Tekst]/M. Meszaros // Debreceni Agrartudom. - Egyet, Tudom, Kozl, 1988. – Vol. 27. - P. 363-378.
18. Complementing micro-irrigation technology with improved irrigation management based on crop and soil parameters [Tekst]/ S. Pross, B. Sutton, M. Battam et all.// Inter Water Irrigat. - 2003. - Vol. 23. - № 4. - P. 300-330.
19. Saline water irrigation stimulate emission from a drip-irrigated cotton field [Tekst]/ W. Zhang, G. Zhou, Q. Li et all.//Acta Agriculturae Scandinavica. Section B: Soil and Plant Science. - 2016. - Vol. 66. - № 2. - P. 141-152.
20. Technology and regime of sugar beet drip irrigation with plastic mulching under the conditions of the jambyl region [Tekst]/ K. Massatbayev, A. Shomantayev, N. Izbassov et all.// Irrigation and Drainage. - 2016. - Vol. 65. - № 5. - P. 620-630.
21. Garb, Y. From transfer to translation: using systemic understandings of technology to understand drip irrigation uptake [Tekst]/ Y. Garb, L. Friedlander //Agricultural Systems. - 2014. - Vol. 128. - P. 13-24.
22. Evaluation of yield and leaf water potential (lwp) for eggplant under varying irrigation regimes using surface and subsurface drip [Tekst]/ Y.B. Çolak, A. Yazar, S. Sesveren et all.// Scientia Horticulturae. – 2017. – Vol. 219. – P. 10-21.

УДК 62.628.3

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-32

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ СОРБЕНТОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРРИТОВЫХ РЕАГЕНТОВ
ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД****THE STUDY OF SORPTION PROPERTIES OF SORBENTS USING FERRITE
REAGENT DURING WASTEWATER TREATMENT****В.С. Бочарников, доктор технических наук, профессор**
М.П. Мешчеряков, кандидат технических наук, доцент
М.А. Денисова, ассистент**V.S. Bocharnikov, M.P. Meshcheryakov, M.A. Denisova***Волгоградский государственный аграрный университет**Volgograd State Agrarian University*

Представлены результаты исследований сорбционных свойств природных сорбентов с использованием ферритовых реагентов на примере очистки птицеводческих сточных вод. Исследования проводились на кафедре «Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование» на лабораторно-экспериментальной установке «Очистка сточной воды» в два этапа. На первом этапе изучались сорбционные свойства различных природных адсорбентов в статических условиях для удаления тяжелых металлов и аммония. На втором этапе исследований проводилось отстаивание уже с цеолитом и добавлением ферритовой суспензии для доочистки сточных вод до предельно допустимой концентрации находящихся в них примесей. Для оценки точности полученных результатов применяли фотоколориметр «Эксперт – 003» с приготовлением градуировочных растворов. По результатам проведенных исследований установлено, что в качестве сорбционной загрузки природный цеолит показал наилучшие поглотительные свойства по извлечению тяжелых металлов и ионов аммония. По проведенным расчетам стало видно, что наибольший процент поглощения примесей из сточной воды наблюдается при использовании ферритовых реагентов и цеолита в качестве фильтрующей загрузки. Степень извлечения загрязнений, таких как железо общее, медь, кадмий и так далее составила более 90 %. Применение данного метода позволит использовать очищенные стоки для полива сельскохозяйственных культур. Так был получен результат эффективной работы реагентно-механического способа очистки сточных вод, который соответствует всем нормам. Использование ферритовых реагентов и цеолитовой фильтрующей загрузки в комплексе является эффективной технологией для удаления тяжелых металлов и ионов аммония.

The article presents the results of studies of the sorption properties of natural sorbents using ferrite reagents on the example of poultry wastewater treatment. The studies were conducted at the department «Applied Geodesy, Environmental Engineering and Water Use» at the laboratory-experimental installation «Wastewater Treatment» in two stages. At the first stage, the sorption properties of various natural adsorbents were studied under static conditions to remove heavy metals and ammonium. At the second stage of research, the sedimentation was carried out already with a zeolite and the addition of a ferrite suspension for the purification of wastewater to the maximum permissible concentration of impurities in them. To assess the accuracy of the results obtained, an «Expert-003» photocolorimeter was used with the preparation of calibration solutions. According to the results of the research it was found that as a sorption load, natural zeolite showed the best absorption properties for the extraction of heavy metals and ammonium ions. According to the calculations, it became clear that the largest percentage of the absorption of impurities from wastewater is observed when using ferrite reagents and zeolite as a filtering load. The degree of extraction of contaminants, such as iron, copper, cadmium, and so on, was more than 90%. The use of this method will allow the use of treated wastewater for irrigation of agricultural crops, as a result of the effective work of the reagent-

mechanical method of wastewater treatment, which meets all standards. The use of ferrite reagents and zeolite filter media in the complex is an effective technology for the removal of heavy metals and ammonium ions.

Ключевые слова: сорбент, сорбционные свойства, ферритовые загрузки, сточные воды, природный цеолит, реагенты.

Key words: sorbent, sorption properties, ferrite loading, waste water, natural zeolite, reagents.

Введение. Сам процесс сорбции заключается в поглощении твердого или жидкого вещества другим веществом. Поэтому одним из главных преимуществ данного метода является высокая степень очистки различных компонентов и примесей из сточных вод [8]. Сорбция в значительной степени зависит от физических свойств используемых адсорбентов [5] из-за их размера частиц, кристаллической структуры, вибрационного износа и водостойкости [3].

На сорбционные свойства и поглощающую способность мелиорантов [1] также влияют внешние факторы: это время контакта сорбента с исследуемой водой, pH, давление и объемная емкость. Объемные емкости бывают трех типов: абсолютные, динамические и статические. Статическая емкость больше, чем динамическая емкость.

Цель нашего исследования – рассмотрение вопроса о возможности применения природных сорбентов с использованием ферритовых реагентов при очистке сточных вод. Поэтому проведенные исследования помогут подобрать наилучший сорбент в качестве фильтрующей загрузки для очистки птицеводческих стоков от ионов тяжелых металлов и аммонийного азота.

Материалы и методы. Экспериментальная часть исследования была проведена путем отстаивания птицеводческих стоков с природными мелиорантами разных фракций [4, 10]. Для отстаивания использовались три конические колбы объемом по 250 мл. В каждую из колб вносились навески исследуемых сорбентов. В первую колбу внесли навеску цеолита с различным фракционным составом массой 60 грамм. В следующую колбу был внесен активированный уголь марки БА-У массой 30 грамм и гравийный песок массой 30 грамм, в третью колбу помещены навески активированного угля массой 20 грамм, гравийный песок массой 20 грамм и цеолит с фракций 4,0 мм массой 20 грамм. Далее прилили сточные воды в каждую из конических колб равным объемом 250 мл, после чего отстаивание проводилось в промежутках времени 20 минут, 1 час, 12, 24 и 48 часов. После каждого промежутка времени проводился фотоколориметрический метод анализа исследуемых стоков. После чего проводился расчет статической объемной емкости сорбентов [7] для определения их поглотительных свойств по отношению к тяжелым металлам и ионом аммония.

Результаты и обсуждение. Объектом исследования являются сточные воды ЗАО «Птицефабрика «Волжская» Среднеахтубинского района Волгоградской области. В агропромышленном комплексе существует ряд экологически опасных предприятий, специфика которых в данное время заключается в увеличении объемов товарооборотов, соответственно, возрастает опасность для окружающей среды, а в нашем случае – для почв.

В большинстве случаев для очистки стоков птицеводческих предприятий используют так называемые лагуны-котлованы или пруды-накопители, куда вывозится куриный помет, сбрасываются промышленно-бытовые сточные воды [13], и все это на открытом воздухе сохнет.

Расположен пруд-накопитель в пределах левобережья р. Ахтуба в 5 км от окраины р. п. Средняя Ахтуба. Пруд находится на плоской морской нижнехвалынской равнине. Поверхность равнины осложнена впадиной лимана «Сорочий», на южной око-

нечности которого находится затопленный отработанный карьер. В результате инженерной деятельности человека на поверхности равнины сформированы искусственные формы рельефа: насыпи дорог, дамбы пруда-накопителя, карьеры для добычи местных стройматериалов, каналы массивов орошения.

Самой важной проблемой с применением птичьего помета является поступление тяжелых металлов в почву. В местах утилизации [14] наблюдается увеличенное количество валовых и подвижных форм тяжелых металлов [2], которые в дальнейшем попадают в сельскохозяйственную продукцию.

У ЗАО «Птицефабрика «Волжская» Среднеахтубинского района Волгоградской области есть свои поля, где выращивают такие культуры, как озимая пшеница, подсолнечник.

Перед проведением отстаивания с различными сорбентами нами был проведен фотоколориметрический анализ проб после разбавления. Из каждой емкости после разбавления 1 : 20, 1 : 30 и 1 : 50 отбиралась проба сточной воды пипеткой объема 10 мл и профильтровывалась через бумажные фильтры для осаждения крупных взвесей на фильтре.

Таблица 1 – Определение поглотительных свойств различных природных сорбентов в различные промежутки времени

№ п/п	Наименование вещества	Результаты отстаивания					Предельно- допустимая концентрация, мг/л
		20 ми- нут (0,3 ч)	1 час	12 ча- сов	24 часа	48 ча- сов	
Активированный уголь и гравийный песок							
1	Железо общее	35,0	32,0	30,0	30	30	0,3
2	Железо II	15,3	14,2	13,7	14,0	14,9	0,1
3	Железо III	24,3	24,0	23,6	23,9	24,2	0,1
4	Хром	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,07
5	Цинк	1,3	1,1	1,0	1,2	1,3	0,01
6	Медь	3,5	3,0	2,8	3,1	3,4	0,001
7	Кадмий	1,6	1,3	1,1	1,2	1,35	0,005
8	Аммоний	9,5	8,5	6,5	6,9	7,2	2
Активированный уголь, гравийный песок и цеолит с фракцией 4,0 мм							
1	Железо общее	32,2	30,1	28,5	29,7	31,4	0,3
2	Железо II	14,6	13,3	11,6	11,9	12,2	0,1
3	Железо III	22,3	21,4	19,3	19,9	20,5	0,1
4	Хром	1,0	0,95	0,75	0,78	0,82	0,07
5	Цинк	1,0	0,93	0,83	0,85	0,91	0,01
6	Медь	2,5	2,0	1,82	1,85	1,93	0,001
7	Кадмий	1,3	1,0	0,93	0,93	0,98	0,005
8	Аммоний	8,5	7,3	5,5	5,9	6,3	2
Цеолит различных фракций 0,75, 1,0 и 4,0 мм							
1	Железо общее	25,5	15,5	12,5	14,3	16,1	0,3
2	Железо II	10,6	5,25	4,8	5,1	5,6	0,1
3	Железо III	16,3	8,35	6,3	6,9	7,5	0,1
4	Хром	0,55	0,35	0,14	0,17	0,175	0,07
5	Цинк	0,63	0,26	0,16	0,17	0,18	0,01
6	Медь	1,62	1,1	1,0	1,3	1,5	0,001
7	Кадмий	1,3	0,8	0,7	0,75	0,85	0,005
8	Аммоний	6,4	3,4	1,9	2,0	2,7	2

По проведенным экспериментам (таблица 1) видно, что наиболее эффективная сорбционная способность наблюдается у цеолитовой загрузки [12, 15]. Поэтому данный сорбционный материал был выбран для проведения дальнейших исследований по использованию ферритовых реагентов [9], так как цеолит поглотил только 50 % примесей, есть необходимость в дальнейшей доочистке стоков до предельно допустимых концентраций.

Наиболее эффективная сорбционная способность, как видно, наблюдается у цеолитовой загрузки [12], поэтому данный сорбционный материал был выбран для проведения дальнейших исследований по использованию ферритовых реагентов [6]. Так как цеолит поглотил только 50 % примесей, есть необходимость в дальнейшей доочистке стоков до предельно допустимых концентраций.

Перед определением поглотительных свойств ферритовых реагентов необходимо приготовить ферритовую суспензию.

В колбы объемом 250 мл вводились навески железного купороса $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ массой 25 грамм, 15 грамм едкого натра (NaOH) и 5,25 граммов азотнокислого натрия (NaNO_3). Суспензию выдерживали в течение 20 минут, далее прибавляли к исследуемым стокам дозированно [3] (рисунок 1).



Рисунок 1 – Готовая ферритовая суспензия

После приготовления суспензии в три конические колбы был помещен цеолит с различными фракциями массой 60 граммов, прилиты сточные воды объемом 250 мл. Далее в каждую колбу была дозированно добавлена ферритовая суспензия, через различные промежутки времени исследуемые стоки отбирались на химический анализ для определения остаточного содержания тяжелых металлов [11] и ионов аммония (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты сорбционных свойств ферритовой суспензии
в различные промежутки времени

№ п/п	Наименование вещества	Время отстоявания, ч				С _{исх} , мг/л	ПДК, мг/л
		20 мин	1 час	2 часа	4 часа		
1	2	3	4	5	6	7	8
20 мл суспензии							
1	Железо общее	10,5	3,5	1,2	Сорбции нет	12,5	0,3
2	Железо II	2,6	1,3	1,0		4,8	0,1
3	Железо III	3,8	1,56	1,23		6,3	0,1
4	Хром	0,1	0,09	0,085		0,14	0,07
5	Цинк	0,15	0,13	0,09		0,16	0,01
6	Медь	0,095	0,023	0,009		1,0	0,001
7	Кадмий	0,52	0,11	0,007		0,7	0,005
8	Аммоний	1,98	1,95	1,93		1,9	2

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
30 мл суспензии							
1	Железо общее	5,5	2,36	0,97	Сорбции нет	12,5	0,3
2	Железо II	2,0	1,36	1,15		4,8	0,1
3	Железо III	2,6	1,37	1,0		6,3	0,1
4	Хром	0,12	0,093	0,87		0,14	0,07
5	Цинк	0,12	0,093	0,045		0,16	0,01
6	Медь	0,086	0,052	0,012		1,0	0,001
7	Кадмий	0,32	0,089	0,0062		0,7	0,005
8	Аммоний	1,96	1,92	1,9		1,9	2
50 мл суспензии							
1	Железо общее	2,5	0,95	0,35	Сорбции нет	12,5	0,3
2	Железо II	1,8	0,3	0,12		4,8	0,1
3	Железо III	1,2	0,55	0,15		6,3	0,1
4	Хром	0,1	0,053	0,073		0,14	0,07
5	Цинк	0,03	0,025	0,011		0,16	0,01
6	Медь	0,009	0,003	0,001		1,0	0,001
7	Кадмий	0,0098	0,0078	0,0052		0,7	0,005
8	Аммоний	1,9	1,9	1,9		1,9	2

По результатам фотоколориметрического анализа, видно, что эффективное удаление тяжелых металлов при помощи ферритовой суспензии составляет в течение 2 часов контакта с птицеводческими стоками. После проведенных исследований рассчитаем статическую объемную емкость и степень извлечения загрязнений в процентном соотношении.

Статическую объемную емкость рассчитаем по формуле:

$$COE = \frac{(C_{исх} - C_{равн}) \cdot V}{g}, \quad (1)$$

где g – масса сухого сорбента, г; V – объем приливаемых к сорбенту стоков, л; $C_{исх}$ – концентрация исходной воды мг/л; $C_{равн}$ – равновесная (остаточная) концентрация фильтрата, устанавливающаяся в стоках после перемешивания стоков и сорбента в течение времени мг/л.

Степень извлечения загрязнения из стоков определим по формуле:

$$E = \frac{C_{исх} - C_{равн}}{C_{исх}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

Таблица 3 – Определение статической объемной емкости ферритовых реагентов в качестве доочистки птицеводческих стоков

№ п/п	Наименование вещества	$C_{исх}$, мг/л	COE, мг/л	E, %	ПДК, мг/л
1	Железо общее	12,5	0,2	97,2	0,3
2	Железо II	4,8	0,02	97,5	0,1
3	Железо III	6,3	0,025	96,8	0,1
4	Хром	0,14	0,0003	47,8	0,07
5	Цинк	0,16	0,0006	93,1	0,01
6	Медь	1,0	0,004	99,9	0,001
7	Кадмий	0,7	0,003	99,2	0,005
8	Аммоний	1,9	0,0003	100	2

По результатам расчета и данных таблицы 3 видно, что при использовании ферритовой суспензии эффективность удаления тяжелых металлов и ионов аммония из сточных вод составила практически сто процентов.

Заключение. На основании проведенных исследований по сорбционным свойствам был выбран в качестве фильтрующей загрузки природный цеолит, так как его поглощательные свойства показали рекордные данные по удалению примесей тяжелых металлов и ионов аммония. Был выполнен расчет объемной статической емкости и определена степень извлечения загрязнений в процентном соотношении. Результат расчета показал, что при добавлении ферритовых реагентов к стокам удаление примесей составляет практически 100 процентов. Все превышающие показатели примесей были снижены до предельно допустимой концентрации, что в дальнейшем позволяет данные стоки использовать в качестве оросительной воды. Отсюда можно сделать вывод об эффективности работы реагентно-механического способа по снижению степени загрязняющих примесей в сточных водах до предельно допустимых концентраций.

Библиографический список

1. Внутрипочвенное внесение удобрений и мелиорантов [Текст] / С.Я. Семененко, В.Г. Абезин, В.А. Моторин, А.Л. Сальников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 2. – С. 233-239.
2. Извлечение ионов тяжелых металлов из биологически очищенных городских сточных вод / В. Н. Швецов [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2012. – № 7. – С. 59-63.
3. Овчинников, А.С. Использование минерального природного адсорбента волгоградской области для доочистки животноводческих стоков [Текст] / А.С. Овчинников, В.В. Якубов, Д.Б. Марисов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – №1. – С. 3-11.
4. Овчинников, А.С. Новые технические решения повышения эффективности ресурсосберегающих способов полива [Текст] / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 1. – С. 119-124.
5. Овчинников, А.С. Исследование природных сорбирующих мелиорантов при водосберегающем орошении [Текст] / А.С. Овчинников, Е.П. Боровой, М.П. Мещеряков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 1. – С. 3-7.
6. Степанова, С.В. Очистка модельных вод от ионов трехвалентного железа сточными водами производства целлюлозы из отходов злаковых культур [Текст] / С.В. Степанова // Вестник технологического университета. – 2017. – Т.20. – №16. – С. 137-141.
7. Степанова, С.В. Очистка вод от ионов меди сточными водами производства целлюлозы из отходов злаковых культур [Текст] / С.В. Степанова // Вестник технологического университета. – 2017. – Т.20. – №19. – С. 142-145.
8. Филатова, Е.Г. Обзор технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, основанных на физико-химических процессах [Текст] / Е.Г. Филатова // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2015. – № 2 (13). – С. 57-60.
9. Халтурина Т.И., Реагентная очистка хромсодержащих сточных вод [Текст] / Т.И. Халтурина, А.Г. Бобрик, О.В. Чурбакова // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – №6. – С. 128-134.
10. Яловая, Н.П. Очистка природных вод от загрязнения нефтесодержащими сточными водами [Текст] / Н.П. Яловая, И.П. Барсук // Вестник Брестского государственного технического университета. Водохозяйственное Строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – 2011. – № 2. – С. 87-90.
11. Nitrogen removal from iron oxide red wastewater via partial nitrification-Anammox based on two-stage zeolite biological aerated filter [Tekst] / X. Feng, X. Wang Z., Chen, J. Chen // Biore-source Technology. – 2019. – P. 17-24.
12. Research of the treatment of depleted nickel-plating electrolytes by the ferritization method [Tekst] / G. Kochetov, T. Prikhna, O. Kovalchuk, D. Samchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – № 3 (6-93). – P. 52-60.
13. Pollution levels of stormwater discharges and resulting environmental impacts [Tekst] / S. Brudler, M. Rygaard, K. Arnbjerg-Nielsen, M.Z. Hauschild, C. Ammitse, L. // Vezzaro Science of the Total Environment. – 2019. – № 663. – P. 754-763.

14. Poultry litter selection, management and utilization in Nigeria [Текст] / W.I. Musa, L. Saïdu, B.Y. Kaltungo et all. // Asian Journal of Poultry Science. – 2012. – №6 (2). – P. 44-55.

15. Kazeminejadfard, F. Preparation of superabsorbent composite based on acrylic acid-hydroxypropyl distarch phosphate and clinoptilolite for agricultural applications [Текст] / F. Kazeminejadfard, M.R. Hojjati // Journal of Applied Polymer Science. – 2019. – 136 (16). – № 47365.

Reference

1. Vnutripochvennoe vnesenie udobrenij i meliorantov [Текст] / S. Ya. Semenenko, V. G. Abezin, V. A. Motorin et all. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2017. – № 2. – P. 233-239.

2. Izvlechenie ionov tyazhelyh metallov iz biologicheskikh ochischennykh gorodskih stochnykh vod / V. N. Shvecov [i dr.] // Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika. – 2012. – № 7. – P. 59-63.

3. Ovchinnikov, A. S. Ispol'zovanie mineral'nogo prirodnogo adsorbenta volgogradskoy oblasti dlya doochistki zhivotnovodcheskikh stokov [Текст] / A. S. Ovchinnikov, V. V. Yakubov, D. B. Marisov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2009. – №1. – P. 3-11.

4. Ovchinnikov, A. S. Novye tekhnicheskie resheniya povysheniya jeffektivnosti resursos-beregayuschiykh sposobov poliva [Текст] / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2012. – № 1. – P. 119-124.

5. Ovchinnikov, A. S. Issledovanie prirodnkh sorbiruyuschiykh meliorantov pri vodosberegayuschem oroshenii [Текст] / A. S. Ovchinnikov, E. P. Borovoj, M. P. Mescheryakov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2012. – № 1. – P. 3-7.

6. Stepanova, S. V. Ochistka model'nykh vod ot ionov trehvalentnogo zheleza stochnymi vodami proizvodstva cellyulozy iz othodov zlakovykh kul'tur [Текст] / S. V. Stepanova // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. – 2017. – T.20. – №16. – P. 137-141.

7. Stepanova, S. V. Ochistka vod ot ionov medi stochnymi vodami proizvodstva cellyulozy iz othodov zlakovykh kul'tur [Текст] / S. V. Stepanova // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. – 2017. – T.20. – №19. – P. 142-145.

8. Filatova, E. G. Obzor tekhnologiy ochistki stochnykh vod ot ionov tyazhelyh metallov, osnovannykh na fiziko - himicheskikh processakh / E. G. Filatova // Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya. – 2015. – № 2 (13). – P. 57-60.

9. Halturina T. I., Reagentnaya ochistka hromsoderzhaschiykh stochnykh vod [Текст] / T. I. Halturina, A. G. Bobrik, O. V. Churbakova // Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2014. – №6. – P. 128-134.

10. Yalovaya, N. P. Ochistka prirodnkh vod ot zagryazneniya neftesoderzhaschimi stochnymi vodami [Текст] / N. P. Yalovaya, I. P. Barsuk // Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Vodohozyajstvennoe Stroitel'stvo, teploenergetika i geokologiya. – 2011. – № 2. – S. 87-90.

11. Nitrogen removal from iron oxide red wastewater via partial nitrification-Anammox based on two-stage zeolite biological aerated filter [Текст] / X. Feng, X. Wang Z., Chen, J. Chen // Biore-source Technology. – 2019. – P. 17-24.

12. Research of the treatment of depleted nickel-plating electrolytes by the ferritization method [Текст] / G. Kochetov, T. Prikhna, O. Kovalchuk, D. Samchenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – № 3 (6-93). – P. 52-60.

13. Pollution levels of stormwater discharges and resulting environmental impacts [Текст] / S. Brudler, M. Rygaard, K. Arnbjerg-Nielsen, M.Z. Hauschild, C. Ammitse, L. // Vezzaro Science of the Total Environment. – 2019. – № 663. – P. 754-763.

14. Poultry litter selection, management and utilization in Nigeria [Текст] / W.I. Musa, L. Saïdu, B.Y. Kaltungo et all. // Asian Journal of Poultry Science. – 2012. – №6 (2). – P. 44-55.

15. Kazeminejadfard, F. Preparation of superabsorbent composite based on acrylic acid-hydroxypropyl distarch phosphate and clinoptilolite for agricultural applications [Текст] / F. Kazeminejadfard, M.R. Hojjati // Journal of Applied Polymer Science. – 2019. – 136 (16). – № 47365.

E-mail: masha2008-1988@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РАСТВОРОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ
МОЮЩИХ СРЕДСТВ НА ИХ МОЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ****INFLUENCE OF TEMPERATURE OF SOLUTIONS
OF SYNTHETIC DETERGENTS ON THEIR WASHING ABILITY****В.В. Быков¹**, доктор технических наук, профессор**Б.П. Загородских²**, доктор технических наук, профессор**А.Н. Ременцов³**, доктор педагогических наук, профессор**В.М. Юдин⁴**, доктор технических наук, профессор**V.V. Bikov¹, B.P. Zagorodskih², A.N. Rementsov³, V.M. Yudin⁴**¹*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*²*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*³*Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва*⁴*Российский государственный аграрный заочный университет, г. Москва*¹*Moscow State Technical University named after N.E. Bauman*²*Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilova*³*Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow*⁴*Russian State Agrarian Correspondence University, Moscow*

К наиболее применяемым для мойки деталей в ремонтном производстве синтетическим моющим средствам (СМС) относятся Тракторин, МЛ-51, МЛ-52, Лабамид-101, Лабамид-202, Лабамид-203, Лабамид-204, АМ-15, Аэрол, МС-6, МС-8, Темп и др. Правильный выбор температуры их растворов позволяет существенно улучшить очистку деталей. В работе рассматривается влияние температуры 3 %-х растворов МЛ-52, Темп и Тракторин на моющую способность и смачиваемость растворов. В качестве образца при определении моющей способности использовали стальную пластину размером 150×70×2 мм, шлифованную с одной стороны. В качестве модельного загрязнения на образцы наносили смесь отработавшего дизельного (моторного) масла и смолистого отложения из центрифуги в соотношении 2 : 1. Определяли моющую способность растворов при температуре 40, 50, 60, 70, 80, 90 °С и продолжительности мойки 1, 2, 3, 4 и 5 минут. Исследования проводили с использованием лабораторной моечной установки. Доказано, что смываемость загрязнений с поверхности детали в первую очередь зависит от температуры моющего раствора, а продолжительность мойки не оказывает существенного влияния на нее, наилучшие моющие свойства растворов СМС проявляются при температуре 80-90°С, а при мойке в растворе температурой менее 70 °С происходит резкое ухудшение моющей способности и смачиваемости. По результатам исследований можно рекомендовать следующий рациональный режим мойки загрязненных деталей узлов и агрегатов транспортных средств: температура моющего раствора – 80 °С; продолжительность мойки – 4 минуты.

The most commonly used for cleaning parts in the repair production of synthetic detergents (SMS) are Traktorin, ML-51, ML-52, Labamid-101, Labamid-202, Labamid-203, Labamid-204, AM-15, Aerol, MS-6, MS-8, Temp, etc. The correct choice of the temperature of their solutions can significantly improve the cleaning of parts. The paper considers the effect of the temperature of 3% solutions of ML-52, Temp and Traktorin on the washing ability and wettability of solutions. A steel plate 150×70×2 mm in size, ground on one side, was used as a sample in determining the detergency. As a model contamination, a mixture of spent diesel (motor) oil and resinous sediment from a centrifuge was applied to the samples in a 2: 1 ratio. The washing ability of solutions was determined at temperatures of 40, 50, 60, 70, 80, 90°C and washing time of 1, 2, 3, 4 and 5 minutes. Studies were performed using a laboratory washing installation. It is proved that

the washability of contaminants from the surface of a part primarily depends on the temperature of the washing solution, and the duration of washing does not significantly affect it, the best detergent properties of SMS solutions appear at a temperature of 80-90 ° C, and when washing in a solution with a temperature of less than 70 ° C, there is a sharp deterioration detergency and wettability. According to the results of research, we can recommend the following rational mode of washing contaminated parts of components and assemblies of vehicles: the temperature of the cleaning solution – 80°C; washing time – 4 minutes.

Ключевые слова: мойка деталей, синтетические моющие средства, моющие растворы, моющая способность, смачиваемость.

Key words: the washing of details, synthetic detergents, the washing solution, the washing ability, wettability.

Введение. Технологией ремонта неисправных узлов и агрегатов транспортных средств предусмотрен такой важный процесс, как наружная мойка, а затем после их разборки и мойка деталей перед дефектовкой. Качественная очистка от загрязнений обеспечивает качественную дефектовку, повышает ресурс деталей, снижает вероятность появления брака. Невыполнение требований технологии и несоблюдение режимов очистки нередко приводит к выбраковке изделий [1, 9].

В настоящее время в связи с возросшими требованиями к охране окружающей среды резко возрос интерес к применению в ремонтном производстве моющих растворов синтетических моющих средств (СМС), действие которых основано на растворении, адсорбции, эмульгировании, диспергировании загрязнений и других процессах [2].

От правильного выбора физико-химической активности моющего раствора, его температуры и соответствующей активации мойки зависит продолжительность и качество мойки [9, 3].

Главным фактором, определяющим выбор температурного режима, способа мойки и марки СМС, является вид загрязнения [10, 6].

Самое широкое применение во всех процессах мойки и очистки, в том числе и в ремонтном производстве транспортных предприятий, нашли СМС, которые в основном состоят из поверхностно-активных веществ (ПАВ) и ряда щелочных солей. К ним относятся такие синтетические препараты, как Тракторин, МЛ-51, МЛ-52, Лабамид-101, Лабамид-202, Лабамид-203, Лабамид-204, АМ-15, Аэрол, МС-6, МС-8, Темп и др. [1, 7]. К основным их недостаткам можно отнести недостаточные моющие и пассивирующие действия по отношению к очищаемой металлической поверхности [4, 7].

Известно, что качество мойки загрязненных деталей узлов и агрегатов мобильной техники во многом зависит от температуры водных растворов СМС [5, 8], поэтому исследования в этом направлении являются актуальными и востребованными.

Материалы и методы. С целью установления рационального режима мойки загрязненных деталей проведено исследование влияния температуры и продолжительности мойки на моющую способность 3 %-х растворов МЛ-52, Тракторин, Темп. Исследования проводили с использованием лабораторной моечной установки, изготовленной по аналогу [6].

В качестве образца при определении моющей способности использовали стальную пластину размером 150×70×2 мм, шлифованную с одной стороны. В качестве модельного загрязнения на образцы наносили смесь отработавшего дизельного (моторно-

го) масла и смолистого отложения из центрифуги в соотношении 2 : 1. Образцы устанавливали в моечную установку с помощью кронштейна. Температуру жидкости контролировали термометром.

Порядок выполнения работ по исследованию моющего свойства растворов СМС был следующий:

1. Подготовка образцов:
 - удаление продуктов коррозии;
 - обезжиривание поверхности образцов с одной стороны венской известью;
 - промывка холодной водой;
 - просушка между листами фильтровальной бумаги;
2. Измерение размеров образцов.
3. Взвешивание образцов с занесением данных в таблицу 1.
4. Нанесение на обезжиренную поверхность образцов модельного загрязнения в количестве 0,1 г равномерным слоем. Выдерживание образцов на воздухе в течение 30 мин. Взвешивание образцов с загрязнением и занесение данных в таблицу 1.
5. Установка образца с модельным загрязнением в моечную установку.
6. Заливка в ванну моечной установки 1 л моющего раствора и его нагревание до температуры в соответствии с программой испытания.

Таблица 1 – Форма таблицы экспериментов

№№ п/п	Наименование моющего средства	Темпера- тура моющего раствора, °С	Продолжи тельность мойки, с	Масса образца, г	
				до очистки (с загрязнением)	после очистки

1. Определение моющей способности растворов при температуре 40, 50, 60, 70, 80, 90 °С и продолжительности мойки 1, 2, 3, 4 и 5 минут.
2. Определение смачиваемости моющих растворов.
3. Занесение полученных данных в таблицу 2.

Моющая способность определяется весовым методом, при котором определяется процент смываемости P загрязнений с поверхности детали [7]:

$$P = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \cdot 100 \%,$$

где M_1 – масса образца до очистки (с модельным загрязнением); M_2 – масса образца после очистки.

При этом загрязнения наносятся только с одной стороны образца, т.к. при двустороннем нанесении загрязнения взвешивание образца на весах затрудняется и возможно допущение ошибок в определении массы нанесенного загрязнения.

Смачивающая способность определялась последовательным погружением образцов в моющий раствор и в деминерализованную воду на 10 секунд. После выемки образцов из воды визуально фиксировали продолжительность времени до нарушения сплошности водяной пленки. Разрыв пленки на поверхности от краев образцов менее 10 мм не учитывали. Смачиваемость определяется продолжительностью времени в секундах с момента выемки образцов из воды до нарушения сплошности пленки [4].

Таблица 2 – Моющая способность и смачиваемость растворов СМС при различных режимах мойки

№№ опытов	Температура моющего раствора, °С	Продолжительность мойки, мин.	3%-ые растворы СМС					
			МЛ-52		Темп		Тракторин	
			Моющая способность, %	Смачиваемость, с	Моющая способность, %	Смачиваемость, с	Моющая способность, %	Смачиваемость, с
1	40	1	22,5	14	24,5	17	23,2	15
2		2	23,6		26,6		24,3	
3		3	25,1		28,3		27,2	
4		4	26,4		29,0		27,9	
5		5	26,9		29,8		28,4	
6	50	1	29,3	16	29,5	19	29,3	18
7		2	29,8		31,3		30,4	
8		3	30,2		33,7		32,4	
9		4	32,0		38,6		37,5	
10		5	32,7		39,1		38,6	
11	60	1	39,2	21	43,3	23	40,2	22
12		2	41,3		47,0		43,1	
13		3	43,8		49,6		44,5	
14		4	48,6		57,2		51,3	
15		5	49,4		58,3		52,3	
16	70	1	74,6	26	76,2	27	75,0	27
17		2	78,1		81,3		79,5	
18		3	80,2		83,6		81,4	
19		4	82,1		85,5		83,9	
20		5	82,6		86,0		84,4	
21	80	1	83,0	28	85,5	33	84,2	29
22		2	83,7		87,1		84,9	
23		3	84,2		87,6		85,4	
24		4	84,8		88,3		87,9	
25		5	85,3		88,9		88,3	
26	90	1	83,2	29	87,2	35	84,2	31
27		2	84,0		88,0		85,8	
28		3	84,7		88,6		86,7	
29		4	85,1		88,7		88,2	
30		5	85,5		89,0		88,4	

Результаты и обсуждение. Графические изображения результатов исследования моющей способности и смачиваемости 3 %-х растворов МЛ-52, Тракторин, Темп при различных режимах мойки приведены на рисунках 1 и 2.

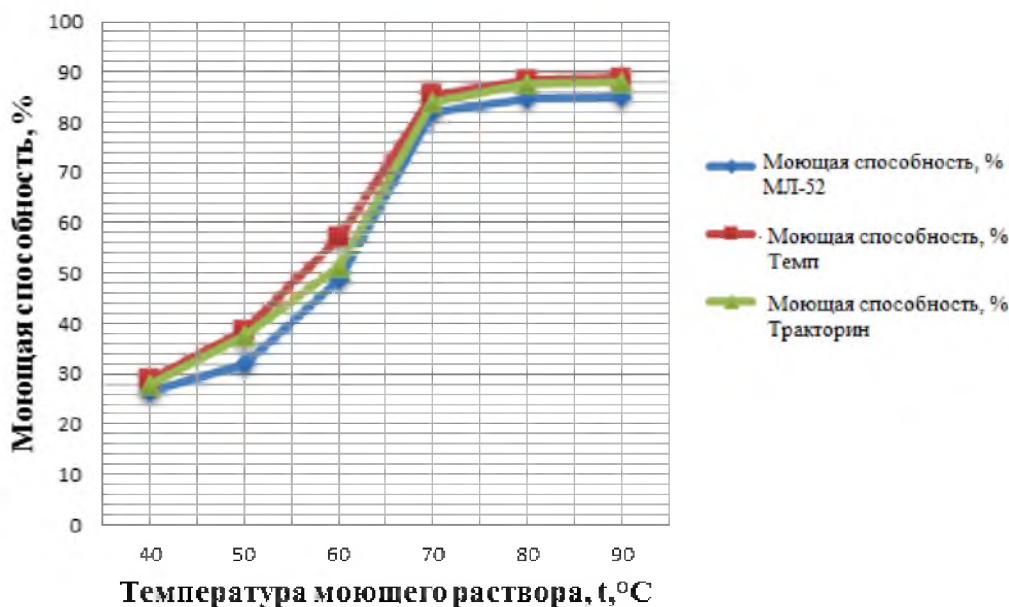


Рисунок 1 – Влияние температуры растворов СМС на моющую способность

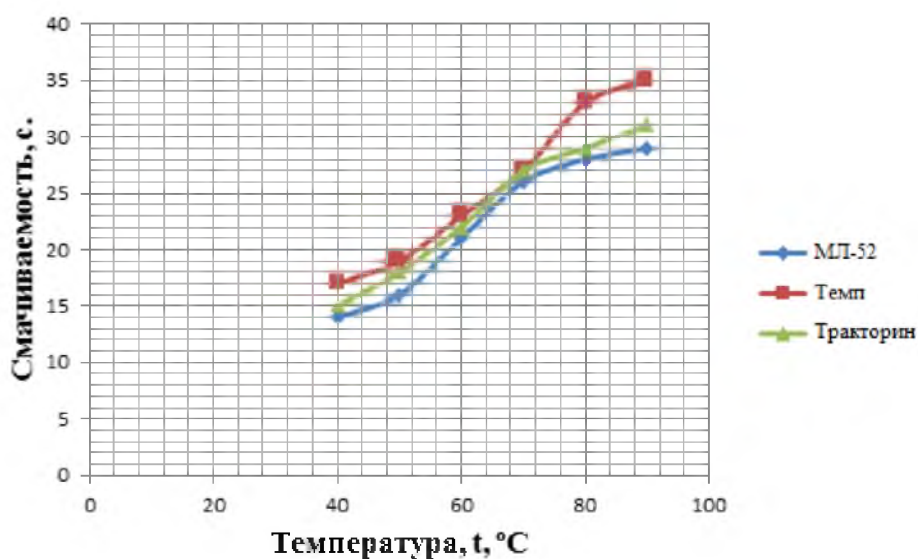


Рисунок 2 – Влияние температуры растворов СМС на смачиваемость

Заключение. Анализ данных таблицы 2 и рисунков 2 и 3 позволяет сделать следующие выводы:

1. Смываемость загрязнений с поверхности детали в первую очередь зависит от температуры моющего раствора, а продолжительность мойки не оказывает существенного влияния на нее.
2. Наилучшие моющие свойства растворов СМС проявляются при температуре 80-90 °C.
3. При мойке в растворе температурой менее 70 °C происходит резкое ухудшение моющей способности и смачиваемости.

4. Сравнивая значения моющей способности при различных температурах растворов СМС и продолжительности мойки, а также в целях снижения трудоемкости и энергозатрат, мы можем рекомендовать следующий рациональный режим мойки загрязненных деталей узлов и агрегатов транспортных средств:

- температура моющего раствора – 80 °С;
- продолжительность мойки – 4 мин.

Библиографический список

1. Фадеев, И.В. Новые моющие средства для узлов и агрегатов автотранспортных средств [Текст]/ И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов // Автотранспортное предприятие. – 2014. – № 6. – С. 54-56.
2. Фадеев, И.В. Моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств для узлов и деталей транспортных средств в присутствии некоторых боратов [Текст]/ И.В. Фадеев, А.Н. Ременцов, Ш.В. Садетдинов // Грузовик. – 2016. – № 6. – С. 17-20.
3. Фадеев, И.В. Повышение противокоррозионных свойств технических моющих средств с применением амидоборатных соединений [Текст]/ И.В. Фадеев, А.Н. Ременцов, Ш.В. Садетдинов // Грузовик. – 2015. – №4. – С. 13-16.
4. Фадеев, И.В. Применение тетраборатов лития, натрия, калия в качестве экологически чистых добавок к моющим средствам [Текст]/ И.В. Фадеев, В.В. Белов, Ш.В. Садетдинов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2015. – № 21. – С. 52-55.
5. Фадеев, И.В. Теоретические основы разработки новых ингибиторов коррозии для автотранспортного комплекса [Текст]/ И.В. Фадеев, А.М. Новоселов, Ш.В. Садетдинов // Вестник МАДИ. – 2014. – Вып. 4(39). – С. 17-21.
6. Фадеев, И.В. Разработка синтетических моющих средств на основе боратов для очистки поверхности металлов [Текст] : монография / И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов, И.Е. Илларионов; под общ. ред. И.Е. Илларионова. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. гос. ун-та, 2016. – 185 с.
7. Drelich, J. Guidelines to measurements of reproducible contact angles using a sessile-drop technique [Текст]/ J. Drelich // Surface Innovations. – 2013. – № 1. – P. 248-254.
8. Goebel, M.O. Quantitative analysis of liquid penetration kinetics and slaking of aggregates as related to solid-liquid interfacial properties [Текст] / M.O. Goebel, S.K. Woche, J. Bachmann // Journal of Hydrology. – 2012. – Vol. 442. – P. 63–74.
9. Surface-wetting characterization using contact-angle measurements [Текст] / T. Huhtamäki, X. Tian, J. Korhonen et al // Nature Protocols. – 2018. – Vol. 13. – P. 1521–1538.
10. Volpe, D. The Wilhelmy method: a critical and practical review [Текст] / D. Volpe, S. Siboni // Surface Innovations. – 2018. – № 6. – P. 120–132.

Reference

1. Fadeev, I. V. Novye moyushchie sredstva dlya uzlov i agregatov avtotransportnykh sredstv [Текст]/ I. V. Fadeev, Sh. V. Sadetdinov // Avtotransportnoe predpriyatie. - 2014. - № 6. - P. 54-56.
2. Fadeev, I. V. Moyushchie i protivokorroziionnye svoystva sinteticheskikh moyushchikh sredstv dlya uzlov i detalej transportnykh sredstv v prisutstvii nekotorykh boratov [Текст]/ I. V. Fadeev, A. N. Remencov, Sh. V. Sadetdinov // Gruzovik. - 2016. - № P. - S. 17-20.
3. Fadeev, I. V. Povyshenie protivokorroziionnykh svoystv tehnikeskikh moyushchikh sredstv s primeneniem amidoboratnykh soedinenij [Текст]/ I. V. Fadeev, A. N. Remencov, Sh. V. Sadetdinov // Gruzovik. - 2015. - №4. - P. 13-16.
4. Fadeev, I. V. Primenenie tetraboratov litiya, natriya, kaliya v kachestve jekologicheskikh chistykh dobavok k moyushchim sredstvam [Текст]/ I. V. Fadeev, V. V. Belov, Sh. V. Sadetdinov // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. - 2015. - № 21. - P. 52-55.
5. Fadeev, I. V. Teoreticheskie osnovy razrabotki novykh ingibitorov korrozii dlya avtotransportnogo kompleksa [Текст]/ I. V. Fadeev, A. M. Novoselov, Sh. V. Sadetdinov // Vestnik MADI. - 2014. - Vyp. 4(39). - P. 17-21.
6. Fadeev, I. V. Razrabotka sinteticheskikh moyushchikh sredstv na osnove boratov dlya ochistki poverhnosti metallov: monografiya [Текст] / I. V. Fadeev, Sh. V. Sadetdinov, I. E. Illarionov; pod obshch. red. I. E. Illarionova. - Cheboksary: Izd-vo Chuvash. gos. un-ta, 2016. - 185 p.

7. Drelich, J. Guidelines to measurements of reproducible contact angles using a sessile-drop technique [Tekst] / J. Drelich // Surface Innovations. – 2013. – № 1. – P. 248-254.
8. Goebel, M.O. Quantitative analysis of liquid penetration kinetics and slaking of aggregates as related to solid-liquid interfacial properties [Tekst] / M.O. Goebel, S.K. Woche, J. Bachmann // Journal of Hydrology. – 2012. – Vol. 442. – P. 63–74.
9. Surface-wetting characterization using contact-angle measurements [Tekst] / T. Huhtamäki, X. Tian, J. Korhonen et al // Nature Protocols. – 2018. – Vol. 13. – P. 1521–1538.
10. Volpe, D. The Wilhelmy method: a critical and practical review [Tekst] / D. Volpe, S. Siboni // Surface Innovations. – 2018. – № 6. – P. 120–132.

E-mail: rementsov@yandex.ru

УДК 539.3:631.2

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-34

**КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНЫЕ МОДЕЛИ ДИСКРЕТИЗАЦИИ
ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК**
**FINITE-ELEMENT MODELS OF DISCRETIZATION OF THIN-WALLED
STRUCTURES OF ENTERPRISES OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX**

Ю.В. Клочков¹, доктор технических наук, профессор
А.П. Николаев¹, доктор технических наук, профессор
Т.А. Соболевская¹, кандидат технических наук
С.Д. Фомин¹, доктор технических наук, доцент
М.Ю. Клочков²

Yu.V. Klochkov¹, A.P. Nikolaev¹, T.A. Sobolevskaya¹, S.D. Fomin¹, M.Yu. Klochkov²

¹Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

¹Volgograd State Agrarian University, Volgograd

²Lomonosov Moscow State University

Усложнение инженерных объектов АПК требует развития и совершенствования современных численных методов расчета их напряженно-деформированного состояния под действием различных видов заданных нагрузок. Цель – разработка алгоритмов получения аппроксимирующих выражений искомых величин метода конечных элементов с различным набором узловых неизвестных. Изложены основные принципы построения актуальных конечноэлементных моделей дискретизации тонкостенных конструкций, входящих в структуру агропромышленного комплекса, таких как резервуары, оросительные, осушительные и дренажные трубопроводы, водовоздушные колпаки и другие. Геометрические соотношения между деформациями и перемещениями получены на основе гипотезы прямой нормали с использованием уравнений механики сплошной среды. Элементом дискретизации тонкостенных конструкций АПК выбран четырехугольный фрагмент срединной поверхности с узлами, расположенными в его вершинах. Предложены три варианта набора узловых варьируемых параметров. В первом варианте узловыми неизвестными выбраны компоненты вектора перемещения. Во втором варианте наряду с компонентами вектора перемещения используются их первые производные по криволинейным координатам срединной поверхности. В третьем варианте дополнительно привлекаются частные производные второго порядка. Отличительной чертой предложенных конечноэлементных моделей является использование интерполяционной процедуры компонент вектора перемещения и их производных как составляющих векторных полей. При данном способе интерполяции в качестве интерполирующего объекта выбирается непосредственно вектор перемещения, а не его отдельные компоненты. В результате реализации данного подхода в структуру интерполяционных выражений входят не только компоненты вектора перемещения, но и параметры используемой системы криволинейных координат, что позволяет автоматически учитывать в неявном виде смещения элемента дискретизации как твердого тела. С целью верификации разработанных конечноэлементных моделей дискретизации тонкостенных

конструкций АПК был выполнен расчет цилиндрического резервуара, нагруженного гидростатической нагрузкой. Анализ полученных численных значений напряжений показал устойчивую сходимость вычислительного процесса при сгущении сетки дискретизации. Характер распределения меридиональных и кольцевых напряжений на внутренней и наружной поверхностях резервуара показал соответствие полученных результатов физическому смыслу решаемой задачи. Была также построена эпюра прогибов внутренней поверхности резервуара вдоль образующей цилиндра, максимальные значения прогиба сосредоточены в зоне, расположенной на расстоянии $\frac{1}{4}$ от дна резервуара. Разработанные конечноэлементные модели реализованы в виде пакета прикладных программ на объектно-ориентированных языках программирования.

The complication of engineering objects of agroindustrial complex requires the development and improvement of modern numerical methods for calculating their stress-strain state under the influence of various types of specified loads. Purposes – development of algorithms for obtaining approximating expressions of the desired values of the finite element method with a different set of nodal unknowns. The article describes the basic principles of construction of actual finite element models of sampling of thin-walled structures included in the structure of the agro-industrial complex, such as tanks, irrigation, drainage and drainage pipelines, water-air caps and others. Geometric relations between deformations and displacements are obtained on the basis of the direct normal hypothesis using equations of continuum mechanics. A quadrangular fragment of the middle surface with nodes located in its vertices is selected as a sampling element of thin-walled structures of the agroindustrial complex. Three variants of a set of nodal variable parameters are proposed. In the first case, the components of the displacement vector are selected as nodal unknowns. In the second variant, along with the components of the displacement vector, their first derivatives on the curvilinear coordinates of the middle surface are used. In the third variant, the second order partial derivatives are additionally involved. A distinctive feature of the proposed finite element models is the use of the interpolation procedure of the components of the displacement vector and their derivatives as components of vector fields. In this interpolation method, the displacement vector itself is selected as the interpolating object, rather than its individual components. As a result of the implementation of this approach, the structure of interpolation expressions includes not only the components of the displacement vector, but also the parameters of the used system of curvilinear coordinates, which allows you to automatically take into account the implicit displacement of the discretization element as a solid. In order to verify the developed finite element models of sampling of thin-walled structures of agroindustrial complex, the calculation of a cylindrical tank loaded with hydrostatic load was performed. The analysis of the obtained numerical values of stresses has shown a stable convergence of the computational process in the thickening of the discretization grid. The distribution of meridional and annular stresses on the inner and outer surfaces of the tank showed that the obtained results correspond to the physical meaning of the problem to be solved. A deflection diagram of the inner surface of the tank along the cylinder was also constructed, the maximum deflection values are concentrated in the zone located at a distance of $\frac{1}{4}$ from the bottom of the tank. The developed finite element models are implemented as a package of application programs in object – oriented programming languages.

Ключевые слова: конечноэлементная модель, тонкостенная конструкция, наборы узловых варьируемых параметров, векторный способ интерполяционной процедуры, цилиндрический резервуар.

Key words: finite element model, thin-walled structure, sets of nodal variable parameters, vector method of interpolation procedure, cylindrical tank.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 18-41-340007 p_a

Введение. Конструкции из тонких пластин и оболочек достаточно широко используются во многих объектах АПК. К такого рода конструкциям относятся трубопроводные оросительные, осушительные и дренажные системы, резервуары различного назначения, водовоздушные колпаки, водонапорные башни, бункеры и многое другое. Прочностные расчеты тонкостенных конструкций указанного вида в настоящее время

осуществляются на основе современных численных методов с использованием высокопроизводительной компьютерной техники [1-4, 6-8, 16-18, 20]. Несмотря на достаточно широкое предложение весьма дорогостоящих, как правило, зарубежных вычислительных комплексов типа ANSYS, NASTRAN, ABAQUS, актуальной остается задача разработки отечественных вычислительных алгоритмов по корректному определению параметров прочности конструкций из пластин и оболочек, являющихся неотъемлемой частью вышеперечисленных объектов АПК.

Целью настоящей работы является разработка конечноэлементных моделей дискретизации тонкостенных конструкций АПК на основе двумерных конечных элементов с реализацией векторного способа интерполяционной процедуры искомых величин [12].

Геометрические соотношения. Предполагается, что тонкостенная конструкция АПК может быть представлена в виде тонкой оболочки произвольной геометрии или её фрагмента. Срединная поверхность такой конструкции может быть задана радиус-вектором:

$$\vec{R}^0 = x(\theta^1, \theta^2) \vec{i} + y(\theta^1, \theta^2) \vec{j} + z(\theta^1, \theta^2) \vec{k}, \quad (1)$$

где $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$ – орты декартовой системы координат, θ^1 , θ^2 – криволинейные координаты поверхности тонкостенной конструкции.

Касательные векторы базиса точки срединной поверхности определяются дифференцированием (1) по θ^α ($\alpha = 1, 2$):

$$\vec{a}_\alpha^0 = \vec{R}_{,\alpha}^0. \quad (2)$$

Запятая в правой части (2) обозначает операцию дифференцирования по соответствующей криволинейной координате θ^1 , θ^2 .

Орт нормали к срединной поверхности определяется векторным произведением:

$$\vec{a}^0 = \vec{a}_1^0 \times \vec{a}_2^0 / \sqrt{a^0}, \quad (3)$$

$$\text{где } a^0 = (\vec{a}_1^0 \cdot \vec{a}_1^0)(\vec{a}_2^0 \cdot \vec{a}_2^0) - (\vec{a}_1^0 \cdot \vec{a}_2^0)^2.$$

Выполняя операцию дифференцирования (2) и (3) по θ^α , можно получить производные векторов базиса точки срединной поверхности тонкостенной конструкции:

$$\vec{a}_{\alpha,\beta}^0 = \Gamma_{\alpha\beta}^{0\gamma} \vec{a}_\gamma^0 + b_{\alpha\beta}^0 \vec{a}^0; \quad \vec{a}_{,\alpha}^0 = -b_\alpha^{0\gamma} \vec{a}_\gamma^0, \quad (4)$$

где $\Gamma_{\alpha\beta}^{0\gamma}$ – символы Кристоффеля второго рода; $b_{\alpha\beta}^0$, $b_\alpha^{0\gamma}$ – ковариантные и смешанные компоненты тензора кривизны; греческие индексы здесь и ниже принимают значения 1, 2.

В процессе деформирования под действием заданной нагрузки точка M^0 срединной поверхности тонкостенной конструкции и отстоящая от неё на расстоянии ζ точка $M^{0\zeta}$ займут новые положения M и M^ζ , определяемые соответствующими радиус-векторами:

$$\vec{R} = \vec{R}^0 + \vec{v}; \quad \vec{R}^\zeta = \vec{R}^{0\zeta} + \vec{V}, \quad (5)$$

$$\text{где } \vec{R}^{0\zeta} = \vec{R}^0 + \zeta \vec{a}^0.$$

Входящие в (5) векторы перемещений точек M^0 и $M^{0\varsigma}$ определяются выражениями:

$$\vec{v} = v^p \vec{a}_p^0 + v \vec{a}^0; \quad \vec{V} = \vec{v} + \varsigma(\vec{a} - \vec{a}^0) \quad (6)$$

где $\vec{a} = \vec{R}_{,\alpha} \times \vec{R}_{,\beta} / |\vec{R}_{,\alpha} \times \vec{R}_{,\beta}|$ – орт нормали к срединной поверхности тонкостенной конструкции в деформированном состоянии.

Деформации в точке M^ς могут быть получены с помощью механики сплошной среды [5]:

$$\varepsilon_{\alpha\beta}^\varsigma = 0,5(\vec{g}_\alpha \cdot \vec{g}_\beta - \vec{g}_\alpha^0 \cdot \vec{g}_\beta^0) \quad (7)$$

где $\vec{g}_\alpha = \vec{R}_{,\alpha}^\varsigma$; $\vec{g}_\alpha^0 = \vec{R}_{,\alpha}^{0\varsigma}$.

Конечноэлементная модель дискретизации тонкостенной конструкции. Тонкостенная конструкция АПК моделируется ансамблем четырехугольных элементов дискретизации с узлами i , j , k и l , расположенными в вершинах четырехугольника. Набор узловых неизвестных в зависимости от требуемой точности расчета, конкретной геометрической формы и вида внешней нагрузки тонкостенной конструкции может быть выбран в одном из трех вариантов:

$$\left\{ U_{yI} \right\}_{1 \times 12}^\Gamma = \left\{ \left\{ v_{yI}^1 \right\}_{1 \times 4}^\Gamma \left\{ v_{yI}^2 \right\}_{1 \times 4}^\Gamma \left\{ v_{yI} \right\}_{1 \times 4}^\Gamma \right\}, \quad (8)$$

$$\left\{ U_{yII}^L \right\}_{1 \times 36}^\Gamma = \left\{ \left\{ v_{yII}^1 \right\}_{1 \times 12}^\Gamma \left\{ v_{yII}^2 \right\}_{1 \times 12}^\Gamma \left\{ v_{yII} \right\}_{1 \times 12}^\Gamma \right\}, \quad (9)$$

$$\left\{ U_{yIII}^L \right\}_{1 \times 72}^\Gamma = \left\{ \left\{ v_{yIII}^1 \right\}_{1 \times 24}^\Gamma \left\{ v_{yIII}^2 \right\}_{1 \times 24}^\Gamma \left\{ v_{yIII} \right\}_{1 \times 24}^\Gamma \right\}, \quad (10)$$

где $\left\{ q_{yI} \right\}_{1 \times 4}^\Gamma = \left\{ q^i q^j q^k q^l \right\}$; $\left\{ q_{yII}^L \right\}_{1 \times 12}^\Gamma = \left\{ q^i q^j q^k q^l q_{,\xi}^i q_{,\xi}^j q_{,\xi}^k q_{,\xi}^l q_{,\eta}^i q_{,\eta}^j q_{,\eta}^k q_{,\eta}^l \right\}$

$\left\{ q_{yIII}^L \right\}_{1 \times 24}^\Gamma = \left\{ q^i \dots q^l q_{,\xi}^i \dots q_{,\xi}^l q_{,\eta}^i \dots q_{,\eta}^l q_{,\xi\xi}^i \dots q_{,\xi\xi}^l q_{,\eta\eta}^i \dots q_{,\eta\eta}^l q_{,\xi\eta}^i \dots q_{,\xi\eta}^l \right\}$

Здесь под q понимается компонента вектора перемещения v^p , v ; римские нижние индексы I, II, III обозначают номер варианта набора узловых неизвестных, а верхний индекс «L» указывает на локальную систему координат $-1 \leq \xi, \eta \leq 1$, используемую для удобства численного интегрирования.

При реализации векторного способа интерполяционной процедуры искомых величин интерполяционное выражение записывается не для отдельных компонент вектора перемещения, а непосредственно для самого вектора перемещения:

$$\vec{v} = \left\{ \varphi_N \right\}^\Gamma \left\{ v_N^L \right\}^\Gamma; \quad (N = I, II, III), \quad (11)$$

где $\{\varphi_N\}^T$ – матрица-строка функций формы, содержащая произведения линейных функций локальных координат ξ, η ($N = I$), полиномов Эрмита третьей ($N = II$) или пятой ($N = III$) степеней в зависимости от варианта набора узловых неизвестных.

Входящий в (11) столбец векторных узловых неизвестных имеет следующий вид:

$$\{\vec{v}_{yI}\}^T = \{\vec{v}^i \vec{v}^j \vec{v}^k \vec{v}^l\} \quad (12)$$

1×4

$$\{\vec{v}_{yII}^L\}^T = \{\vec{v}^i \vec{v}^j \vec{v}^k \vec{v}^l \vec{v}_{,\xi}^i \vec{v}_{,\xi}^j \vec{v}_{,\xi}^k \vec{v}_{,\xi}^l \vec{v}_{,\eta}^i \vec{v}_{,\eta}^j \vec{v}_{,\eta}^k \vec{v}_{,\eta}^l\} \quad (13)$$

1×12

$$\{\vec{v}_{yIII}^L\}^T = \{\vec{v}^i \dots \vec{v}_{,\xi}^l \vec{v}_{,\xi}^i \dots \vec{v}_{,\xi}^l \vec{v}_{,\eta}^i \dots \vec{v}_{,\eta}^l \vec{v}_{,\xi\xi}^i \dots \vec{v}_{,\xi\xi}^l \vec{v}_{,\eta\eta}^i \dots \vec{v}_{,\eta\eta}^l \vec{v}_{,\xi\eta}^i \dots \vec{v}_{,\xi\eta}^l\} \quad (14)$$

1×24

Столбцы векторных узловых неизвестных (12)-(14) с учетом (6) могут быть представлены матричными произведениями, например для $N = I$:

$$\{\vec{v}_{yI}\} = [\vec{A}_I] \{n_{yI}\} \quad (15)$$

4×1 4×12 12×1

где $[\vec{A}_I] =$

$\{\vec{a}^{0i}\}^T$ 1×3			
	$\{\vec{a}^{0j}\}^T$ 1×3		
		$\{\vec{a}^{0k}\}^T$ 1×3	
			$\{\vec{a}^{0l}\}^T$ 1×3

;

$$\{n_{yI}\}^T = \{v^{1i} v^{2i} v^{1j} v^{2j} v^{1k} v^{2k} v^{1l} v^{2l}\}$$

1×12

$$\{\vec{a}^{0m}\}^T = \{\vec{a}_1^{0m} \vec{a}_2^{0m} \vec{a}^{0m}\} \quad (m = i, j, k, l)$$

1×3

Входящие в $[\vec{A}_I]$ базисные векторы узлов $\vec{a}_1^{0m}$, $\vec{a}_2^{0m}$, $\vec{a}^{0m}$ четырехугольного элемента могут быть представлены через базисные векторы точки внутренней области конечного элемента матричными соотношениями:

$$\{\vec{a}^{0m}\} = [d^{0m}] \{\vec{a}^0\} \quad (16)$$

3×3 3×1

где $\{\vec{a}^0\}^T = \{\vec{a}_1^0 \vec{a}_2^0 \vec{a}^0\}$

1×3

С учетом (16) выражение (11) может быть представлено в следующем виде:

$$\left\{ \vec{a}^0 \right\}_{1 \times 3}^T \left\{ U \right\}_{3 \times 1} = \left\{ \vec{a}^0 \right\}_{1 \times 3}^T \left\{ \varphi_1 \left[d^{0i} \right]_{3 \times 3}^T \left| \varphi_2 \left[d^{0j} \right]_{3 \times 3}^T \left| \varphi_3 \left[d^{0k} \right]_{3 \times 3}^T \left| \varphi_4 \left[d^{0l} \right]_{3 \times 3}^T \right\} \right\} \left\{ n_y \right\} \quad (17)$$

где $\left\{ U \right\}_{1 \times 3}^T = \left\{ v^1 v^2 v^3 \right\}$

В результате сопоставления левой и правой частей равенства (17) можно записать интерполяционные зависимости для компонент вектора перемещения при реализации векторного способа интерполяции искомых величин:

$$\begin{aligned} v^1 &= \left\{ \varphi_1 \left\{ d_{11}^{0i} d_{21}^{0i} d_{31}^{0i} \right\} \varphi_2 \left\{ d_{11}^{0j} d_{21}^{0j} d_{31}^{0j} \right\} \varphi_3 \left\{ d_{11}^{0k} d_{21}^{0k} d_{31}^{0k} \right\} \varphi_4 \left\{ d_{11}^{0l} d_{21}^{0l} d_{31}^{0l} \right\} \right\} n_y \\ v^2 &= \left\{ \varphi_1 \left\{ d_{12}^{0i} d_{22}^{0i} d_{32}^{0i} \right\} \varphi_2 \left\{ d_{12}^{0j} d_{22}^{0j} d_{32}^{0j} \right\} \varphi_3 \left\{ d_{12}^{0k} d_{22}^{0k} d_{32}^{0k} \right\} \varphi_4 \left\{ d_{12}^{0l} d_{22}^{0l} d_{32}^{0l} \right\} \right\} n_y \end{aligned} \quad (18)$$

Анализируя (18), можно отметить, что каждая компонента вектора перемещения находится в зависимости от столбца $\left\{ n_y \right\}$, элементами которого являются узловые значения всех трех компонент вектора перемещения. В этом заключается принципиальное отличие от общепринятого способа интерполяционной процедуры, когда компонента вектора перемещения интерполируется через узловые значения своей же компоненты и не зависит от узловых значений других компонент [9-11, 13-15, 19]:

$$q = \left\{ \varphi \right\}^T \left\{ q_y^L \right\} \quad (19)$$

Пример расчета. В качестве примера была решена задача по определению НДС стального цилиндрического резервуара (рисунок 1), загруженного гидростатическим давлением интенсивности $q = \gamma_w \cdot l$ ($\gamma_w = 10 \text{ кН/м}^3$ – удельный вес воды, l – расстояние от поверхности воды до рассматриваемой точки).

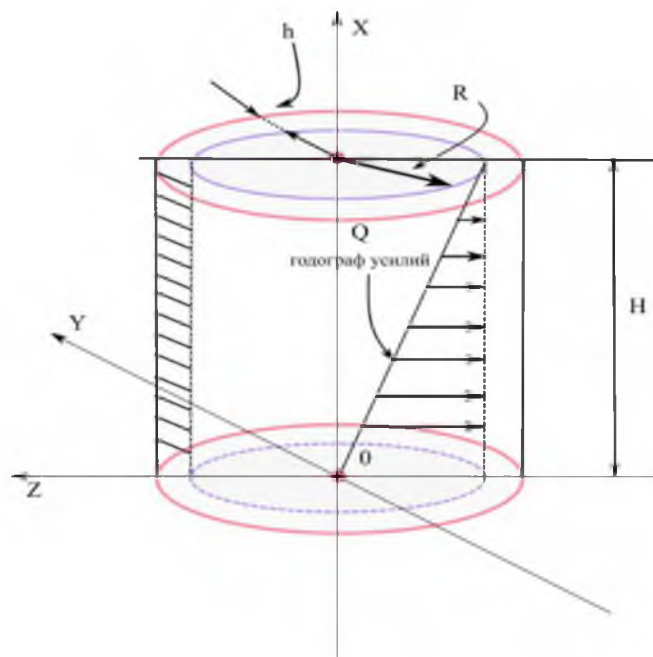


Рисунок 1 – Цилиндрический резервуар

Были приняты следующие исходные данные: длина образующей цилиндра $H = 1,0$ м; радиус цилиндра $R = 1,0$ м; толщина стенки резервуара $h = 0,02$ м; модуль упругости $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$. При реализации конечноэлементной процедуры был выбран первый вариант набора узловых варьируемых параметров (8). Результаты конечноэлементных решений представлены в таблице, в которой приведены численные значения меридиональных σ_{xx} и кольцевых $\sigma_{\theta\theta}$ напряжений на внутренней σ^{in} и наружной σ^{out} образующих цилиндра в зависимости от числа элементов дискретизации вдоль образующей цилиндрического резервуара n_z .

Таблица – Напряжения в вертикальной стенке резервуара

Координата x , м	Напряжения, МПа	Число элементов дискретизации n_z				
		72	80	88	100	108
0,00	σ_{xx}^{in}	65,70	67,60	69,12	70,90	71,84
	σ_{xx}^{out}	-74,48	-77,47	-80,13	-83,67	-85,79
	$\sigma_{\theta\theta}^{in}$	20,27	20,94	21,48	22,13	22,48
	$\sigma_{\theta\theta}^{out}$	-30,64	-32,32	-33,89	-36,07	-37,44
1,00	σ_{xx}^{in}	-0,133	-0,120	-0,110	-0,097	-0,090
	σ_{xx}^{out}	-0,132	-0,120	-0,109	-0,097	-0,090
	$\sigma_{\theta\theta}^{in}$	-0,022	-0,019	-0,015	-0,012	-0,010
	$\sigma_{\theta\theta}^{out}$	-0,022	-0,019	-0,016	-0,012	-0,010

Анализ данных, представленных в таблице, показывает, что с увеличением числа элементов дискретизации наблюдается удовлетворительная сходимость вычислительного процесса. Значения напряжений достигают своих максимальных значений при $x = 0,0$ м, то есть в точке соединения стенки резервуара с дном. На верхней кромке резервуара меридиональные и кольцевые напряжения монотонно стремятся к нулю, так как в точках $x = 1,0$ м нагрузка q равна нулю. Внутренняя поверхность резервуара у дна ($x = 0,0$ м) растянута, так как $\sigma^{in} > 0$, а наружная сжата, так как $\sigma^{out} < 0$, что соответствует физическому смыслу решаемой задачи.

На рисунке 2 представлена эпюра прогиба внутренней стенки резервуара вдоль образующей цилиндра.

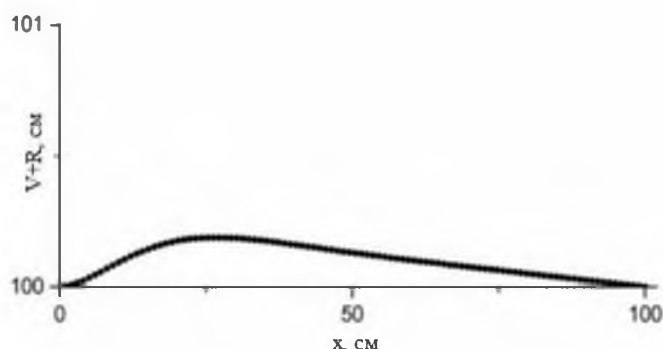


Рисунок 2 – График величины суммы радиуса цилиндра и величины смещения точек внутренней образующей цилиндра

Анализ эпюры прогибов показывает, что величина прогиба возрастает от нулевого значения у днища (так как днище сварено со стенкой) до максимальных значений в зоне, расположенной вблизи $\frac{1}{4}$ длины образующей, а затем плавно убывает до нулевых значений в крайних верхних точках резервуара.

Заключение. На основании анализа табличного и графического материалов можно сделать вывод о корректности разработанного алгоритма, о достаточной для инженерных расчетов точности вычислений и о соответствии качественной картине распределения напряжений и прогибов физическому смыслу решаемой задачи.

Библиографический список

1. Игнатьев, А. В. Расчет тонких пластин по методу конечных элементов в форме классического смешанного метода с исключением перемещений конечных элементов как жесткого целого [Текст]/ А. В. Игнатьев, В. А. Игнатьев, Е. А. Гамзатова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2018. – № 3 (711). – С. 5-13.
2. Каюмов, Р. А. Моделирование процесса деформирования и оценка несущей способности системы грунт – тонкостенная конструкция [Текст]/ Р. А. Каюмов, Ф. Р. Шакирзянов, С. С. Гаврюшин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. - 2014. – № 6. – С. 20-24.
3. Ким, А. Ю. Итерационный метод приращений параметров для расчета нелинейных мембранно-пневматических систем с учетом упругой работы воздуха [Текст]/ А. Ю. Ким // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2005. – № 1. – С. 39-42.
4. Пятикрестовский, К. П. О программировании нелинейного метода расчета деревянных конструкций [Текст]/ К. П. Пятикрестовский, В. И. Травуш // Academia. Архитектура и строительство. - 2015. – № 2. – С. 115-119.
5. Седов, Л. И. Механика сплошной среды. [Текст]/ Л. И. Седов. – М.: Наука, 1976. – 576 с.
6. Хайруллин, Ф. С. Расчет тонких оболочек с использованием аппроксимирующих функций различного порядка [Текст]/ Ф. С. Хайруллин, Д. Д. Мингалиев // Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20. – № 14. – С. 102-104.
7. Chepurnenko A., Yazyev B., Saibel A. Calculation of orthotropic plates for creep taking into account shear deformations [Текст]// В сборнике: MATEC Web of Conferences 27. Сер. «27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFOCE 2018». – 2018. – P. 01002.
8. Galishnikova, V. V. Constrained construction of planar delaunay triangulations without flipping [Текст]/ V. V. Galishnikova, P. Ja. Pahl // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 154-174.
9. Hanslo, P. Tangential differential calculus and the finite element modeling of a large deformation elastic membrane problem [Текст]/ P. Hanslo, Mats G. Larson, F. Larson// Comput. Mech. – 2015. – Vol. 56. – № 1. – P. 87-95.
10. He Xiacong. Finite element analysis of torsional free vibration of adhesively bonded single-lap joints [Текст]/ He Xiacong// Int. J. Adhes. and Adhes. – 2014. – № 48. – P. 59-66.
11. Nguyen Nhung, Waas Anthonym. Nonlinear, finite deformation, finite element analysis, ZAMP [Текст]/ Nhung Nguyen, Anthonym Waas // Z. Angew. math. and Phys. – 2016. – Vol. 67. №9. – P. 35/1-35/24.
12. Klochkov, Y.V. Finite-element calculations of thin-walled structures of concatenated shells with different material stress-strain properties [Текст]/ Y. V. Klochkov, A. P. Nikolaev, T. A. Kiseleva // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2017. – Т. 46. – № 3. – P. 246-252.
13. Levyakov, S. V. Application of triangular element invariants for geometrically nonlinear analysis of functionally graded shells [Текст]/ S. V. Levyakov, V. V. Kuznetsov // Computational Mechanics. – 2011. – Vol. 48. – № 4. – P. 499-513.
14. Finite element simulation of metallic cylindrical sandwich shells with graded aluminum tubular cores subjected to internal blast loading [Текст]/ Li Shiqiang, Lu Guoxing, Wang Zhihua, Zhao Longmao, Wu Guiying// Int. J. Mech. Sci. – 2015. – № 96-97. – P. 1-12.
15. Sartorato, Murilo. A finite element formulation for smart piezoelectric composite shells: Mathematical formulation, computational analysis and experimental evaluation [Текст]/ Murilo Sartorato, Ricardo de Medeiros, Volnei Tita // Compos. Struct. – 2015. – № 127. – P. 185-198.

16. Storozhuk, E. A. Exact solutions of boundary-value problems for noncircular cylindrical shells [Текст]/ E. A. Storozhuk, A. V. Yatsura // International Applied Mechanics. – 2016. – Vol. 54. – № 4. – P. 386–397.

17. Storozhuk, E. A. Analytical-numerical solution of static problems for noncircular cylindrical shells of variable thickness [Текст]/ E. A. Storozhuk, A. V. Yatsura // International Applied Mechanics. – 2017. – Vol. 53. – № 3. – P. 313–325.

18. Solodovnikov, A. S. Numerical study of strength properties for a composite material with short reinforcing fibers [Текст]/ A. S. Solodovnikov, S. V. Sheshenin // Moscow University Mechanics Bulletin. – 2017. – Т. 72. – № 4. – P. 94–100.

19. Continuum mechanics based bilinear shear deformable shell element using absolute nodal coordinate formulation, Trans. ASME [Текст]/ H. Yamashita, Antti I. Valkeapaa, P. Jayakumar, H. Syqiyama // Comput. and Nonlinear Dyn. – 2015. – Vol. 10. – № 5. – P. 051012/1–051012/9.

20. Zheleznov, L. P. Nonlinear deformation and stability of discretely reinforced elliptical cylindrical shells under transverse bending and internal pressure [Текст]/ L. P. Zheleznov, V. V. Kabanov, D. V. Boiko // Russian Aeronautics. – 2014. – Т. 57. – № 2. – P. 118–126.

Reference

1. Ignat'ev, A. V. Raschet tonkih plastin po metodu konechnykh jelementov v forme klassicheskogo smeshannogo metoda s isklucheniem peremeschenij konechnykh jelementov kak zhestkogo celogo [Текст]/ A. V. Ignat'ev, V. A. Ignat'ev, E. A. Gamzatova // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Stroitel'stvo. – 2018. – № 3 (711). – S. 5–13.

2. Kayumov, R. A. Modelirovanie processa deformirovaniya i ocenka nesuschej sposobnosti sistemy grunt - tonkostennaya konstrukciya [Текст]/ R. A. Kayumov, F. R. Shakirzyanov, S. S. Gavryushin // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Mashinostroyeniye. – 2014. – № 6. – S. 20–24.

3. Kim, A. Yu. Iteracionnyy metod priraschenij parametrov dlya rascheta nelineynykh membranno-pnevmaticheskikh sistem s uchetoм uprugoy raboty vozduha [Текст]/ A. Yu. Kim // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N. I. Vavilova. – 2005. – № 1. – S. 39–42.

4. Pyatikrestovskij, K. P. O programirovanii nelinejnogo metoda rascheta derevyannykh konstrukcij [Текст]/ K. P. Pyatikrestovskij, V. I. Travush // Academia. Arhitektura i stroitel'stvo. – 2015. – № 2. – S. 115–119.

5. Sedov, L. I. Mehanika sploshnoj sredy. [Текст]/ L. I. Sedov. – М.: Nauka, 1976. – 576 s.

6. Hajrullin, F. S. Raschet tonkih obolochek s ispol'zovaniem approksimiruyuschih funktsij razlichnogo poryadka [Текст]/ F. S. Hajrullin, D. D. Mingaliev // Vestnik Tehnologicheskogo universiteta. – 2017. – Т. 20. – № 14. – S. 102–104.

7. Chepurmenko A., Yazyev B., Saibel A. Calculation of orthotropic plates for creep taking into account shear deformations [Текст]// В сборнике: MATEC Web of Conferences 27. Сер. «27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFOCE 2018». – 2018. – P. 01002.

8. Galishnikova, V. V. Constrained construction of planar delaunay triangulations without flipping [Текст]/ V. V. Galishnikova, P. Ja. Pahl // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 154–174.

9. Hanslo, P. Tangential differential calculus and the finite element modeling of a large deformation elastic membrane problem [Текст]/ P. Hanslo, Mats G. Larson, F. Larson // Comput. Mech. – 2015. – Vol. 56. – № 1. – P. 87–95.

10. He Xiacong. Finite element analysis of torsional free vibration of adhesively bonded single-lap joints [Текст]/ He Xiacong // Int. J. Adhes. and Adhes. – 2014. – № 48. – P. 59–66.

11. Nguyen Nhung, Waas Anthonym. Nonlinear, finite deformation, finite element analysis, ZAMP [Текст]/ Nhung Nguyen, Anthonym Waas // Z. Angew. math. and Phys. – 2016. – Vol. 67. №9. – P. 35/1–35/24.

12. Klochkov, Y. V. Finite-element calculations of thin-walled structures of concatenated shells with different material stress-strain properties [Текст]/ Y. V. Klochkov, A. P. Nikolaev, T. A. Kiseleva // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2017. – Т. 46. – № 3. – P. 246–252.

13. Levyakov, S. V. Application of triangular element invariants for geometrically nonlinear analysis of functionally graded shells [Текст]/ S. V. Levyakov, V. V. Kuznetsov // Computational Mechanics. – 2011. – Vol. 48. – № 4. – P. 499–513.

14. Finite element simulation of metallic cylindrical sandwich shells with graded aluminum tabular cores subjected to internal blast loading [Текст]/ Li Shiqiang, Lu Guoxing, Wang Zhihua, Zhao Longmao, Wu Guiying // Int. J. Mech. Sci. – 2015. – №. 96-97. – P. 1-12.

15. Sartorato, Murilo. A finite element formulation for smart piezoelectric composite shells: Mathematical formulation, computational analysis and experimental evaluation [Текст]/ Murilo Sartorato, Ricardo de Medeiros, Volnei Tita // Compos. Struct. – 2015. – № 127. – P. 185-198.

16. Storozhuk, E. A. Exact solutions of boundary-value problems for noncircular cylindrical shells [Текст]/ E. A. Storozhuk, A. V. Yatsura // International Applied Mechanics. – 2016. – Vol. 54. – №. 4. – P. 386-397.

17. Storozhuk, E. A. Analytical-numerical solution of static problems for noncircular cylindrical shells of variable thickness [Текст]/ E. A. Storozhuk, A. V. Yatsura // International Applied Mechanics. – 2017. – Vol. 53. – № 3. – P. 313-325.

18. Solodovnikov, A. S. Numerical study of strength properties for a composite material with short reinforcing fibers [Текст]/ A. S. Solodovnikov, S. V. Sheshenin // Moscow University Mechanics Bulletin. – 2017. – Т. 72. – № 4. – P. 94-100.

19. Continuum mechanics based bilinear shear deformable shell element using absolute nodal coordinate formulation, Trans. ASME [Текст]/ H.Yamashita, Antti I. Valkeapaa, P. Jayakumar, H.Syqiama // Comput. and Nonlinear Dyn. – 2015. – Vol. 10. – № 5. – P. 051012/1-051012/9.

20. Zheleznov, L. P. Nonlinear deformation and stability of discretely reinforced elliptical cylindrical shells under transverse bending and internal pressure [Текст]/ L. P. Zheleznov, V. V. Kabanov, D.V. Boiko // Russian Aeronautics. – 2014. – Т. 57. – № 2. – P. 118-126.

E-mail: klotchkov@bk.ru

УДК 621.039.342:631.2

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-35

ОЧИСТКА ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ОТ МИКРОННЫХ И СУБМИКРОННЫХ ЧАСТИЦ В СВЕРХЦЕНТРИФУГЕ

CLEANING USED MOTOR OIL FROM MICRON AND SUBMICRON PARTICLES IN SUPERCENTRIFUGE

А.Е. Новиков^{1,2}, доктор технических наук, доцент

А.Б. Голованчиков², доктор технических наук, профессор

М.И. Филимонов^{1,2}, младший научный сотрудник

Д.А. Баранов², магистрант

A.E. Novikov^{1,2}, A.B. Golovanchikov², M.I. Filimonov^{1,2}, D.A. Baranov²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия», г. Волгоград

²Волгоградский государственный технический университет

¹Federal State Budget Scientific Institution the All-Russian research institute
of irrigated agriculture, Volgograd

²Volgograd State Technical University

Отработанные масла относятся к категории опасных отходов, что связано с их нерастворимостью, химической устойчивостью, наличием токсических химических соединений и тяжелых металлов. Процессы регенерации и восстановления отработанного моторного масла относятся к ресурсоэффективным и экологичным мероприятиям. Так, при переработке 100 т отработанного масла можно получить более 80 т готового продукта без воздействия на окружающую среду. Основу этих мероприятий составляет удаление механических примесей и капель воды путем физической обработки масла с применением центрифуг. При этом известные исследования в этом направлении сводятся к моделированию режимных и конструктивных параметров модернизированных центробежных машин, которые не позволяют провести оценку интегральной и локальных степеней очистки, в том числе для стандартизированных центрифуг. В статье разработана математическая модель интегральной и локальных степеней улавливания частиц и проведены аналитические исследования очистки отработанного моторного масла в

трубчатой промышленной сверхцентрифуге типа ОРТ с организацией однослойного (обычного) и двухслойного (модернизированный вариант) течений жидкости. Установлено, что в сверхцентрифуге при однослойном режиме центробежного разделения масла обеспечивается 90,4 % степени очистки при факторе разделения 12236,5, а при двухслойном режиме с рециклом по фугату $re = 1,0 - \eta = 96,4$ % при факторе разделения 16085,6. С увеличением общего расхода вдоль стенки ротора очищаемого масла и фугата в 2 раза число Рейнольдса возрастает с 955 до 1911 и не превышает критического значения $Re_{\text{кр}} < 2300$, при котором возможен унос частиц дисперсной фазы. Получено, что на 100 % улавливаются частицы дисперсной фазы размером от 2,0 до 4,2 мк при однослойном разделении и от 1,6 до 4,2 мк при двухслойном течении. При этом диапазон эффективного применения рецикла составляет от 1,0 до 1,5.

Waste oils are classified as hazardous waste due to their insolubility, chemical resistance, the presence of toxic chemical compounds and heavy metals. The processes of regeneration and recovery of waste engine oil are resource-efficient and environmentally friendly measures, so the processing of 100 tons of waste oil can be obtained more than 80 tons of the finished product without environmental impact. The basis of these measures is the removal of mechanical impurities and water droplets by physical treatment of oil using centrifuges. At the same time, the known studies in this direction are reduced to the modeling of regime and design parameters of modernized centrifugal machines, which do not allow to evaluate the integral and local degrees of purification, including for standardized centrifuges. In work the mathematical model of integral and local degrees of particulate matter and conducted an analytical study of purification of used engine oil in tubular industrial sverhsekretnoj type ORT with the organization of a single-layer (normal) and double layer (modernized version) of fluid. Established that in sverhsekretnoj in single layer mode, the centrifugal oil separation is provided by 90.4 percent degree of purification when the separation factor 12236.5 and if two-layer mode with recycle for fugato $1.0 - 96.4\%$ when the separation factor 16085.6. With an increase in the total flow rate along the rotor wall of the purified oil and Fugate in 2 times the Reynolds number increases from 955 to 1911 and does not exceed the critical value of the 2300, at which it is possible to carry particles of the dispersed phase. It was found that particles of the dispersed phase with the size from 2.0 to 4.2 mk at single-layer separation and from 1.6 to 4.2 mk at two-layer flow were 100 % captured. In this case, the range of effective use of the recycle is from 1.0 to 1.5.

Ключевые слова: *сверхцентрифуга, отработанное моторное масло, степень очистки масла, однослойное и двухслойное течение, частицы микронного и субмикронного уровня.*

Key words: *super centrifuge, waste engine oil, purification degree oil, single-layer and double-layer flow, micron and submicron level particles.*

Введение. В условиях современной рыночной экономики и конкуренции успех имеют те производители, которые эффективно используют безотходные и энергосберегающие технологии, обеспечивающие вторичное использование ресурсов, в том числе за счет их регенерации и восстановления.

В мировом масштабе годовое потребление моторных масел составляет примерно 60 млн т в условном топливе, из которых после отработки своего ресурса лишь 25 % подлежит переработке. В России собирается около 1,7 млн т различных отработанных масел, при этом переработке подвергается не более 0,25 млн т или 15 %, что составляет 3,3 % от общего объема потребления в стране. К примеру, в Германии, являющейся лидером по очистке отработанного масла среди европейских стран, производится сбор и использование около 55 % всего объема потребленных свежих масел.

Необходимость сбора и переработки отработанных масел обусловлена, с одной стороны, экономией ресурсов, в частности, из 100 т нефти получают только 10 т моторного масла, а при переработке 100 т отработанного масла можно получить более 80 т уже готового к употреблению продукта, а с другой, – экологической безопасностью экосистем. Отработанные масла относятся к категории опасных отходов, что связано с их нерастворимо-

стью, химической устойчивостью, наличием токсических химических соединений и тяжелых металлов. В естественных условиях масло разлагается в течение длительного времени, а 1 л моторного масла может превратить 1000 м³ питьевой воды в техническую.

Процессы регенерации и восстановления отработанного моторного масла в современном понимании включают удаление из него коллоидных веществ, кислот, битумных отложений, механических частиц и химического осадка, газов, водного конденсата, придание продукту цвета и запаха оригинала [1, 4].

Основу этих мероприятий составляет удаление механических примесей и капель воды путем физической обработки масла с применением центрифуг и фильтров различных модификаций [5-8]. Однако типовые конструкции машин и аппаратов не в полной мере обеспечивают надлежащую степень очистки масел от микронных и субмикронных частиц. В связи с этим цель работы заключается в моделировании процесса очистки отработанного моторного масла от микронных и субмикронных частиц в сверхцентрифуге с организацией однослойного (обычного) и двухслойного кольцевого течения исходной суспензии и фугата в роторе машины.

Материалы и методы. Плотность отработанного моторного масла определяли по ГОСТ 18995.1-73 [2] с использованием пикнометра ПЖ-2 объемом 50 мл. В соответствии с методикой предварительно очищенный и высушенный пикнометр ПЖ-2 заполняли дистиллированной водой, закрывали пробкой и выдерживали в термостате ВТ-Р-01 в течение 20 минут при температуре 20 °С, после чего взвешивали его на лабораторных весах ВК1500.1 с погрешностью не более 0,5 г.

Затем пикнометр освобождали от воды, высушивали и заполняли отработанным моторным маслом, после чего аналогичным способом обрабатывали в термостате и взвешивали на весах.

Плотность отработанного моторного масла вычисляли по формуле:

$$\rho = 0,9982 \frac{m_1 - m_0 + A}{m_2 - m_0 + A},$$

где 0,9982 – плотность воды при 20 °С, г/см³; m_1 – масса пикнометра с моторным маслом, г; m_2 – масса пикнометра с водой, г; m_0 – масса пустого пикнометра, г; A – поправка на аэродинамические силы:

$$A = 0,0012V,$$

где V – объем пикнометра, см³; 0,0012 – плотность воздуха при 20 °С.

Количество твердых примесей в отработанном моторном масле определяли по ГОСТ 10577-78 [3]. В соответствии с методикой отработанное моторное масло объемом 400 см³ заливали в колбу, закрывали пробкой и взвешивали на весах ВК1500.1, после чего взбалтывали и выливали в воронку, на дне которой закрепляли мембранный фильтрующий элемент типа МФА-МА № 9.

Полученный фильтрат взвешивали на весах, а мембранный фильтр с уловленными механическими примесями сушили в сушильном шкафу ВШ-0,35М при 100 °С в течение 30 мин, после чего его охлаждали до комнатной температуры и взвешивали на весах EX225D с погрешностью не более 0,00002 г. Долю механических примесей рассчитывали по формуле, %:

$$x = \frac{100(m_1 - m_2)}{m_3},$$

где m_1 – масса мембранного фильтра после анализа, мг; m_2 – масса мембранного фильтра до анализа, мг; m_3 – масса отработанного моторного масла, мг.

Результаты и обсуждение. Для основного состава транспортных предприятий проблема утилизации отработанного масла – одна из самых актуальных. Организация и содержание пунктов сбора отработанного масла, их хранение, транспортировка и переработка требуют значительных финансовых затрат. В реальности незначительную часть отработанного масла сжигают, а большую часть утилизируют либо на полигонах, либо сливают в промканализацию и водоемы, тем самым ухудшая экологию экосистем.

При этом собранное отработанное масло без внесения в него дополнительных загрязнений после регенерации и восстановления можно использовать при умеренных нагрузках в среднефорсированных двигателях внутреннего сгорания, гидравлических системах машин, коробках передач, трансмиссиях тракторов и автомобилей, ходовой части гусеничных тракторов, а также при консервации техники [12, 13, 15].

В проведенных исследованиях по организации двухслойного течения (рисунок 1) в промышленных центрифугах с частотой вращения до 314 с^{-1} было получено, что при рецикле по фугату от 2 до 3 единиц интегральная степень очистки η суспензий и эмульсий увеличивается от 20 до 35 %. Для частиц дисперсной фазы размером 10 мк и выше η достигает 90 %, а размером 5 мк и менее – не превышает 3 % [16].

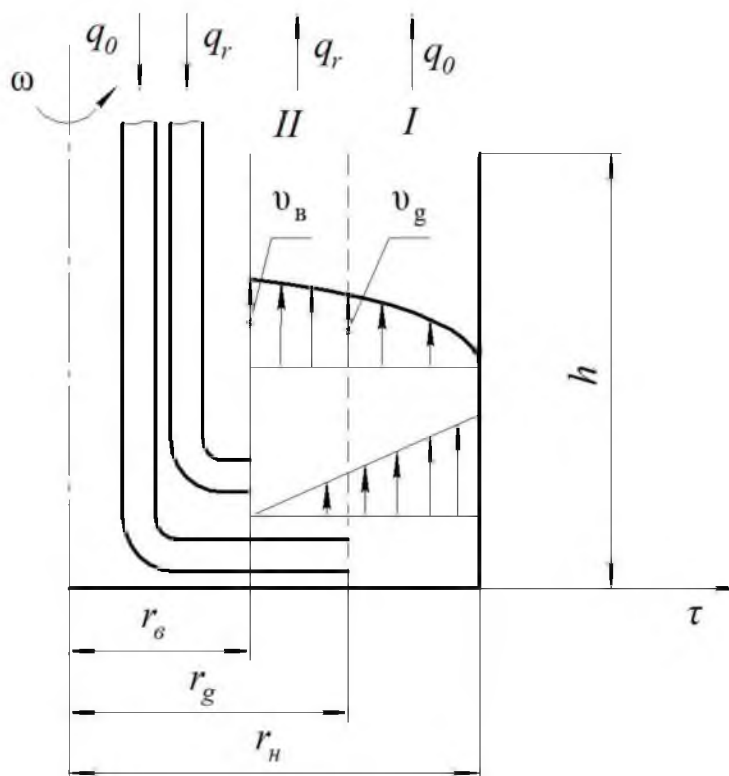


Рисунок 1 – Схема двухслойного течения суспензии (I) и фугата (II) в роторе центрифуги [11, 16]

Для оценки возможности очистки отработанных моторных масел от тонкодисперсной фазы микронного и субмикронного уровня при однослойном и двухслойном течении исходной суспензии и фугата в роторе центробежной машины использовали трубчатую промышленную сверхцентрифугу типа ОРТ. Ее технические характеристики [9], параметры процесса центрифугирования и физические свойства отработанного моторного масла представлены в таблице 1.

Ниже представлен алгоритм расчета процесса центробежного разделения в сверхцентрифуге с рециклом по фугату [14, 16].

Таблица 1 – Исходные и справочные данные, основные расчетные параметры
процесса очистки отработанного моторного масла

Наименование параметра	Размерность	Обозначение	Величина
Исходные данные			
Производительность	$\text{м}^3/\text{с}$	q_0	$5 \cdot 10^{-4}$
Наружный радиус ротора центрифуги	м	r_n	0,05
Внутренний радиус свободной поверхности	м	$r_в$	0,01
Высота ротора	м	h	1
Угловая скорость вращения ротора	с^{-1}	ω	2000
Плотность сплошной фазы и фугата	$\text{кг}/\text{м}^3$	$\rho_{жс}$	900
Плотность частиц дисперсной фазы	$\text{кг}/\text{м}^3$	$\rho_ч$	1070
Вязкость сплошной фазы и фугата	$\text{Па} \cdot \text{с}$	$\mu_{жс}$	0,006
Число фракций	–	n	5
Фракционный состав частиц	–	–	рис. 3
Расчетные параметры при однослойном течении суспензии			
Интегральная степень очистки	%	η	90,43
Номинальный диаметр частиц, уловленных на 100 %	мк	d_0	2
Скорость осаждения частиц d_0	м/с	v_0	0,0027
Фактор разделения	–	Φ	12236,5
Число Лященко для частиц d_0	–	La_0	$3,5 \cdot 10^{-6}$
Число Архимеда для частиц d_0	–	Ar_0	0,014
Число Рейнольдса для частиц d_0	–	Re_0	0,0008
Число Рейнольдса осевого течения жидкости вдоль стенки ротора	–	$Re_{жс}$	955,4
Средняя осевая скорость потока суспензии вдоль стенки ротора	м/с	$v_{ср}$	0,066
Максимальная осевая скорость жидкости на свободной поверхности	м/с	$v_в$	0,119
Расчетные параметры при двухслойном течении суспензии			
Величина рецикла	–	re	1
Расход фугата в рецикле	$\text{м}^3/\text{с}$	q_r	$5 \cdot 10^{-4}$
Интегральная степень очистки	%	η	96,39
Номинальный диаметр частиц, уловленных на 100 %	мк	d_0	1,5
Скорость осаждения частиц d_0	м/с	v_0	0,002
Фактор разделения для суспензии	–	Φ	16085,6
Число Лященко для частиц d_0	–	La_0	$1,17 \cdot 10^{-6}$
Число Архимеда для частиц d_0	–	Ar_0	0,008
Число Рейнольдса для частиц d_0	–	Re_0	0,0005
Число Рейнольдса осевого течения жидкости вдоль стенки ротора	–	$Re_{жс}$	1910,8
Средняя осевая скорость жидкости вдоль стенки ротора	м/с	$v_{ср}$	0,133
Скорость на границе обоих слоев суспензии и фугата	м/с	v_g	0,186
Радиус границы слоев	м	r_g	0,0289

1. Определяем общий расход жидкости при заданной величине относительного расхода рецикла re по фугату:

$$q = q_0(1 + re).$$

2. Рассчитываем среднюю осевую скорость жидкости вдоль стенки ротора:

$$v_{cp} = \frac{q}{\pi(r_n^2 - r_g^2)}.$$

3. Определяем максимальную осевую скорость жидкости на свободной поверхности (по внутренней границе течения):

$$v_g = av_{cp} [r_n^2 - r_g^2 + 2r_g(r_n - r_g)]$$

где a – коэффициент, учитывающий локальные скорости суспензии при произвольном радиусе линии тока [16]:

$$a = \frac{-0,25(r_n^2 - r_g^2)}{\frac{r_n^4 - r_g^4}{8} - \frac{r_n^2(r_n^2 - r_g^2)}{4} - \frac{r_g(r_n^3 - r_g^3)}{3} + \frac{r_n r_g(r_n^2 - r_g^2)}{2}}.$$

4. Разбиваем кольцевую зону, в которой движется жидкость $(r_n - r_g)$, на несколько равных относительных интервалов, например, $k = 1000$:

$$\Delta r_0 = r_n \frac{(r_n - r_g)}{1000},$$

и находим на каждом радиусе r_i локальную скорость жидкости:

$$r_i = 1 - \left[\Delta r_0(i-1) + \frac{\Delta r_0}{2} \right] r_n;$$

$$v_{ri} = av_{cp} \left[r_n^2 - r_i^2 + 2 \left(\frac{r_g}{r_n} \right) (r_n^2 - r_i^2) \right],$$

а по формуле:

$$q_k = 2\pi \sum_{i=1}^k r_i v_{ri} \Delta r,$$

находим при $i = k$ расход q_k , равный расходу очищаемой жидкости q_0 .

Тогда значение радиуса r_g при $i = k$ соответствует кольцевой границе очищаемой жидкости, движущейся у стенки ротора в кольцевом зазоре $(r_n - r_g)$ и фугата, движущегося в кольцевом зазоре $(r_g - r_g)$.

5. Из условия равенства времени пребывания:

$$\tau_n = \frac{\pi(r_n^2 - r_g^2)h}{q_0},$$

и времени осаждения частиц номинального диаметра [10], для нашего случая осаждающихся на 100 % с радиуса от r_g до r_n :

$$\tau_{oc} = \frac{r_n - r_g}{v_0},$$

получаем формулу для расчета скорости осаждения частиц номинального диаметра:

$$v_0 = \frac{q_0}{\pi h(r_n - r_g)}.$$

6. Рассчитываем число Лященко для частиц, уловленных на 100 %:

$$La_0 = \frac{v_0^3 \rho^2}{\Phi g \mu_{ж} |\rho_{ч} - \rho_{ж}|},$$

где Φ – фактор разделения для дисперсной фазы в очищаемой жидкости:

$$\Phi = \frac{\omega^2 (r_n + r_g)}{2g}.$$

7. Используя метод наименьших квадратов, определяем число Архимеда для частиц, уловленных на 100 %, из формулы:

$$La_0 = \frac{Ar_0^2}{(18 + 0,61 \sqrt{Ar_0})^3}.$$

8. Находим критерий Рейнольдса для частиц, уловленных на 100 %:

$$Re_0 = \frac{Ar_0}{18 + 0,16 \sqrt{Ar_0}}.$$

9. Определяем диаметр частиц, уловленных на 100 %:

$$d_0 = \frac{Re_0 \mu_{ж}}{\rho_{ж} v_0}.$$

10. Определяем число Архимеда для частиц каждой фракции:

$$Ar_i = Ar_0 \left(\frac{d_i}{d_0} \right)^3.$$

11. Определяем критерий Рейнольдса для частиц каждой фракций:

$$Re_i = \frac{Ar_i}{18 + 0,61 \sqrt{Ar_i}}.$$

12. Находим скорость осаждения частиц каждой фракции:

$$v_{0i} = \frac{Re_i \mu_{ж}}{d_i \rho_{ж}}.$$

13. Рассчитываем радиус траектории, с которой частицы каждой фракции успевают осесть на стенку ротора:

$$r_i = r_n - v_{0i} \frac{r_n - r_g}{v_n}.$$

14. Определяем локальную пофракционную степень улавливания:

$$\chi_i = \frac{r_n - r_i}{r_n - r_g}.$$

15. Находим долю уловленных частиц каждой фракции (для каждой d_i большей d_0 локальная степень улавливания равна 1, соответственно для них $C_{yi} = C_i$):

$$C_{yi} = C_i \chi_i.$$

16. Рассчитываем интегральную степень очистки:

$$\eta = \sum C_{yi}.$$

17. Определяем критерий Рейнольдса для осевого течения жидкости вдоль стенки ротора:

$$Re_{\text{ос}} = \frac{2\rho_{\text{ос}} q}{3,14 r_n \mu_{\text{ос}}}.$$

Закключение. Согласно расчетам (таблица 1), в сверхцентрифуге при обычном режиме центробежного разделения, то есть без рецикла по фугату, обеспечивается степень очистки чуть более 90 % при факторе разделения 12236,5 а с рециклом ($re = 1,0$) 96,4 % при факторе разделения 16085,6. Повышение степени очистки при центрифугировании с рециклом по фугату объясняется ростом фактора разделения и уменьшением пути, который проходят осаждаемые частицы от свободной границы течения до стенки ротора. Если при однослойном течении суспензии в серийной центрифуге это расстояние $\delta = r_n - r_g = 0,04$ м, то при двухслойном течении суспензии с рециклом $re = 1,0 - \delta = r_n - r_g = 0,05 - 0,0289 = 0,0211$ м. При этом из-за увеличения в два раза общего расхода вдоль стенки ротора очищаемого масла и фугата число Рейнольдса возрастает с 955 до 1911. В обоих рассматриваемых случаях число Рейнольдса осевого течения масла вдоль стенки ротора остается ламинарным $Re_{\text{ос}} < 2300$ (обязательное условие предотвращения уноса частиц дисперсной фазы).

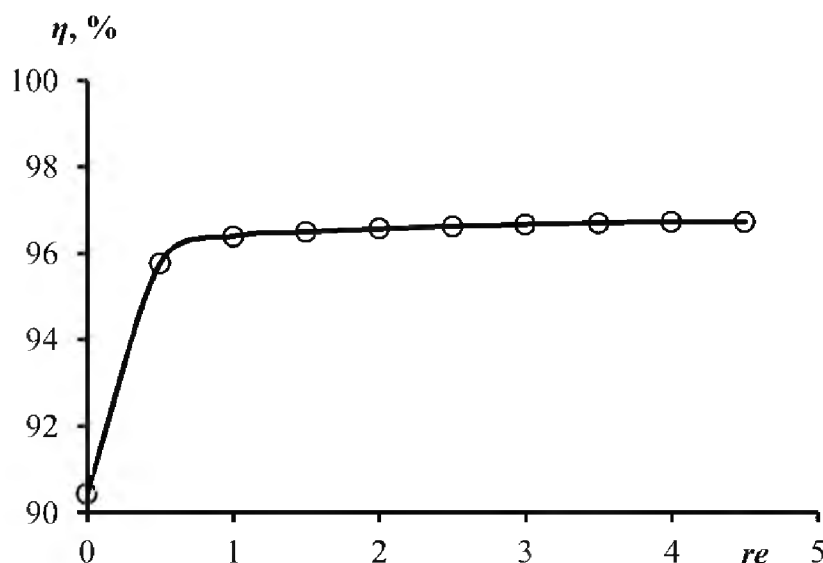


Рисунок 2 – Зависимость интегральной степени очистки моторного масла в сверхцентрифуге от рецикла по фугату

Необходимо отметить, что рецикл эффективно применять до значений не более $re = 1,0-1,5$. Далее эффективность его применения остается практически неизменной (рисунок 2).

По результатам математического моделирования процесса очистки отработанного моторного масла от микронных и субмикронных частиц в сверхцентрифуге установлено, что при однослойном разделении без рецикла по фугату частицы дисперсной фазы до значения d_{02} , то есть от 2,0 до 4,2 мк, улавливаются на 100 %.



Рисунок 3 – Плотность распределения частиц дисперсной фазы в отработанном моторном масле в исходном состоянии (1), при однослойном (2) и двухслойном течении жидкости в сверхцентрифуге с рециклом по фугату $re = 1$ (3)

При двухслойном течении с рециклом по фугату $re = 1$ на 100 % улавливаются частицы до значения d_{03} , то есть от 1,6 до 4,2 мк. Так как площадь под кривой 3 – концентрация частиц в исходной жидкости равна 100 %, то площадь под кривой 2 соответствует интегральной степени улавливания частиц в отсутствии рецикла по фугату $\eta = 90,43$ %, а площадь под кривой 3 соответствует степени улавливания частиц при рецикле по фугату $re = 1,0$ $\eta = 96,39$ %.

Таким образом, применение рецикла по фугату в сверхцентрифугах при его значениях $re < 1,5$ позволяет повысить степень очистки регенерируемых и восстанавливаемых отработанных моторных масел от частиц дисперсной фазы микронного и субмикронного уровня с 90 % до 96 %.

Библиографический список

1. Белоглазова, Н.А. Внешняя стационарная система очистки моторного масла тепловозов [Текст]/ Н.А. Белоглазова, В.А. Минаков, В.О. Носков // Вестник РГУПС. – 2017. – № 1. – С. 42-47.
2. ГОСТ 18995.1-73. Продукты химические жидкие. Методы определения плотности [Текст]. – Взамен ГОСТ 9884-61 в части разд.1 и ГОСТ 9390-60 в части разд.1; утв. и введ. 17.07.1973. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998. – 4 с.
3. ГОСТ 10577-78. Нефтепродукты. Метод определения содержания механических примесей [Текст]. – Взамен ГОСТ 10577-63; утв. и введ. 28.07.1978. – М.: Стандартиформ, 2006. – 6 с.
4. Григорьев, М.А. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях [Текст]. – М.: Машиностроение, 1970. – 270 с.

5. Замальдинов, М.М. Очистка отработанных минеральных моторных масел центрифугированием [Текст] / М.М. Замальдинов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2011. – № 1 (13). – С. 93-96.
6. Замальдинов, М.М. Многоступенчатый способ очистки и частичного восстановления эксплуатационных свойств отработанных моторных масел: монография [Текст] / М.М. Замальдинов; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Ульяновская гос. с.-х. академия им. П. А. Столыпина». – Ульяновск, 2012. – 207 с.
7. Лихачев, А.Ю. К оценке эффективности центробежной очистки отработанных моторных масел как полидисперсных систем [Текст] / А.Ю. Лихачев, А.В. Снежко // Вестник МичГАУ. – 2011. – № 1. – Ч. 1. – С. 211-214.
8. Лихачев, А.Ю. О законе распределения размеров частиц механических примесей в отработанных моторных маслах [Текст] / А.Ю. Лихачев, А.В. Снежко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 2. – С. 40-42.
9. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Текст]: учебник для вузов / А.С. Тимонин, Г.В. Божко, В.Я. Борщев [и др.]; под общ. ред. А.С. Тимонина. – Калуга: Изд-во «Ноосфера», 2017. – 948 с.
10. Моделирование гидродинамических процессов в центробежном поле гидроциклонов [Текст]: монография / А.Б. Голованчиков, А.Е. Новиков, М.И. Ламскова и др.; ВолгГТУ. – Волгоград, 2017. – 200 с.
11. Патент на полезную модель № 111031 Российская Федерация, МПК В04В 3/00. Центрифуга [Текст] / А.Б. Голованчиков, Н.А. Дулькина, В.А. Балашов [и др.]; заявитель и патентообладатель ВолгГТУ. – № 2011127998/05, заявл. 07.07.2011; опубл. 10.12.2011. Бюл. № 34.
12. Рылякин, Е.Г. Очистка и восстановление отработанных масел [Текст] / Е.Г. Рылякин, А.И. Волошин // Молодой ученый. – 2015. – № 1 (81). – С. 92-94.
13. Сафаров, К.У. Очистка отработанных минеральных моторных масел от загрязнений [Текст] / К.У. Сафаров, М.М. Замальдинов, С.А. Колокольцев // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2013. – № 4 (24). – С. 120-123.
14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018661791 от 17 сентября 2018 г. Российская Федерация. Программа для расчета технологических параметров отстойной центрифуги с рециклом по фугату [Текст] / А.Б. Голованчиков, А.Е. Новиков, М.И. Филимонов и др.; ВолгГТУ. – Волгоград, 2018.
15. Снежко, А.В. Теоретические исследования эффективности очистки отработанного моторного масла как дисперсной системы центрифугой при различных режимах ее работы [Текст] / А.В. Снежко // Вестник аграрной науки Дона. – 2013. – № 4 (24). – С. 51-60.
16. Физическое и математическое моделирование процессов центрифугирования [Текст]: монография / А.Б. Голованчиков, А.Е. Новиков, М.И. Филимонов и др.; ВолгГТУ. – Волгоград, 2018. – 157 с.

Reference

1. Beloglazova, N. A. Vneshnyaya stacionarnaya sistema ochistki motornogo masla teplovozov [Текст] / N. A. Beloglazova, V. A. Minakov, V. O. Noskov // Vestnik RGUPS. - 2017. - № 1. - P. 42-47.
2. GOST 18995.1-73. Produkty himicheskie zhidkie. Metody opredeleniya plotnosti [Текст]. - Vzamen GOST 9884-61 v chasti razd.1 i GOST 9390-60 v chasti razd.1; utv. i vved. 17.07.1973. - M.: IPK Izd-vo standartov, 1998. - 4 p.
3. GOST 10577-78. Nefteprodukty. Metod opredeleniya sodержaniya mehanicheskikh primesej [Текст]. - Vzamen GOST 10577-63; utv. i vved. 28.07.1978. - M.: Standartinform, 2006. - 6 p.
4. Grigor'ev, M. A. Ochistka masla i topliva v avtotraktornykh dvigatelyah [Текст]. - M.: Mashinostroenie, 1970. - 270 p.
5. Zamal'dinov, M. M. Ochistka otrabotannykh mineral'nykh motornykh masel centrifugirovaniem [Текст] / M. M. Zamal'dinov // Vestnik Ul'yanovskoj GSXA. - 2011. - № 1 (13). - P. 93-96.
6. Zamal'dinov, M. M. Mnogostupenchatyj sposob ochistki i chastichnogo vosstanovleniya jekspluatacionnykh svojstv otrabotannykh motornykh masel: monografiya [Текст] / M. M. Zamal'dinov; M-vo sel'skogo hoz-va Rossijskoj Federacii, FGBOU VPO «Ul'yanovskaya gos. s.-h. akad. im. P. A. Stolypina». - Ul'yanovsk, 2012. - 207 p.

7. Lihachev, A. Yu. K ocenke jeffektivnosti centrobezhnoj ochistki otrabotannyh motornyh masel kak polidispersnyh sistem [Tekst] / A. Yu. Lihachev, A. V. Snezhko // Vestnik MichGAU. - 2011. - № 1. - Ch. 1. - S. 211-214.
8. Lihachev, A. Yu. O zakone raspredeleniya razmerov chastic mehanicheskikh primesej v otrabotannyh motornyh maslah [Tekst] / A. Yu. Lihachev, A. V. Snezhko // Sel'skohozyajstvennye mashiny i tehnologii. - 2013. - № 2. - P. 40-42.
9. Mashiny i apparaty himicheskikh proizvodstv i neftegazopererabotki [Tekst]: uchebnik dlya vuzov / A. S. Timonin, G. V. Bozhko, V. Ya. Borschev [i dr.]; pod obsch. red. A. S. Timonina. - Kaluga: Izd-vo "Noosfera", 2017. - 948 p.
10. Modelirovanie gidrodinamicheskikh processov v centrobezhnom pole gidrociklonov [Tekst]: monografiya / A. B. Golovanchikov, A. E. Novikov, M. I. Lamskova i dr.; VolgGTU. - Volgograd, 2017. - 200 p.
11. Patent na poleznuyu model' № 111031 Rossijskaya Federaciya, MPK B04B 3/00. Centrifuga [Tekst] / A. B. Golovanchikov, N. A. Dul'kina, V. A. Balashov [i dr.]; zayavitel' i patentoobladatel' VolgGTU. - № 2011127998/05, zayavl. 07.07.2011; opubl. 10.12.2011. Byul. № 34.
12. Rylyakin, E. G. Ochistka i vosstanovlenie otrabotannyh masel [Tekst] / E. G. Rylyakin, A. I. Voloshin // Molodoj uchenyj. - 2015. - № 1 (81). - P. 92-94.
13. Safarov, K. U. Ochistka otrabotannyh mineral'nyh motornyh masel ot zagryaznenij [Tekst] / K. U. Safarov, M. M. Zamal'dinov, S. A. Kolokol'cev // Vestnik Ul'yanovskoj GSXA. - 2013. - № 4 (24). - P. 120-123.
14. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya JeVM № 2018661791 ot 17 sentyabrya 2018 g. Rossijskaya Federaciya. Programma dlya rascheta tehnologicheskikh parametrov otstojnoj centrifugi s reciklom po fugatu [Tekst] / A. B. Golovanchikov, A. E. Novikov, M. I. Filimonov i dr.; VolgGTU. - Volgograd, 2018.
15. Snezhko, A. V. Teoreticheskie issledovaniya jeffektivnosti ochistki otrabotannogo motor-nogo masla kak dispersnoj sistemy centrifugoj pri razlichnyh rezhimah ee raboty [Tekst] / A. V. Snezhko // Vestnik agrarnoj nauki Dona. - 2013. - № 4 (24). - P. 51-60.
16. Fizicheskoe i matematicheskoe modelirovanie processov centrifugirovaniya [Tekst]: monografiya / A. B. Golovanchikov, A. E. Novikov, M. I. Filimonov i dr.; VolgGTU. - Volgograd, 2018. - 157 p.

E-mail: novikov-ae@mail.ru

УДК 636.085.67

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-36

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ
АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗЕРНА
УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ОБЛУЧЕНИЕМ**

**AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS OF THE DEGREE
OF GRAIN DECONTAMINATION BY ULTRA-VIOLET RADIATION**

В.Г. Рябцев, доктор технических наук

А.П. Евдокимов, кандидат технических наук

Т.А. Кузнецова, аспирант

V.G. Ryabtsev, A.P. Evdokimov, T.A. Kuznetsova

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

На основе автоматизированного системно-когнитивного анализа с помощью интеллектуальной системы «Эйдос» произведена оценка эффективности применения технологии ультрафиолетового обеззараживания зерна. Отмечено, что технология обеззараживания зерна ультрафиолетовым излучением является эффективной и в то же время безопасной для человека и окружающей среды. При использовании интеллектуальной системы «Эйдос» построены интел-

лектуальные модели. Для выполнения моделирования на основании эмпирических данных разработаны 70 правил. Определены интегральные критерии сходства экземпляров с градациями класса «Степень обеззараживания» технологии ультрафиолетового обеззараживания зерна. Выполнено формирование базы абсолютных частот и произведен расчет процентных распределений для 7 моделей знаний. Осуществлен синтез и верификация моделей. Составлен информационный портрет класса «Степень обеззараживания» для градации «Высокая». На основании SWOT-анализа сделан вывод о том, что наибольшее влияние на степень обеззараживания оказывают высота слоя зерна, расстояние до источника, энергетическая освещенность и время облучения, тогда как влажность и температура зерна оказывают меньшее влияние. Установлено, что при проектировании установок для обеззараживания зерна ультрафиолетовым излучением необходимо обеспечить следующие условия: минимальную высоту слоя зерна, достаточное по длительности время облучения, высокую энергетическую освещенность, малое расстояние от объекта до источника облучения, низкие влажность и температуру зерна.

On the basis of an automated system-cognitive analysis using the intellectual system "Eidos", the effectiveness of using the technology of ultraviolet disinfection of grain was evaluated. It is noted that the technology of grain disinfection by ultraviolet radiation is effective and, at the same time, safe for humans and the environment. When using the intellectual system "Eidos" built intelligent models. 70 rules have been developed to perform simulation based on empirical data. The integral criteria of similarity of specimens with grades of the class "Degree of disinfection" of the technology of ultraviolet disinfection of grain are determined. The base of absolute frequencies was formed and the percentage distributions were calculated for 7 knowledge models. The synthesis and verification of models. An informational portrait of the class "Degreeing degree" was compiled for the "High" graduation. Based on the SWOT analysis, it was concluded that the height of the grain layer, the distance to the source, the energy illumination and the time of irradiation have the greatest influence on the degree of disinfection, while the humidity and temperature of the grain have less effect. It has been established that when designing installations for disinfecting grain with ultraviolet radiation, it is necessary to ensure the following conditions: minimum height of the grain layer, sufficient exposure time, high energy illumination, small distance from the object to the source of radiation, low humidity and grain temperature.

Ключевые слова: бактерицидное ультрафиолетовое излучение, обеззараживание зерна, микрофлора зерна, биологические свойства зерна, Эйдос, автоматизированный системно-когнитивный анализ.

Key words: germicidal ultraviolet radiation; disinfection of grain; microflora of grain; biological properties of the grain, Eidos, automated system-cognitive analysis of grain.

Введение. Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных является актуальным вопросом для сельского хозяйства. Одно из направлений решения данной задачи – создание прочной кормовой базы. Зерно злаковых культур – это концентрированный корм. Злаки являются источником легко перевариваемых и легко ферментируемых углеводов. Зерно богато питательными веществами, которые становятся благоприятной средой для жизнедеятельности посторонней микрофлоры. Одной из важных причин снижения качества кормов и порчи являются микроорганизмы. В зависимости от степени поражения и скорости развития микроорганизмов происходит разложение питательных веществ зерна, образование и накопление в нем вредных продуктов обмена, размножение патогенных микроорганизмов и образование токсинов.

Ультрафиолетовое облучение высокоэффективно в отношении всех видов микроорганизмов и позволяет обеспечить эффективную дезактивацию патогенных микроорганизмов. Данная технология является наиболее эффективной и в то же время безопасной для человека и окружающей среды [9, 3, 10].

Ультрафиолетовое излучение, по сравнению с излучениями других видов, оказывает поверхностное влияние, не затрагивая внутренние части зерна и тем самым не изменяя пищевую ценность продукта. Основная часть микрофлоры расположена на по-

верхности зерна, поэтому УФ-излучение приобретает важное технологическое преимущество как по эффективности обеззараживания, так и по сохранению пищевой ценности зерна [2].

Максимум действия бактерицидного ультрафиолетового излучения приходится на длину волны 265 нм, которая соответствует максимальной чувствительности нуклеиновых кислот микроорганизмов в обеззараживающем диапазоне длин волн 205–315 нм [11, 12].

Под дозой облучения понимают энергию излучения, преобразованную приемником (в данном случае, бактериями) в другие виды энергии, отнесенную к площади облучаемой поверхности приемника.

Доза облучения dH в общем случае и может быть определена как произведение энергетической освещенности $E(t)$ на продолжительность экспозиции dt :

$$dH = E(t) \cdot dt. \quad (1)$$

Тогда за время t доза облучения составит:

$$H(t) = \int_0^t E(\tau) \cdot d\tau. \quad (2)$$

В свою очередь, энергетическая освещенность E определяется через поверхностную плотность потока энергии Φ :

$$E = \frac{d\Phi}{dS}, \quad (3)$$

а поток энергии Φ есть не что иное, как энергия W источника излучения, выделяемая им в единицу времени:

$$\Phi = \frac{dW}{dt}. \quad (4)$$

Целью исследования является выполнение оценки эффективности применения технологии ультрафиолетового обеззараживания зерна при помощи автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализа), реализованного в интеллектуальной системе «Эйдос», которая дает возможность формализовать величины, выявить причинно-следственные связи между регулируемыми параметрами и сформулировать вывод в условиях неопределенности. Для обеспечения эффективности обеззараживания необходимо правильно определить факторы, оказывающие наибольшее воздействие.

Материалы и методы. Методологической и инструментально-технологической основой данного исследования является АСК-анализ и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос» [4, 5, 4]. Системно-когнитивный анализ является новым перспективным математическим и инструментальным методом агроинженерии, который характеризуется универсальной непараметрической математической моделью, основанной на семантической теории информации, наличии методики численных расчетов и реализующего их программного инструментария [6, 7].

АСК-анализ и система «Эйдос» способствуют выявлению причинно-следственных связей в различных предметных областях, позволяют применить знания этих причинно-следственных зависимостей для измерения степени выраженности свойств и идентификации состояний объектов в разных предметных областях. Процесс отображения одной системы в другой представляет собой процесс моделирования, результатом которого является модель измеряемого или отображаемого объекта [8].

От экспертных систем «Эйдос» отличается тем, что для ее обучения от экспертов требуются лишь сведения о принадлежности того или иного объекта или его состояния к определенному классу, а не формулирование правил (продукций) или весовых коэффициентов, позволяющих прийти к такому решению; система генерирует их автоматически.

От систем статистической обработки информации система «Эйдос» отличается своей целью, она состоит в автоматизации базовых когнитивных операций системного анализа, являясь инструментарием системно-когнитивного анализа. Система «Эйдос» выполняет за исследователя-аналитика работу, которую при использовании систем статистической обработки приходилось выполнять вручную.

В автоматизированном системно-когнитивном анализе предлагается сначала построить интеллектуальные модели, которые отражают причинно-следственные взаимосвязи на основе неполных и зашумленных исходных данных и использовать знание этих зависимостей для системных, т.е. многопараметрических нелинейных измерений.

Результаты и обсуждение. Для получения интегральной оценки эффективности внедрения ультрафиолетового обеззараживания зерна разработана следующая модель:

$$Co = \langle \mathcal{E}o, Bo, T, Pu, Bc, Bл \rangle,$$

где Co – степень обеззараживания; $\mathcal{E}o$ – энергетическая освещенность; Bo – время облучения; T – температура окружающей среды; Pu – расстояние от облучателя; Bc – высота слоя зерна; $Bл$ – влажность.

Лингвистическая переменная «Степень обеззараживания» технологии ультрафиолетовой обработки зерна описана в виде терм-множества:

$$T_{Co} = \{\text{низкая (н), ниже средней (нс), средняя (с), выше средней (вс), высокая (в)}\}.$$

Градации описательных шкал задаются в виде термов: «низкая», «ниже средней», «средняя», «выше средней», «высокая» и образуют матрицу:

$$A = [a_{i,j}] (i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}), \quad (5)$$

где n – число исследуемых объектов в выборке; m – число факторов, воздействующих на состояния объектов; $[a_{i,j}] \in \{н, нс, с, вс, в\}$ – обозначения термов описательных шкал.

Градации классификационной шкалы обучающей выборки образуют вектор:

$$T = \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ \dots \\ t_i \\ \dots \\ t_n \end{bmatrix}, \quad (6)$$

где $t_i \in \{н, с, в\}$ – обозначения термов данной шкалы.

Нечеткая переменная характеризуется тройкой $(X, U, R(X, u))$, где X – название переменной; U – универсальное множество (конечное или бесконечное); u – общее название элементов множества U ; $R(X, u)$ – нечеткое подмножество множества U , представляющее собой нечеткое ограничение на значения переменной u , обусловленное X .

Нечеткая переменная u является для X базовой переменной. Уравнение назначения для X имеет вид $x = u := R(X)$ и отражает то, что элементу x назначается значение u с учетом ограничения $R(X)$. Ту степень, с которой удовлетворяется это равенство, будем называть совместимостью значения u с $R(X)$ и обозначать ее через $c(u)$. По определению $c(u) = \mu_{R(X)}(u)$, $u \in U$, где $\mu_{R(X)}(u)$ – степень принадлежности u ограничению $R(X)$.

Для лингвистических переменных «Энергетическая освещенность», «Время облучения», «Температура окружающей среды», «Расстояние от облучателя», «Высота слоя зерна» и «Влажность» принята трехуровневая классификация.

Для выполнения моделирования на основании эмпирических данных разработано 70 правил, имеющих следующую структуру: *if α is β and γ is δ ... then ϕ is τ .*

Например, *if («Энергетическая освещенность» is «Высокая») and («Время облучения» is «Длительное») and («Температура окружающей среды» is «Средняя») and («Расстояние от облучателя» is «Низкое») and («Высота слоя зерна» is «Низкая») and («Влажность» is «Низкая») then («Степень обеззараживая» is «Высокая»).*

При составлении правил учтено, что увеличение энергетической освещенности и времени облучения приводит к увеличению степени обеззараживания. Увеличение расстояния от источника, высоты слоя зерна, влажности, наоборот, снижает степень обеззараживания, температура окружающей среды влияет слабо, т.к. воздействие осуществляется короткое время. База правил сформирована в виде Excel-файла.

При использовании интеллектуальной системы «Эйдос» выполнены: формирование базы абсолютных частот, расчет процентных распределений для 7 моделей знаний, синтез и верификация моделей. Также определены уровни сходства экземпляров выборки параметров, которые оказывают влияние на эффективность ультрафиолетового обеззараживания, градациям класса «Степени обеззараживания».

Для синтеза моделей в АСК-анализе в настоящее время использовано 7 моделей знаний INF1-INF7, а для верификации моделей и решения задачи идентификации и прогнозирования 2 интегральных критерия сходства: «Семантический резонанс знаний» и «Сумма знаний».

Определены интегральные критерии сходства экземпляров с градациями класса «Степень обеззараживания» технологии ультрафиолетового обеззараживания зерна. Визуализация результатов распознавания объектов приведена на рисунке 1.

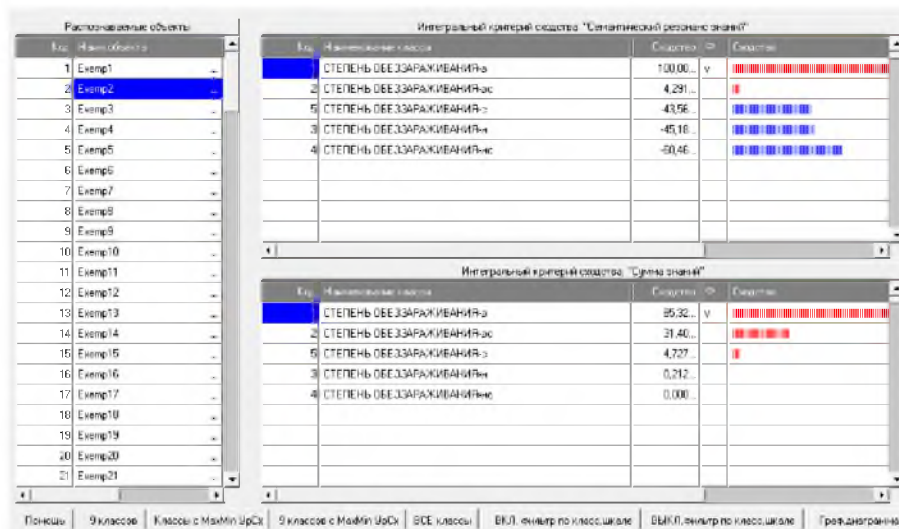


Рисунок 1 – Визуализация результатов распознавания объектов

Визуализация распознавания в отношении «Объект-классы» говорит о высокой степени соответствия в отношении степени обеззараживания. Значения критериев сходства должны быть не менее 70 %.

Получены результаты SWOT-анализа для градаций «Высокая», «Выше среднего», «Средняя», «Ниже среднего» и «Низкая» класса «Степень обеззараживания». Для градации «Высокая» класса «Степень обеззараживания» в модели 10 приведены на рисунке 2.

SWOT-анализ класса: 1 "СТЕПЕНЬ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ-в" в модели: 10 "INF7"

Способствующие факторы и сила их влияния			Препятствующие факторы и сила их влияния		
Код	Способствующие факторы и его интервального значения	Сила влияния	Код	Препятствующие факторы и его интервального значения	Сила влияния
14	ВЫСОТА СЛОЯ ЗЕРНА-н	64.615	18	ВЛАЖНОСТЬ-в	-20.669
1	ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ-в	55.385	18	ВЛАЖНОСТЬ-с	-13.645
11	РАССТОЯНИЕ ОТ ОБЛУЧАТЕЛЯ-н	55.385	9	ТЕМПЕРАТУРА-с	-11.371
4	ВРЕМЯ ОБЛУЧЕНИЯ-д	53.077	7	ТЕМПЕРАТУРА-в	-10.569
17	ВЛАЖНОСТЬ-н	34.314			
8	ТЕМПЕРАТУРА-н	21.940			

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 Неион SWOT-диаграмма Интегральная когнитивная карта

Рисунок 2 – Результаты SWOT-анализа для градации «Высокая» класса «Степень обеззараживания», модель 10

На основании SWOT-анализа можно сделать вывод о том, что наибольшее влияние на степень обеззараживания оказывают высота слоя зерна (сила влияния – 64,615), расстояние от облучателя и энергетическая освещенность (сила влияния – 55,385), время облучения (сила влияния – 53,077). Влажность зерна и температура оказывают меньшее влияние (сила влияния – 30,736 и 21,940 соответственно).

Информационный портрет класса «Степень обеззараживания» для градации «Высокая» модели 6 приведен на рисунке 3.

Инф.портрет класса: 1 "СТЕПЕНЬ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ-в" в модели: 6 "INF3"

Информационный портрет	Код	Наименование фактора	Сила влияния
Информационный портрет	14	ВЫСОТА СЛОЯ ЗЕРНА-н	29.723
Информационный портрет	1	ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ-в	25.477
Информационный портрет	11	РАССТОЯНИЕ ОТ ИСТОЧНИКА-н	25.477
Информационный портрет	4	ВРЕМЯ ОБЛУЧЕНИЯ-д	24.415
Информационный портрет	17	ВЛАЖНОСТЬ-н	14.138
Информационный портрет	8	ТЕМПЕРАТУРА-н	10.092
Информационный портрет	7	ТЕМПЕРАТУРА-в	-4.862
Информационный портрет	9	ТЕМПЕРАТУРА-с	-5.231
Информационный портрет	18	ВЛАЖНОСТЬ-с	-6.277
Информационный портрет	16	ВЛАЖНОСТЬ-в	-7.862
Информационный портрет	15	ВРЕМЯ ОБЛУЧЕНИЯ-с	-10.262
Информационный портрет	13	ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ-с	-10.969
Информационный портрет	12	РАССТОЯНИЕ ОТ ИСТОЧНИКА-с	-10.969
Информационный портрет	15	ВЫСОТА СЛОЯ ЗЕРНА-с	-12.738
Информационный портрет	9	ВРЕМЯ ОБЛУЧЕНИЯ-н	-14.154
Информационный портрет	2	ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ-н	-14.508
Информационный портрет	10	РАССТОЯНИЕ ОТ ИСТОЧНИКА-в	-14.508
Информационный портрет	13	ВЫСОТА СЛОЯ ЗЕРНА-в	-16.985

Рисунок 3 – Информационный портрет класса «Степень обеззараживания» для градации «Высокая» класса «Степень обеззараживания», модель 6

Заключение. На основании полученных результатов анализа системно-когнитивной модели могут быть сформулированы рекомендации по формированию управляющих факторов, которые с наивысшей степенью детерминированности позволяют достичь высокой степени обеззараживания зерна ультрафиолетовым излучением. Наибольшее влияние на степень обеззараживания оказывает такой фактор, как «Высота слоя зерна», примерно в равной степени влияют «Энергетическая освещенность», «Время облучения» и «Расстояние от облучателя». Факторы «Влажность» и «Температура окружающей среды» влияют меньше на степень обеззараживания зерна ультрафиолетовым излучением. Таким образом, при проектировании установок для обеззараживания зерна ультрафиолетовым излучением необходимо обеспечить следующие условия: минимальную высоту слоя зерна, достаточное по длительности время облучения, высокую энергетическую освещенность, малое расстояние от облучателя до объекта облучения, низкие влажность и температуру зерна.

Библиографический список

1. Горпинченко, К. Н. Прогнозирование и принятие решений по выбору агротехнологий в зерновом производстве с применением методов искусственного интеллекта (на примере СК-анализа) [Текст]: монография / К. Н. Горпинченко, Е. В. Луценко. – Краснодар: Издательство КубГАУ, 2013. – 168 с.
2. Евдокимов, А. П. Дозы ультрафиолетового излучения для бактерицидной обработки зерна [Текст] / А.П. Евдокимов, И.Ю. Подковыров, Т.А. Кузнецова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – №1. – С. 284-291.
3. Иванов, А. С. Определение минимальной эффективной дозы ультрафиолетового облучения [Текст] / А.С. Иванов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – № 7. – С. 25-27.
4. Луценко, Е. В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в агрономии [Текст] / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – №02(136). – С. 87-145.
5. Луценко, Е. В. Системно-когнитивное моделирование в АПК [Текст]: монография / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, Л. О. Великанова. – Краснодар: Издательство КубГАУ, 2008. – 257 с.
6. Луценко, Е. В. Системно-когнитивное моделирование в АПК [Текст] / Е. В. Луценко, В.Н.Лаптев, А.Э.Сергеев. – Краснодар: Издательство Экоинвест, 2018. – 518 с.
7. Луценко, Е. В. Теоретические основы системно-когнитивного моделирования процессов и машин агроинженерных систем [Текст] / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – №135. – С. 1-49.
8. Луценко, Е. В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос» [Текст] / Е. В. Луценко. – Краснодар: Издательство Кубанский государственный аграрный университет, 2014. – 600 с.
9. Обеззараживание сточных вод ультрафиолетовым излучением [Текст] / А.П. Грудинкин, С.В. Волков, А.Г. Комаров и др. // Водоочистка. – 2013. – № 6. – С. 22-30.
10. A review of landfill leachate induced ultraviolet quenching substances: Sources, characteristics, and treatment [Текст] / S.M. Iskander, R.Z. Zhao, A. Pathak, A. Gupta, A. Pruden, J.T. Novak, Z. D. He // WATER RESEARCH. 2018. – Vol. 145. – P. 297-311.
11. The effect of increasing grain size in biosand water filters in combination with ultraviolet disinfection [Текст] / T. E. Frank, M. L. Scheie, V. Cachro, A. S. Munoz // Journal of water sanitation and hygiene for development. – 2014. – Vol. 4. – №. 2. – P. 206-213.
12. Efficacy of ultraviolet (UV-C) light in reducing foodborne pathogens and model vies in skim milk [Текст] / D. M. Gunter-Ward, A. Patras, M. S. Bhullar, A. Kilonzo-Nthenge, B. Pokharel, M. Sasges // Journal of food rocessing and preservation, – 2018. – V. 42. – №.2.

Reference

1. Gorpichenko, K. N. Prognozirovanie i prinyatie reshenij po vyboru agrotehnologij v zemovom proizvodstve s primeneniem metodov iskusstvennogo intellekta (na primere SK-analiza) [Tekst]: monografiya / K. N. Gorpichenko, E. V. Lucenko. - Krasnodar: Izdatel'stvo KubGAU, 2013. - 168 p.

2. Evdokimov, A. P. Dozy ul'trafioljetovogo izlucheniya dlya baktericidnoj obrabotki zerna [Tekst] / A. P. Evdokimov, I. Yu. Podkovyrov, T. A. Kuznecova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - №1. - P. 284-291.
3. Ivanov, A. S. Opredelenie minimal'noj jeffektivnoj dozy ul'trafioljetovogo oblucheniya [Tekst] / A. S. Ivanov // Vodosnabzhenie i sanitarnaya tehnika. - 2011. - № 7. - P. 25-27.
4. Lucenko, E. V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz v agronomii [Tekst] / E. V. Lucenko // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2018. - №02(136). - P. 87-145.
5. Lucenko, E. V. Sistemno-kognitivnoe modelirovanie v APK [Tekst]: monografiya /E. V. Lucenko, V. I. Lojko, L. O. Velikanova. - Krasnodar: Izdatel'stvo KubGAU, 2008. - 257 p.
6. Lucenko, E. V. Sistemno-kognitivnoe modelirovanie v APK [Tekst] / E. V. Lucenko, V. N. Laptev, A. Je. Sergeev. - Krasnodar: Izdatel'stvo Jekoinvest, 2018. - 518 p.
7. Lucenko, E. V. Teoreticheskie osnovy sistemno-kognitivnogo modelirovaniya processov i mashin agroinzhenernyh sistem [Tekst] / E. V. Lucenko // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2018. - №135. - P. 1-49.
8. Lucenko, E. V. Universal'naya kognitivnaya analiticheskaya sistema "Jejdos" [Tekst] / E. V. Lucenko. - Krasnodar: Izdatel'stvo Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2014. - 600 p.
9. Obezrazhivanie stochnyh vod ul'trafioljetovym izlucheniem [Tekst] / A. P. Grudinkin, S. V. Volkov, A. G. Komarov i dr. // Vodoochistka. - 2013. - № 6. - P. 22-30.
10. A review of landfill leachate induced ultraviolet quenching substances: Sources, characteristics, and treatment [Tekst] / S.M. Iskander, R.Z. Zhao, A. Pathak, A. Gupta, A. Pruden, J.T. Novak, Z. D. He // WATER RESEARCH. 2018. - Vol. 145. - P. 297-311.
11. The effect of increasing grain size in biosand water filters in combination with ultraviolet disinfection [Tekst] / T. E. Frank, M. L. Scheie, V. Cachro, A. S. Munoz // Journal of water sanitation and hygiene for development. - 2014. - Vol. 4. - №. 2. - P. 206-213.
12. Efficacy of ultraviolet (UV-C) light in reducing foodborne pathogens and model vies in skim milk [Tekst] / D. M. Gunter-Ward, A. Patras, M. S. Bhullar, A. Kilonzo-Nthenge, B. Pokharel, M. Sasges // Journal of food rocessing and preservation, - 2018. - V. 42. - №.2.

E-mail: takuznetsova@list.ru

УДК 631.171:633.2

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-37

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГРУЗОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ РУЛОНОВ СЕНА

THE RESULTS OF THE OPTIMIZATION GEOMETRIC PARAMETERS OF EXPERIMENTAL CARGO PLATFORM FOR TRANSPORTATION OF ROLLS HAY

А.И. Ряднов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
О.А. Федорова¹, доктор технических наук, доцент
И.В. Алмазов², кандидат технических наук, главный инженер

A.I. Ryadnov, O.A. Fedorova, I.V. Almazov

¹Волгоградский государственный аграрный университет,

²ИП Алмазова П.К. Кумылженского района Волгоградской области

¹Volgograd State Agrarian University,

²IP Almazova P. K. Kumylzhenskiy district, Volgograd region

Повысить эффективность использования транспортных средств возможно за счет снижения затрат труда на выгрузку груза из грузовой платформы. В связи с этим цель работы – оптимизация геометрических параметров разработанной грузовой платформы к бортовому автомобилю ГАЗ-3302 по допустимому усилию на рукоятке борта грузовой платформы в момент начала выгрузки рулонов сена. При оптимизации геометрических параметров грузовой плат-

формы использовался известный метод планирования эксперимента. Выбор оптимизируемых факторов осуществлялся исходя из их независимости, возможности измерения, варьирования и определения области их значений, а также их влияния на выбранный критерий оптимизации. В качестве критерия оптимизации принято усилие на рукоятке в момент начала поворота борта при выгрузке рулонов спрессованного сена. Результаты теоретических предпосылок, а также информация поисковых экспериментов позволили принять следующие оптимизируемые факторы: x_1 – эксцентриситет борта, x_2 – расстояние по вертикали от точки крепления троса на откидном борту до пола грузовой платформы, x_3 – высота борта. Экспериментальные исследования выполнялись на экспериментальной грузовой платформе в центральной ремонтной мастерской ИП Алмазова П.К. Кумылженского района Волгоградской области. Результаты экспериментов были обработаны с использованием дисперсионного анализа. Получено уравнение регрессии в кодированном виде, которое затем было приведено к типовой канонической форме, поверхности откликов которой представляют трехмерные параболоиды с координатами центров поверхностей в оптимальных значениях факторов. При анализе поверхностей отклика относительно исследуемых факторов определено, что с точки зрения допустимого усилия на рукоятке борта грузовой платформы, оптимальные значения эксцентриситета борта находятся в пределах 30...24 мм внутрь платформы, расстояние по вертикали от точки крепления троса на откидном борту до пола грузовой платформы – 45...55 мм и высоты борта – 120...132 мм.

It is possible to increase the efficiency of use of vehicles by reducing the cost of labor for unloading cargo from the cargo platform. In this regard, the aim of this work is the optimization of geometrical parameters of the designed loading platform to the onboard car GAS-3302 on the allowable stress on the ru-latke side of the loading platform at the beginning of discharge of the bales of hay. The well-known method of experiment planning was used to optimize the geometrical parameters of the cargo platform. The choice of optimized factors was based on their independence, the ability to measure, vary and determine the area of their values, as well as their impact on the selected criterion of optimization. As a criterion of optimization the force on the handle at the moment of the beginning of turn of a Board at unloading of rolls of the pressed hay is accepted. The results of theoretical assumptions, as well as the information of search experiments allowed to accept the following optimized factors: x_1 – eccentricity of the Board, x_2 – distance from the hinge to the projection of the center of gravity of the roll, X_3 – height of the Board. Experimental studies were carried out on an experimental cargo platform in the Central repair shop of SP Almazov P. K. Kumylzhensky district of Volgograd region. The experimental results were processed using the analysis of variance. The regression equation is obtained in coded form, which was then reduced to a typical canonical form, whose response surfaces are three-dimensional paraboloids with the coordinates of the surface centers in the optimal values of the factors. When analyzing the response surfaces with respect to the studied factors, it was determined that in terms of the permissible force on the handle of the cargo platform, the optimal values of the Board eccentricity are within 30 ... 24 mm inside the platform, the distance from the hinge to the projection of the center of gravity of the roll is 45...55 mm and the height of the Board is 120...132 mm.

Ключевые слова: *грузовая платформа, рулоны сена, оптимизируемые факторы, критерий оптимизации.*

Key words: *flatbed truck, rolls of hay, the optimized factors, the criterion of optimesale.*

Введение. На перевозках сельскохозяйственных грузов и, в частности, сена, спрессованного в рулоны, используется серийный или специализированный автотракторный транспорт различного типажа [3, 4, 5]. Повысить эффективность использования транспортных средств возможно за счет приближения фактической грузоподъемности транспортного средства к оптимальному уровню, правильного выбора маршрута движения [12], снижения затрат труда на выгрузку груза из грузовой платформы [8, 9] и ряда других организационных, технологических, технических и экономических мероприятий. При этом следует учесть, что погрузочно-разгрузочные работы крупногаба-

ритных грузов из грузовых платформ автомобилей относятся к травмоопасным [11]. В связи с этим важнейшая задача при разработке или модернизации грузовых платформ различных транспортных средств – соблюдение требований охраны труда при погрузочно-разгрузочных работах.

Цель настоящей работы – оптимизация геометрических параметров разработанной грузовой платформы к бортовому автомобилю ГАЗ-3302 по допустимому усилию на рукоятке борта грузовой платформы в момент начала выгрузки рулонов сена.

Материалы и методы. Выполнена оптимизация геометрических параметров разработанной нами грузовой платформы к бортовому автомобилю ГАЗ-3302 [10] (рисунки 1 и 2).



Рисунок 1 – Автомобиль ГАЗ-3302, оборудованный разработанной грузовой платформой, на перевозке рулонов сена

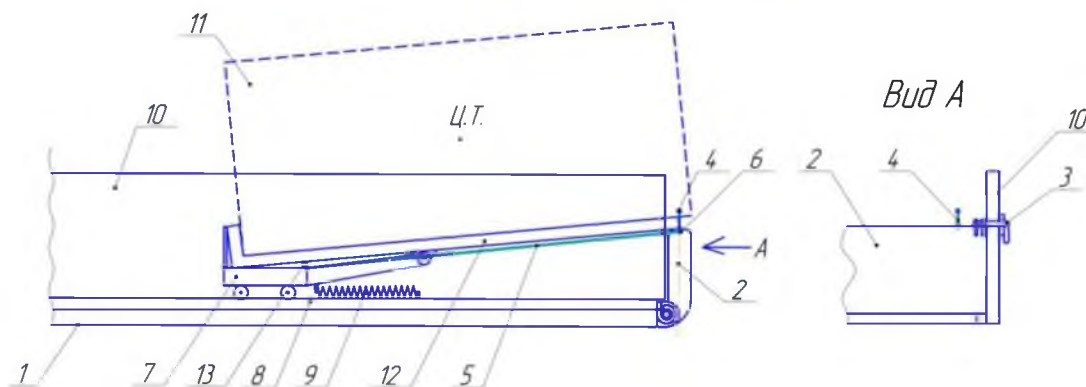


Рисунок 2 – Схема разработанной грузовой платформы:

- 1 – пол, 2 – откидной борт; 3 – механизм фиксации откидного бокового борта;
4 – рукоятка борта; 5 – трос (цепь); 6 – место крепления троса на борту;
7 – подвижный брус; 8 – направляющие подвижного бруса; 9 – пружины;
10 – задний борт; 11 – рулон спрессованного сена; 12 – щит опорный;
13 – механизм возврата подвижного бруса

Выгрузка сена в рулонах из разработанной грузовой платформы осуществляется следующим образом. Отсоединяется рукоятка борта 2 от ее фиксатора. При повороте откидного борта 2 натягивается трос 5, который воздействует на подвижный брус 7. Подвижный брус 7 перемещается по полу 1 вместе с опорным щитом 12 и рулоном 11

спрессованного сена в сторону открывающегося борта 2. Пружины 9 деформируются, накапливая потенциальную энергию. В момент перехода центра тяжести рулона 11 спрессованного сена края платформы 1, рулон 11 начинает скользить по опорному щиту 12. Осуществляется выгрузка рулона. Затем при закрывании борта 2 опорный щит 12 возвращается в первоначальное положение, срабатывает возвратный механизм 13. За счет накопленной потенциальной энергии пружин 9 подвижный брус 7 возвращается в исходное положение. Аналогично выгружаются рулоны 11 спрессованного сена с другой стороны платформы 1.

При оптимизации геометрических параметров грузовой платформы использовался известный метод планирования эксперимента, который применялся, в частности, в работах [1, 7].

Выбор факторов осуществлялся исходя из их независимости, возможности измерения, варьирования и определения области их значений, а также их влияния на выбранный критерий оптимизации [6]. В качестве критерия оптимизации принято усилие P на рукоятке в момент начала поворота борта при выгрузке рулонов спрессованного сена.

Предварительно рассмотрена зависимость усилия P на рукоятке борта от ряда параметров, полученная нами в работе [9]:

$$P = mg \frac{H}{H_p L} (f_k l_1 + f_{тр} l_2) - mg \frac{l_2}{L} \cdot \frac{a}{H_p}, \quad (1)$$

где m – масса опорного щита и рулонов сена на одном из опорных щитов, кг; H – высота борта, м; L – расстояние от точки соприкосновения опорного щита с подвижным брусом до борта, м; $f_k, f_{тр}$ – соответственно коэффициенты качения колес опорного бруса о пол платформы и трения опорного щита о борт; l_1 – расстояние, определяемое по зависимости $l_1 = L - l_2$, м, здесь l_2 – расстояние, измеренное по горизонтали, от центра тяжести рулона спрессованного сена при его транспортировке до точки соприкосновения опорного щита с подвижным брусом, м; a – эксцентриситет борта, м; H_p – плечо силы P , м.

При разгрузке рулонов спрессованного сена пресс-подборщиком ПР-Ф-110 расстояния l_1 зависит от высоты борта H (рисунок 3).

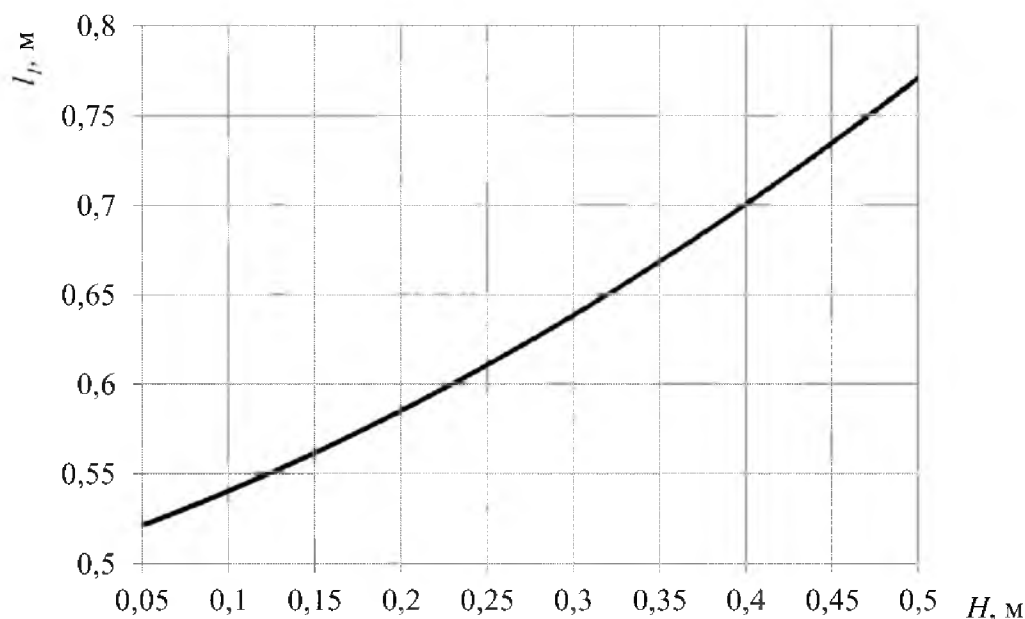


Рисунок 3 – Изменение l_1 от H

Кривая, представленная на рисунке 3, с точностью $R^2 = 0.994$ описывается зависимостью:

$$l_1 = 0,43 H^2 + 0,32 H + 0,5. \quad (2)$$

Используя зависимость (1), мы определили, что при $P = 0$ эксцентриситет борта определяется неравенством:

$$a \leq \frac{H}{l_2} (f_k l_1 + f_{тр} l_2). \quad (3)$$

При рассмотрении двух вариантов выгрузки рулонов спрессованного сена из грузовой платформы в работе [9] получена зависимость высоты расположения оси шарнира подвижного бруса от высоты борта (H) и эксцентриситета (a):

$$h \geq \left(\frac{B}{2} - \delta - d - a - 2\sqrt{H^2 + a^2} \sin(\gamma/2)\right) \operatorname{tg}[\beta], \quad (4)$$

где B – ширина грузовой платформы, м; δ – расстояние между продольной осью грузовой платформы и ближайшим к продольной оси грузовой платформы краем подвижного бруса, м; d – расстояние между ближайшим к продольной оси грузовой платформы краем подвижного бруса и точкой соприкосновения опорного щита с подвижным брусом, м; h – расстояние от оси шарнира подвижного бруса до пола грузовой платформы; γ – угол между отрезком, соединяющим точку соединения троса с бортом и центром шарнира откидного борта с полом грузовой платформы, и вертикалью; $[\beta]$ – статический угол трения сена, спрессованного в рулон, по стали.

Зависимости (1, 2, 3 и 4) позволили определить факторы, от которых зависит усилие P на рукоятке борта, и пределы изменения факторов при планировании эксперимента.

Результаты наших теоретических предпосылок [9], а также других авторов, информация поисковых экспериментов позволили выбрать следующие оптимизируемые факторы: x_1 – эксцентриситет борта, x_2 – расстояние по вертикали от точки крепления троса на откидном борту до пола грузовой платформы, x_3 – высота борта.

Экспериментальные исследования выполнялись на экспериментальной грузовой платформе в центральной ремонтной мастерской ИП Алмазова П.К. Кумылженского района Волгоградской области.

При оптимизации геометрических параметров грузовой платформы использовалась целевая функция вида [2]:

$$P = (x_1; x_2; x_3) \rightarrow [P], \quad (5)$$

где $[P]$ – допустимое (в соответствии с требованиями безопасности труда) усилие на рукоятке.

Экспериментальные данные, полученные в реальных условиях, обрабатывали с использованием дисперсионного анализа.

Значения факторов на выбранных уровнях и интервалы варьирования факторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения факторов на выбранных уровнях
и интервалы варьирования факторов

Обозначение фактора	Значение фактора на выбранных уровнях			Интервал варьирования фактора
	0	–1	+1	
x_1 , мм	0	– 30	30	30
x_2 , мм	50	0	100	50
x_3 , мм	120	60	180	60

При реализации многофакторного эксперимента в области оптимума исследуемых факторов был выбран план второго порядка – план Рехтшафнера.

Равноточность экспериментов оценивали с использованием критерия Кохрена, адекватность модели проверяли по критерию Фишера (F -критерию), а значимость коэффициентов уравнения регрессии рассчитывали по критерию Стьюдента (t -критерию).

Результаты и обсуждение. Результаты экспериментальных исследований усилия на рукоятке P грузовой платформы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты экспериментальной оценки усилия на рукоятке P

№	Усилие на рукоятке P_{iq} , Н			$\bar{P}_i$, Н	$(P_{iq} - \bar{P}_i)^2$			P_i , Н	$(\bar{P}_1 - P_i)^2$
	1	2	3		1	2	3		
1	22,8	23,8	23,4	23,3	0,2844	0,2178	0,0044	23,20	0,0178
2	23,2	22,4	23,1	22,9	0,0900	0,2500	0,0400	22,80	0,0100
3	30,2	30,6	28,9	29,9	0,0900	0,4900	1,0000	29,40	0,2500
4	32,1	32,9	32,0	32,3	0,0544	0,3211	0,1111	32,20	0,0178
5	30,8	31,0	29,9	30,6	0,0544	0,1878	0,4444	30,40	0,0278
6	23,9	23,8	24,7	24,1	0,0544	0,1111	0,3211	24,20	0,0044
7	24,3	23,1	23,4	23,6	0,4900	0,2500	0,0400	23,40	0,0400
8	26,3	27,3	27,9	27,2	0,7511	0,0178	0,5378	27,30	0,0178
9	24,3	24,0	23,7	24,0	0,0900	0,0000	0,0900	23,90	0,0100
10	22,5	22,3	22,5	22,4	0,0044	0,0178	0,0044	22,70	0,0711

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n (P_{ij} - \bar{P}_i) = 6,42$$

$$S^2(y) = 0,1605$$

$$\sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P}_i)^2 = 0,4667,$$

$$S_{aa}^2 = 0,1750.$$

Используя программу, представленную в работе Дегтярева Ю.П. (Регрессионный анализ на ПЭВМ, 1992 г.), определены коэффициенты B_0 , B_i , B_{ij} и B_{ii} уравнения регрессии:

$$Y = B_0 + \sum B_i x_i + \sum B_{ij} x_i x_j + \sum B_{ii} x_i^2. \quad (6)$$

После отсеивания незначимых коэффициентов и повторного расчета коэффициентов регрессионной модели получено уравнение регрессии в кодированном виде:

$$P = 21,9 + 3,5x_1 + 0,3x_2 - 0,6x_3 + 0,2x_1x_2 - 0,3x_1x_3 - 30,4x_2x_3 + \\ + 1,9x_1^2 + 1,7x_2^2 + 1,4x_3^2 \quad (7)$$

Получено, что табличное значение критерия Фишера при уровне значимости 5 % $F_{0,05} > F$. Из этого следует, что математическая модель адекватна результатам эксперимента.

Оптимальные значения исследуемых факторов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Оптимальные значения факторов

Фактор	Оптимальные значения факторов
x_1 – эксцентриситет борта, мм	$\frac{-0,91}{-27,3}$
x_2 – расстояние по вертикали от точки крепления троса на откидном борту до пола грузовой платформы, мм	$\frac{-0,01}{49,5}$
x_3 – высота борта, мм	$\frac{0,11}{127}$

Примечание: в числителе даны значения в кодированном виде, в знаменателе – в раскодированном.

Затем математическую модель (7) привели к типовой канонической форме:

$$Y_p - 20,2 = 2,0X_1^2 + 1,7X_2^2 + 1,3X_3^2 \quad (8)$$

Так как коэффициенты при квадратных членах уравнения (8) имеют положительные знаки, то поверхности откликов представляют трехмерные параболоиды с координатами центров поверхностей в оптимальных значениях факторов.

При анализе поверхностей отклика (рисунок 4) относительно эксцентриситета борта (x_1) и расстояние по вертикали от точки крепления троса на откидном борту до пола грузовой платформы (x_2), высота борта находится на оптимальном уровне $x_3 = 0,11$. В этом случае оптимальные значения факторов: $x_1 = -1,0 \dots -0,8$ и $x_2 = -0,1 \dots 0,1$.

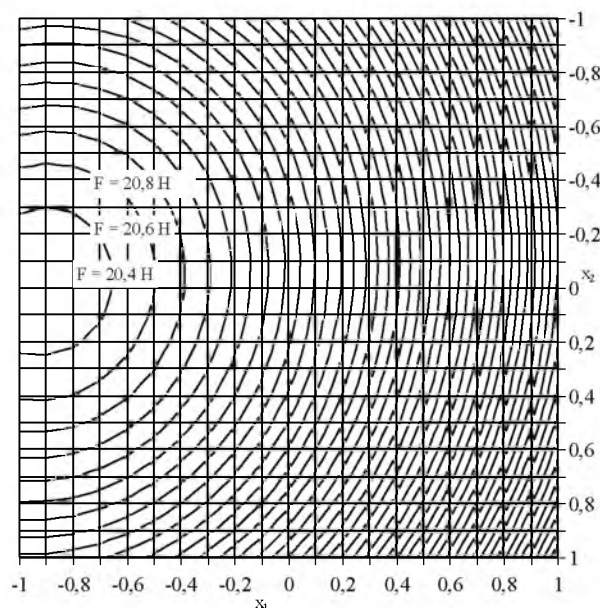


Рисунок 4 – Двумерное сечение при изучении влияния x_1 и x_2 на P при $x_3 = 0,11$

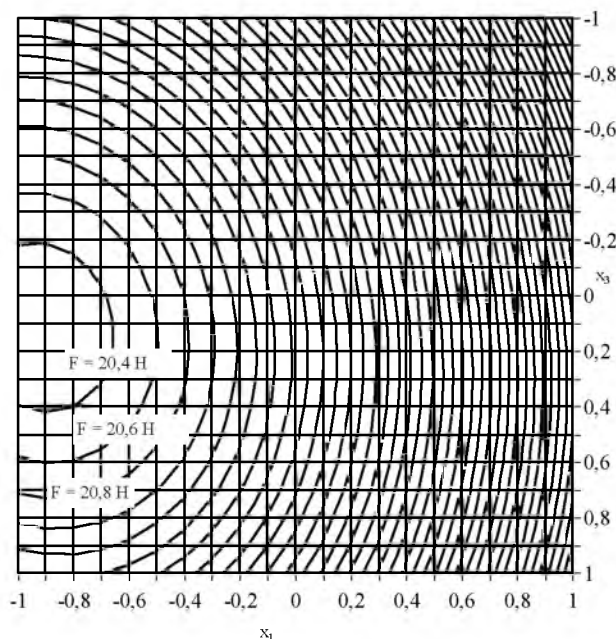


Рисунок 5 – Двумерное сечение при изучении влияния x_1 и x_3 на P при $x_2 = -0,01$

При анализе поверхностей отклика (рисунок 5) относительно эксцентриситета борта (x_1) и высоты борта (x_3), расстояние по вертикали от точки крепления троса на откидном борту до пола грузовой платформы (x_2) находится на оптимальном уровне $x_2 = -0,01$. В этом случае оптимальные значения факторов: $x_1 = -1,0 \dots -0,8$ и $x_3 = 0 \dots 0,2$.

При анализе поверхностей отклика (рисунок 6) относительно расстояния по вертикали от точки крепления троса на откидном борту до пола грузовой платформы (x_2) и высоты борта (x_3), эксцентриситет борта (x_1) находится на оптимальном уровне $x_1 = -0,91$.

В этом случае оптимальные значения факторов: $x_2 = -0,1 \dots 0,1$ и $x_3 = 0 \dots 0,2$.

Анализ двумерных сечений показал, что для обеспечения минимального усилия P на рукоятке борта грузовой платформы необходимо, чтобы исследуемые факторы принимали следующие значения: $x_1 = -1,0 \dots -0,8$ ($-30 \dots -24$ мм), $x_2 = -0,1 \dots 0,1$ ($45 \dots 55$ мм), $x_3 = 0 \dots 0,2$ ($120 \dots 132$ мм). В этом случае усилие на рукоятке борта грузовой платформы, приходящееся на один рулон, равно 20,4 Н.

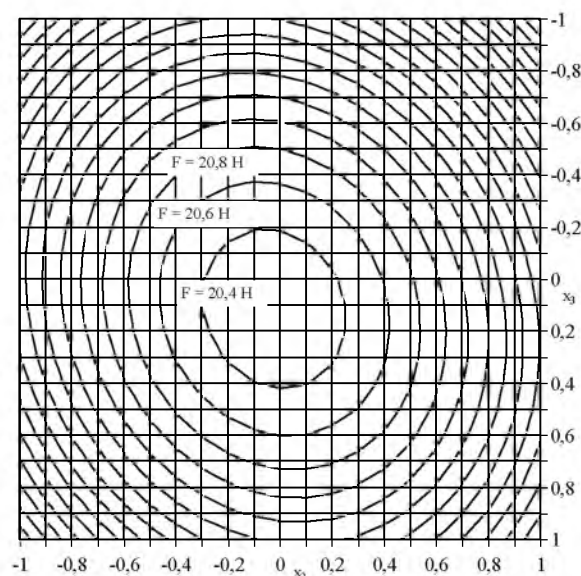


Рисунок 6 – Двумерное сечение при изучении влияния x_2 и x_3 на P при $x_1 = -0,91$

Заключение. Таким образом, с точки зрения допустимого усилия на рукоятке борта грузовой платформы, оптимальные значения эксцентриситета борта находятся в пределах $30 \dots 24$ мм, расстояние по вертикали от точки крепления троса на откидном борту до пола грузовой платформы – $45 \dots 55$ мм и высоты борта – $120 \dots 132$ мм.

Библиографический список

1. Борисенко, И.Б. Оптимизация конструктивных параметров отвально-чизельного рабочего органа [Текст] / И.Б. Борисенко, С.В. Тронеv, А.Е. Доценко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 3 (39). – С. 142-146.
2. Гамаюнов, П.П. Факторный анализ одноцелевого функционирования динамических систем [Текст] / П.П. Гамаюнов, Н.К. Вихорев // Научное обозрение. – 2014. – № 11. – С. 46.
3. Гуськов, Ю.А. Использование специализированных транспортных средств в технологиях сбора и транспортировки прессованной в рулоны растительной массы в условиях Сибири [Текст] / Ю.А. Гуськов, И.В. Тихонкин, Ю.Н. Блынский // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – №2(46). – С. 146-151.
4. Каплиев, К.И. Многофункциональные машины в животноводстве – универсальность и импортозамещение [Текст] / К.И. Каплиев, Д.В. Казанский // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – №4(20). – С. 233-235.

5. Классификация типажа машин для заготовки прессованного сена [Текст] / И. И. Пиуновский, В.Р. Греков, Н.И. Дудко и др. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 4. – С. 133-138.
6. Крупин, А.Е. Отсеивание факторов при планировании эксперимента [Текст] / А.Е. Крупин, Д.В. Зуйков // Вестник НГИЭИ. – 2014. – № 4 (35). – С. 62-70.
7. Пахомов, А.А. Оптимизация параметров конструкции мобильного поливного трубопровода [Текст] / А.А. Пахомов, С.В. Тронеv, Д.А. Суслин // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2016. – № 1 (21). – С. 84-97.
8. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 38-39.
9. Ряднов, А.И. Обоснование высоты бокового борта грузовой платформы для перевозки рулонов сена [Текст] / А.И. Ряднов, И.В. Алмазов // Научное обозрение. – 2016. – №9. – С. 98-102.
10. Ряднов, А.И. Усовершенствованная грузовая платформа автомобиля ГАЗ-3302 «Газель». [Текст] / А. И. Ряднов, Р. В. Шарипов, И. В. Алмазов // Сельский механизатор. – 2015. – № 5. – С. 14.
10. Eklund, J. Application of the HTO Concept for a Powered Pallet Truck [Tekst] / J. Eklund // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2019. – Volume 821. – P. 482-485.
11. Decision Support System to Improve Delivery of Large and Heavy Goods by Road Transport [Tekst] / A. Pashkevich, K. Shubenkova, I. Makarova, D. Sabirzyanov // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2019. – Volume 844. – P. 13-22.

Reference

1. Borisenko, I. B. Optimizaciya konstruktivnyh parametrov otval'no-chizel'nogo rabocheho organa [Tekst] / I. B. Borisenko, S. V. Tronev, A. E. Docenko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2015. – № 3 (39). – P. 142-146.
2. Gamayunov, P. P. Faktornyy analiz odnocelevego funkcionirovaniya dinamicheskikh sistem [Tekst] / P. P. Gamayunov, N. K. Vihorev // Nauchnoe obozrenie. – 2014. – № 11. – P. 46.
3. Gus'kov, Yu. A. Ispol'zovanie specializirovannyh transportnyh sredstv v tehnologiyah sbora i transportirovki pressovannoy v rulony rastitel'noy massy v usloviyah Sibiri [Tekst] / Yu. A. Gus'kov, I. V. Tihonkin, Yu. N. Blynskiy // Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – 2018. – №2(46). – P. 146-151.
4. Kapliev, K. I. Mnogofunkcional'nye mashiny v zhivotnovodstve - universal'nost' i imprortozameshenie [Tekst] / K. I. Kapliev, D. V. Kazanskiy // Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mehanizatsii zhivotnovodstva. – 2015. – №4(20). – P. 233-235.
5. Klassifikatsiya tipazha mashin dlya zagotovki pressovannogo sena [Tekst] / I. I. Piunovskiy, V. R. Grekov, N. I. Dudko i dr. // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2012. – № 4. – P. 133-138.
6. Krupin, A. E. Otseivanie faktorov pri planirovanii jeksperimenta [Tekst] / A. E. Krupin, D. V. Zujkov // Vestnik NGI}I. – 2014. – № 4 (35). – P. 62-70.
7. Pahomov, A. A. Optimizaciya parametrov konstrukcii mobil'nogo polivnogo truboprovoda [Tekst] / A. A. Pahomov, S. V. Tronev, D. A. Suslin // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioratsii. – 2016. – № 1 (21). – P. 84-97.
8. Povyshenie jeffektivnosti tehnikeskoj jekspluatatsii avtomobilej [Tekst] / N. V. Byshov, S. N. Borychev, G. D. Kokorev i dr. // Sel'skiy mehanizator. – 2015. – № 7. – S. 38-39.
9. Ryadnov, A. I. Obosnovanie vysoty bokovogo borta gruzovoj platformy dlya perevozki rulonov sena [Tekst] / A. I. Ryadnov, I. V. Almazov // Nauchnoe obozrenie. – 2016. – №9. – S. 98-102.
10. Ryadnov, A. I. Usovershenstvovannaya gruzovaya platforma avtomobilya GAZ-3302 "Gazel". [Tekst] / A. I. Ryadnov, R. V. Sharipov, I. V. Almazov // Sel'skiy mehanizator. – 2015. – № 5. – S. 14.
10. Eklund, J. Application of the HTO Concept for a Powered Pallet Truck [Tekst] / J. Eklund // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2019. – Volume 821. – P. 482-485.
11. Decision Support System to Improve Delivery of Large and Heavy Goods by Road Transport [Tekst] / A. Pashkevich, K. Shubenkova, I. Makarova, D. Sabirzyanov // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2019. – Volume 844. – P. 13-22.

ОБОСНОВАНИЕ РАСШИРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕЖУЩЕ-ДЕФОРМИРУЮЩЕГО ПРОШИВАНИЯ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

JUSTIFICATION OF THE EXPANSION OF THE POSSIBILITIES OF CUTTING-DEFORMING FIRING OF DEEP HOLES IN THE REPAIR OF AGRICULTUREL MACHINES

В.А. Санинский¹, доктор технических наук, профессор
А.В. Грибенченко², кандидат технических наук, доцент
Е.Н. Смирнова¹, аспирант

V.A. Saninsky¹, A.V. Gribenchenko², E.N. Smirnova¹

¹Волжский политехнический институт – филиал
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»

²Волгоградский государственный аграрный университет

¹Volga Polytechnic Institute (branch) of Federal State Budget Educational Institution
of Higher Vocational Education Volgograd State Technical University

²Volgograd State Agrarian University

Представлены результаты исследований, направленные на разработку методики проектирования технологии и инструментария для механической обработки коренных опор дизельных двигателей тракторов сельскохозяйственного назначения. При срыве или износе резьбы в блоке цилиндров двигателя под болты крепления крышек коренных подшипников, которые устраняются только нарезанием ремонтной резьбы с последующим рассверливанием отверстий в крышках коренных подшипников. Предлагается применение обработки отверстий режуще-деформирующим чистовым прошиванием. Представлено обоснование возможности совмещения дорнующего прошивания с полустачкованием растачиванием глубокого прерывистого (ГО) отверстия вихрефрезерованием по методу винтовой интерполяции. Представлены особенности обработки режуще-деформирующим прошиванием, совмещенного с вихрефрезерованием отверстия в длинномерной трубной заготовке пинолью с дорнующими элементами при их дроселировании смазочно-охлаждающей жидкостью (СОСЖ), предназначенным для повышения стойкости деформирующих элементов при механической обработке глубоких отверстий высокоточных труб по ТУ 14-3-941/94, применительно для механической обработки глубоких отверстий силовых гидроцилиндров тракторов и сельскохозяйственных машин после восстановления. Обоснована задача создания металлорежущего станка с расширением технологических возможностей известных пинольных специальных станков, для обеспечения более широкого диапазона отверстий в длинномерных трубных заготовках, в т. ч. особо высокой точности. Решить эту задачу в станке возможно за счет введения в конструкцию привода промежуточной втулки и выполнения механической обработки путем достижения планетарного вихрефрезерования, внутреннего шлифования при режуще-деформирующем прошивании пинолью, базирующейся по обработанной ею поверхности, а также совмещения черновой и чистовой обработки необработанной поверхности.

The article presents the results of research aimed at the development of methods for designing technology and tools for the mechanical processing of diesel engine diesel engine support main supports. If a thread breaks down in the engine block of the engine, under the bolts of fastening of the main bearing caps, which are eliminated only by cutting the repair thread and then drilling out the holes in the main bearing caps. The use of hole machining with cutting-deforming finishing flashing is proposed. The substantiation of the possibility of combining expensive flashing with a semi-finishing boring of a deep intermittent (DH) hole by milling using the helical interpolation method is presented. The features of treatment with cutting-deforming stitching, combined with the vortex-milling of a hole in a long tubular billet with a quill with expensive elements during their throttling of a coolant

(SOTS), designed to increase the durability of the deforming elements during machining of deep holes of high-precision pipes according to ТУ14-3-941/94 are presented, applied to the machining of deep holes of the power cylinders of tractors and agricultural machines after recovery. The task of creating a metal-cutting machine with the expansion of the technological capabilities of well-known pintle special machines, to provide a wider range of holes in long billets, including extremely high precision, is substantiated. The solution of this task in the machine can be achieved by introducing an intermediate sleeve into the drive structure and performing machining by achieving planetary vortex milling, internal grinding with cutting and deforming piercing with a quill based on the surface processed by it, and also combining the rough and finishing untreated surface.

Ключевые слова: *механическая обработка глубоких отверстий, глубокие отверстия, картер, дизель, припуски, ремонт, тиноль, гидроцилиндр, растачивание, ремонт машин.*

Key words: *machining of deep holes, deep holes, crankcase, diesel, allowances, errors, flashing, cutting - deforming, repair, quill, hydraulic cylinder, boring, machine.*

Введение. Проблема обработки глубоких отверстий (ГО) связана с возможным отклонением от первоначальных размеров после обработки [2]. Такая проблема возникает при ремонте гидроцилиндров, и она знакома многим механикам нашей страны. И каждый по-разному подходит к решению данной задачи, опираясь на свой личный опыт, советы коллег и современные технологии ремонта гидравлики.

Задиры, сколы и глубокие царапины возникают по всевозможным причинам и могут проявиться в самое неожиданное время. В связи с этим каждый механик, обслуживающий специальную технику, обязан владеть исчерпывающей информацией по вопросу восстановления и ремонта гидроцилиндров.

Основная проблема при восстановлении возникает после нанесения металла на поврежденные участки цилиндров и их шлифовке [3].

При наплавке металла на поврежденный участок происходит сгорание и отслоение гальванического хрома на участке перехода к базовому (заводскому) покрытию, и в результате получить цельную поверхность без снятия гальванического хрома по всей поверхности проблематично. Невозможно получить ровный переход без полного снятия хрома. После нанесения металла и последующей шлифовки в токарном станке будут нарушены изначальные размеры диаметра изделия, и это плохо отразится на последующей работе гидроцилиндра. И чем больше деформация изделия, тем больше отклонения от первоначальных размеров.

Известны результаты исследований точности режуще-деформирующих пинолей (РДП) для режуще-деформирующего прошивания коренных опор тяжелых дизелей, показывающие, что РДП обеспечивают качество после дорнования соосных отверстий коренных опор на уровне параметров 6-го квалитета точности [5]. Установлено, что специальные металлорежущие станки, оснащенные пинолями, имеют более широкие технологические возможности, заключающиеся в способности обеспечивать не только растачивание, но и контурное фрезерование, совмещенные с прошиванием ГО [5]. Однако исследования некоторых авторов показывают, что геометрические параметры деформирующих элементов не обеспечивают достаточной износостойкости в условиях долговременного дорнования, что особенно актуально при механической обработке ГО [8] силовых гидроцилиндров, например, с применением металлорежущего станка [5], обеспечивающего РДП.

В то же время в исследованиях [7] представлен комплекс приемов и подходы к решению проблемы износостойкости деформирующих элементов прошивки, позволяющие создать условия для увеличения точности обработки ГО на основе беззазорно-

го базирования пиноли по обработанной ею поверхности ГО при условии введения в конструкцию режуще-деформирующей прошивки элементов дросселирования смазочно-охлаждающей жидкости (СОТС). При правильном и успешном назначении таких элементов, по мнению авторов исследований [7], можно с высокой степенью достоверности предположить, что на этой основе возможно и повышение точности обработки ГО при механической обработке ГО высокоточных труб по ТУ14-3-941/94 (рисунок 1) применительно для обработки силовых гидроцилиндров тракторов и сельскохозяйственных машин после восстановления.

Материалы и методы. Результаты исследований [2] указывают на возможность расширения технологических возможностей Р-Д прошивания с вихрефрезерованием или внутренним планетарным шлифованием поверхностей ГО пинолью (рисунок 2) с достижением параметров 8-го квалитета точности в длиномерных стальных трубных заготовках [6].

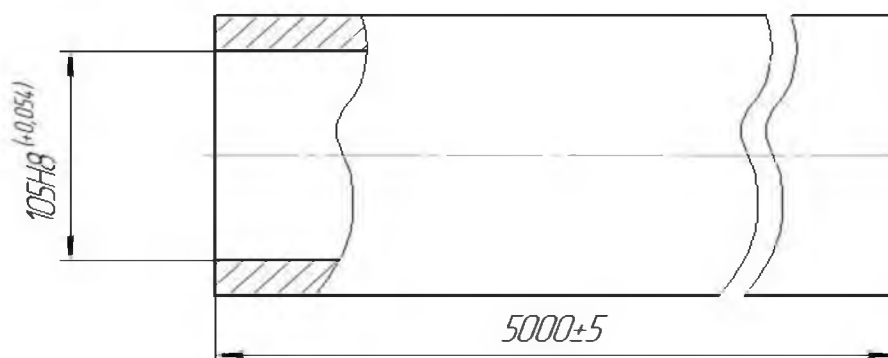


Рисунок 1 – Вид заготовки под обработку ГО

Известно, что использование регулярного микрорельефа (РМР), образованного на поверхности рабочего элемента инструмента, для обеспечения более качественной поверхности отверстия в процессе деформирующего выглаживающего прошивания имеет высокую эффективность в определенном диапазоне натяга пластического деформирования [7]. При этом исследования проводились на инструменте типа многозубого дорна, которым снабжены режуще-деформирующие прошивки пиноли (РДПП) [5, 8] (рисунки 3; 4), что позволяет использовать выводы по результатам исследований отклонений от соосности обработанных прошивкой (рисунки 3, 4) отверстий в коренных опорах при расчетах точности пиноли [5], в т. ч. совмещенных процессов Р-Д и вихрефрезерования методом винтовой интерполяции (ВМВИ) [8].

Обработку растачиванием обеспечивает конструкция станка [8], параметры которого не превышают 6-го квалитета точности, и не может обеспечить планетарного движения режущего инструмента, шлифования, которое обеспечивает параметры точности, соответствующие 4-му, 5-му квалитету точности, и параметры шероховатости в диапазоне $Ra\ 0,63 \dots 0,08$. Точность вращения борштанг пиноли может быть рассчитана по рекомендациям [2].

Задачей проекта создания металлорежущего станка [5] является расширение технологических возможностей известных пинольных специальных станков [5], с целью обеспечения широкого диапазона отверстий в длиномерных трубных заготовках, в т. ч. особо высокой точности. Решение этой задачи в станке [8] получено за счет введения в конструкцию привода промежуточной втулки и проведения механической обработки путем достижения планетарного вихрефрезерования, внутреннего шлифования

при режуще-деформирующем прошивании пинолью, базирующейся по обработанной ею поверхности, а также объединения черновой и чистовой обработок необработанной поверхности (рисунок 2).

Такой подход позволяет создать условия для увеличения точности обработки ГО в условиях отсутствия переднего направления.

Способ механической обработки ГО 1 в трубной заготовке (ТЗ) 2, при котором обработку осуществляют борштангой 3 с режущим инструментом 4 (например, фрезой или шлифовальным кругом) [5], расположенной на эксцентричных подшипниках скольжения 5 в пиноли 6 с режуще-дорнующими зубьями 7, которую базируют перед подачей рабочей среды в исходном положении во входном люнете 8, позволяет создать возможность механической обработки ГО в заготовке 2 (рисунок 1) и применить данный метод для обработки силовых гидроцилиндров тракторов и сельскохозяйственных машин после восстановления. Перед обработкой заготовку 1 зажимают между внутренними торцами одинаковых по конструкции входного и выходного люнетов 9 соосно с ними и подают давление P краном 10 по каналу 11, выполненному вдоль поверхности отверстия входного люнета 9, создавая давление на пиноли 6, между быстросъемной резьбовой крышкой 12 (на байонерном соединении) и пинолью 6 так, что пиноль 6 играет роль поршня, перемещающегося в ГО заготовки 1. Давление P через дроссель 13 подается на турбины 14 вращения борштанги 3 и на турбину 15, круговой подачи (планетарного движения) борштанги 3. В результате осуществляется прямой рабочий ход борштанги 3 с осевой (между крышкой 12) поступательной подачей S_p и вращательное движение борштанги V_6 , совмещенной с планетарным вращением (круговой подачей) $V_{кр}$ промежуточной втулки 16. При этом совмещают процессы вихрефрезерования ГО 1 режуще-деформирующего прошивания и дорнования последними зубьями прошивки 17. При этом продольную подачу $S_{пр}$ борштанги осуществляют от начала обработки заготовки 1 до перехода ее в выходной люнет 9, после чего выполняют обратный рабочий ход борштанги до возвращения ее в изначальное положение.

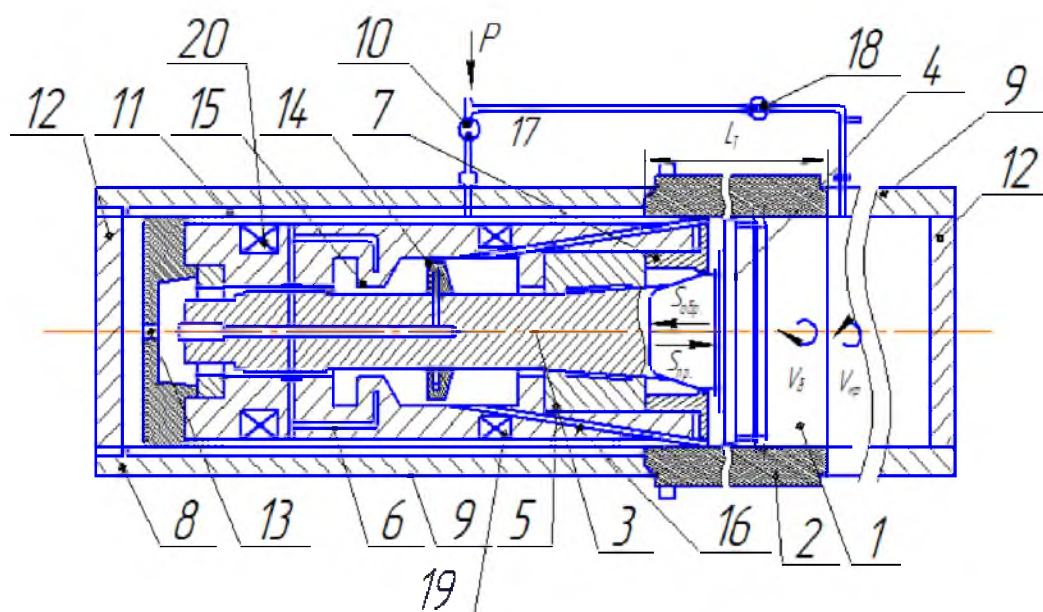


Рисунок 2 – Малогабаритный станок с режуще-деформирующей пинолью для вихрефрезерования или внутреннего шлифования ГО труб методом винтовой интерполяции

Для возврата пиноли 6 в исходное положение кран 10 перекрывают, а кран 18 открывают и подают давление P в выходной люнет 9, заготовку раскрепляют, контролируют размер ГО и операцию растачивания повторяют. При осуществлении прямого рабочего хода промежуточная втулка 16 поворачивается на бесшаровых подшипниках 19 и 20 вокруг оси пиноли с круговой подачей $V_{кр}$, обеспечивая винтовую интерполяцию режущего инструмента 4.

При осуществлении обработки методом деформирующего прошивания деформированием ГО на параметры точности и шероховатости значительное влияние оказывают геометрические параметры дорнующих элементов, их количество n на прошивке, число ее рабочих ходов N [3] в обрабатываемом отверстии и натяг i .

Для исследования точностных возможностей протяжек (рисунок 4 а, б) проведено протягивание восьми соосных отверстий опор коренных подшипников диаметром 105,1 Н6^{0,021} мм в картерах дизельного двигателя В-2 из сплава марки АЛ9 ГОСТ 2685-75 в сборе с семью съемными крышками подшипников из сплава марки Д1 ГОСТ 4784-74, которое было проведено в производственных условиях на протяжном станке модели 7Б56 с использованием приемов способа [8] и координатных протяжек (рисунок 4) со скоростью резания 5 м/мин.

После протягивания протяжками и проведения замеров диаметров опор и их отклонений от соосности в вертикальном сечении А-А и горизонтальном В-В данные были занесены в таблицы [5] и построены диаграммы, представленные на рисунке 5. Замеры проводились индикаторным нутромером 100-160 ГОСТ 9244-75 в двух сечениях каждой опоры на расстоянии 10...15 мм от торцев.

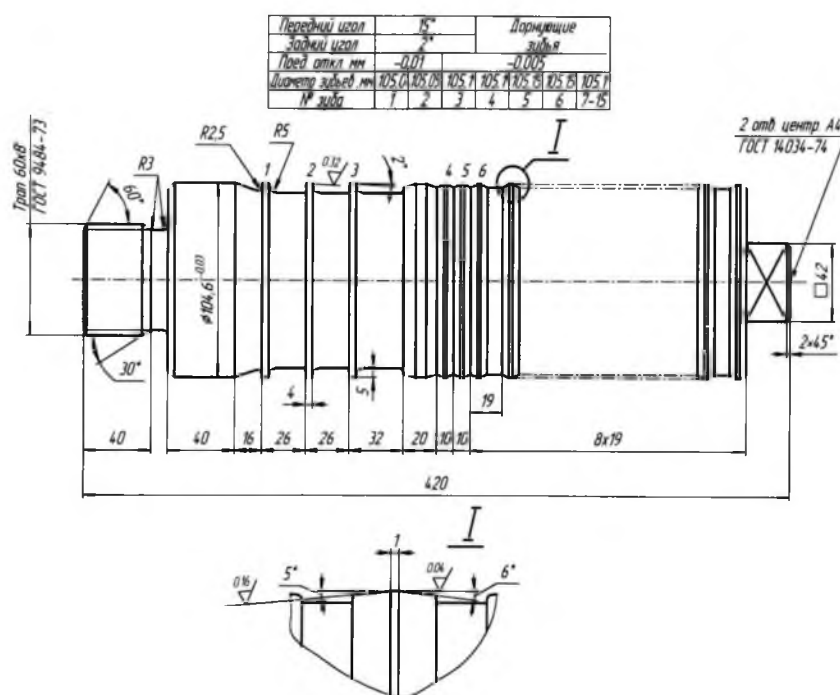


Рисунок 3 – Чертеж пиноли, снабженной двумя передними режущими, одним калибрующим и несколькими дорнующими зубьями на заднем направлении

Определение отклонений от соосности промежуточных отверстий относительно крайних выполнено с помощью индикаторной стойки и микрометрической индикаторной головки ИИГ ГОСТ 18833-73 от контрольной плиты.



Рисунок 4 – Вид координатных протяжек с удлиненными задними направлениями:

- а – частично дорнующим и гладким задним направлением;
б – протяжка с полностью дорнующим задним направлением

Для протяжки с гладким задним направлением (рисунок 4 а) зазор его с поверхностью направляющих опор составил 0,02...0,4 мм, а контакт у протяжки с дорнующим направлением осуществляется по посадке с натягом (натяг составил 0,01...0,03 мм).

При этом получены варианты контакта задних направлений протяжек с обрабатываемым глубоким прерывистым отверстием (ГПО) (рисунок 5):

- а) гладким направлением с зазором $S = 0,04 \dots 0,02$ мм (кривая 2);
б) гладким направлением с зазором $S = 0,02 \dots 0$ мм (кривая 3);
в) гладким направлением по переходной посадке (кривая 4);
г) направлением, полученным в виде дорнующих зубьев по переходной посадке (кривая 1);
д) направлением, полученным в виде дорнующих зубьев, контактирующих с натягом (кривая 5).

Результаты и обсуждение. Результаты, полученные после обработки, показывают, что протягивание с зазором повышает отклонение от соосности отверстий тем больше, если зазор больше между поверхностями заднего направления и обрабатываемого отверстия, чем ближе друг к другу базовое (предыдущее) отверстие и чем дальше от базового расположено обрабатываемое (последующее) отверстие.

Для обоих видов координатных протяжек с деформирующим задним направлением можно вычислить отклонение от соосности e . Например, для точек, лежащих в плоскости VI, получим:

$$e_{VI} = \frac{\delta_{VI-VII}}{l_{VI-VII}} \quad (1)$$

где δ – измеренная погрешность диаметра входного отверстия в точках, находящихся в плоскостях сечения VI-VII; l_{VI-VII} расстояние между плоскостями сечений VI-VII на рисунке 5.

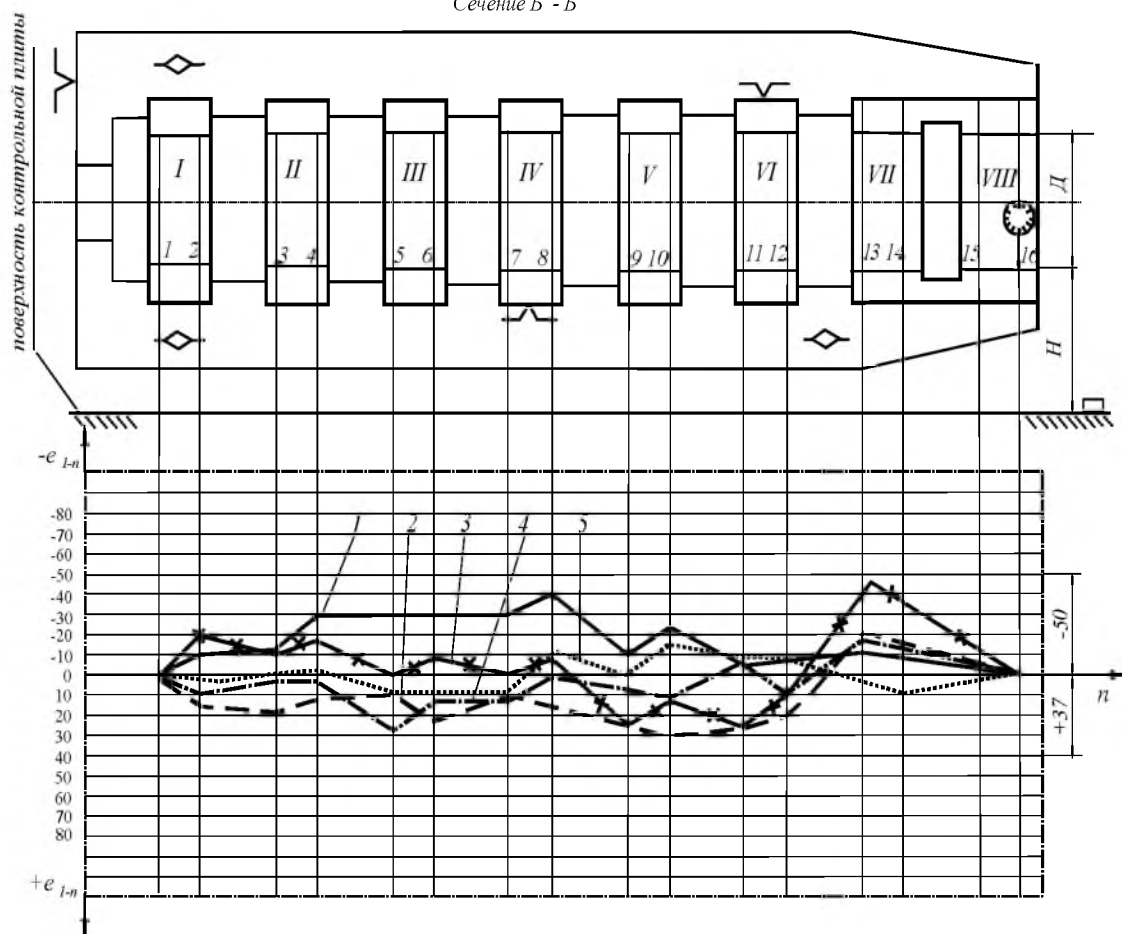


Рисунок 5 – Схема измерения координат и диаметров ГПО картера дизеля V-2 и графики отклонений от соосности, полученные по результатам их измерений в продольном сечении Б – Б

Приведенные данные позволяют считать, что в пределах зазора S между задним направлением протяжки и обработанной дорнующими зубьями поверхностью протягивания является свободным, т.к. величина отклонения от соосности изменяется в пределах, ограниченных степенью свободы заднего направления в базовых отверстиях, определяющей смещение и перекус протяжки. С уменьшением зазора отклонения от соосности снижаются и при организации натяга сохраняются в пределах 0,015 мм. Такое смещение удовлетворяет как требованиям к осям коренных опор дизельных двигателей тракторов, так и требованиям ТУ14-3-941/94 к оси ГО. Контакт по переходной посадке направления в виде дорнующих зубьев показал более стабильное качество поверхности по сравнению с гладким. В результате такой совмещенной обработки достигаются параметры качества обработанной поверхности, соответствующие 7-му, а при должной культуре производства и 6-му квалитетам точности. Такая точность позволяет в дальнейшем, при использовании в режуще-деформирующих пинолях расточных резцов [8] по схеме, показанной на рисунке 2, достигнутые значения отклонений от соосности промежуточных опор (рисунок 5) компенсировать соответствующими приемами сборки их с подшипниками скольжения [10].

Авторами работы [1] были получены результаты исследования влияния дросселирования на перечисленные параметры.

Для решения такой задачи на поверхности рабочих элементов прошивочных инструментов были нанесены канавки регулярного микрорельефа в виде многозаходной криволинейной поверхности глубиной $i=0,08$ мм, изменяющиеся по синусоидальному или косинусоидальному закону и выполненными алмазным выглаживанием (рисунок 6). Глубина однозаходных винтовых канавок глубиной $\Gamma_k=0,5$ мм [1].

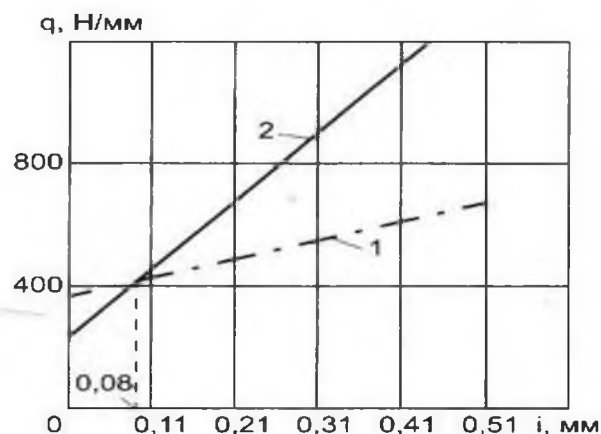


Рисунок 6 – Зависимость удельного усилия деформирующего прошивания от натяга пластического деформирования:

- 1 – обработка с традиционным использованием деформирующих элементов;
- 2 – обработка с использованием деформирующих элементов с РМР в профиле

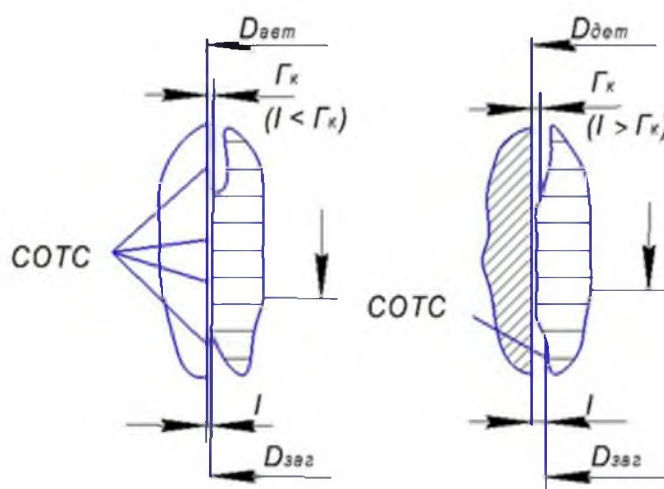


Рисунок 7 – Схема протекания процесса дорнования при натяге, соответствующем ППД при меньшем (а) и большем (б), чем высота канавки РМР профиля

При прошивке образцов из стали 12 ХНЗА прошивкой из стали Р6М5, аналогичной показанной на рисунках 3, 4 и снабженной деформирующими элементами диаметром 22 мм, можно ожидать положительного эффекта от применения в ней углов заборной части дорнующих элементов в пределах 8 ± 5 градусов с нанесенным на них РМР (рисунок 7). Установленные исследования повышение качества от полученной поверхностной пластической деформации (ППД) и снижение усилий на обработку методом деформирующего прошивания, а также влияние дросселирования смазочно-охлаждающей жидкости (СОТС) на качество обработки поверхности можно считать рекомендованными и для обработки глубоких отверстий цилиндров [1].

Закключение. По результатам исследований установлено следующее:

1. Для достижения качества обработки поверхности на уровне 6-го качества точности можно использовать РМР профиль на рабочих поверхностях элементов прошивки, при условии, что натяг пластического деформирования не будет превышать высоту канавок РМР профиля, а число рабочих ходов по обрабатываемой поверхности дорнующих элементов, чтобы избежать шелушения обрабатываемой ими поверхности, не должно превышать 10-15.

2. Достигнуть повышения качества обработки поверхности и снижения усилий на обработку методом деформирующего прошивания можно применением дросселирования смазочно-охлаждающей жидкости между рабочими поверхностями дорнующих элементов и обрабатываемой ими поверхности отверстия.

Библиографический список

1. Бакаев, А. А. Расширения технологических возможностей процесса прошивания за счет регуляризации рабочих поверхностей инструмента [Текст] / А.А. Бакаев, В.М. Скоромнов // Технология машиностроения. – 2013. – № 12. – С. 13-15.

2. Горелова, А.Ю. Совершенствование конструкции инструмента на основе моделирования процесса растачивания гильзы цилиндра [Текст] / А.Ю. Горелова, М.Г. Кристалъ // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2016. – №11-2. – С. 105-115.

3. Горелова, А.Ю. Влияние динамических характеристик системы «Расточная головка-заготовка» на точность глубокого растачивания гильзы гидроцилиндра [Текст] / А.Ю. Горелова, М.Г. Кристалъ // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2017. – № 4-2 (324). – С. 146-150.

4. Костылева, Л.В. Перераспределение углерода для создания температурного градиента при восстановлении стальных деталей автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин [Текст] / Л.В. Костылева, А.В. Грибенченко, А.А. Шляхов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – №4 (28). – С. 179-183.

5. Санинский, В.А. Разработка и применение фрезерно-расточных станков с механизмом планетарного движения режущего инструмента [Текст]: монография / В.А. Санинский / ВПИ (филиал) ВолГТУ. – Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2016. – 111 с.

6. Сторчак, Н.А. Optimal combinations of contact surfaces in coaxial frictional pairs [Текст] / Н.А. Сторчак, В.А. Санинский, Ю.Н. Платонова // Russian Engineering Research. – 2011. – Vol. 31. – № 5. – С. 449-450. Англ.

7. Automated selection of components in bearing assembly for diesel engines [Текст] / А.В. Петрухин, В.А. Санинский, Н.П. Москвичева и др. // Russian Engineering Research. – 2015. – Vol. 35. – №. 7. – P. 500-504.

8. Boring Machines for the Production of Bearing Apertures in the Crankcase of Internal Combustion Engines [Текст] / В.А. Санинский, К.Л. Рябова, Ю.Н. Платонова и др. // Russian Engineering Research. – 2015. – Vol. 35. – № 3. – P. 200-205.

9. Novikov, A.E. Composition and Tribological Properties of Hardened Cutting Blades of Tillage Machines under Abrasive Deterioration [Текст] / A.E. Novikov, V.A. Motorin, M.I. Lamskova, M.I. Filimonov // Journal of Friction and Wear. – 2018. – Vol. 39. – №. 2. – P. 158-163.

10. Systematization of the Contact-Surface Combinations in Frictional Pairs [Текст] / В.А. Санинский, Н.А. Сторчак, А.В. Синьков и др. // Russian Engineering Research. – 2011. – Vol. 31. – №. 10. – P. 968-971. Англ.

Reference

1. Bakaev, A. A. Rasshireniya tehnologicheskikh vozmozhnostej processa proshivaniya za schet regulyarizacii rabochih poverhnostej instrumenta [Tekst] / A. A. Bakaev, V. M. Skoromnov // Tehnologiya mashinostroeniya. - 2013. - № 12. - P. 13-15.

2. Gorelova, A. Yu. Sovershenstvovanie konstrukcii instrumenta na osnove modelirovaniya processa rastachivaniya gil'zy cilindra [Tekst] / A. Yu. Gorelova, M. G. Kristal' // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnicheskie nauki. - 2016. - №11-2. - P. 105-115.

3. Gorelova, A. Yu. Vliyanie dinamicheskikh harakteristik sistemy "Rastochnaya golovka-zagotovka" na tochnost' glubokogo rastachivaniya gil'zy gidrocilindra [Tekst]/ A. Yu. Gorelova, M. G. Kristal' // Fundamental'nye i prikladnye problemy tekhniki i tehnologii. - 2017. - № 4-2 (324). - P. 146-150.
4. Kostyleva, L. V. Pereraspredelenie ugleroda dlya sozdaniya temperaturnogo gradienta pri vosstanovlenii stal'nykh detalej avtomobilej, traktorov i sel'skohozyajstvennykh mashin [Tekst]/L. V. Kostyleva, A. V. Gribenchenko, A. A. Shlyahov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - №4 (28). - P. 179-183.
5. Saninskij, V. A. Razrabotka i primenenie frezerno-rastochnykh stankov s mehanizmom planetarnogo dvizheniya rezhushego instrumenta [Tekst]: monografiya / V. A. Saninskij / VPI (filial) VolGTU. - Volgograd: IUNL VolGTU, 2016. -111 p.
6. Storchak, N. A. Optimal combinations of contact surfaces in coaxial frictional pairs [Tekst]/ N. A. Storchak, V. A. Saninskij, Yu. N. Platonova // Russian Engineering Research. - 2011. - Vol. 31. - № 5. - P. 449-450. Angl.
7. Automated selection of components in bearing assembly for diesel engines [Tekst]/ A. V. Petruhin, V. A. Saninskij, N. P. Moskvicheva i dr. // Russian Engineering Research. - 2015. - Vol. 35. - №. 7. - P. 500-504.
8. Boring Machines for the Production of Bearing Apertures in the Crankcase of Internal Combustion Engines [Tekst]/ V. A. Saninskij, K. L. Ryabova, Yu. N. Platonova i dr. // Russian Engineering Research. - 2015. - Vol. 35. - № 3. - P. 200-205.
9. Novikov, A.E. Composition and Tribological Properties of Hardened Cutting Blades of Tillage Machines under Abrasive Deterioration [Tekst]/ A.E. Novikov, V.A. Motorin, M.I. Lamskova, M.I. Filimonov // Journal of Friction and Wear. - 2018. - Vol. 39. - №. 2. - P. 158-163.
10. Systematization of the Contact-Surface Combinations in Frictional Pairs [Tekst]/ V.A. Saninskij, N. A. Storchak, A. V. Sin'kov i dr. // Russian Engineering Research. - 2011. - Vol. 31. - №. 10. - P. 968-971. Angl.

E-mail: gribenchenkoaleksey@mail.ru

УДК 631.3:635.61

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-39

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ НА ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОМ АГРЕГАТЕ

RATIONALE OF PARAMETERS OF MECHANISMS OF MOVEMENT OF CONTAINERS ON THE LOADING TRANSPORT UNIT

М.Н. Шапров, доктор технических наук, профессор

И.С. Мартынов, кандидат технических наук, доцент

М.А. Садовников, кандидат технических наук, доцент

А.В. Седов, кандидат технических наук, доцент

M.N. Shaprov, I.S. Martinov, M.A. Sadovnikov, A.V. Sedov

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Рассмотрены вопросы повышения эффективности возделывания бахчевых культур за счет механизации основных операций при уборке плодов и обеспечения их сохранности при транспортировке и хранении. Это связано с тем, что в последнее десятилетие накопилось много проблем с поставками грузов для сельского хозяйства. Так, потери удобрений, картофеля, овощей и особенно бахчевых культур достигают 15 %, в том числе из-за механических повреждений при погрузочно-транспортных операциях. В первую очередь это обусловлено несовершенством способов их транспортирования. Уборка и перевозка с поля плодов бахчевых культур при их возделывании являются самыми трудоемкими операциями, требующими применения большого количества ручного труда, что в свою очередь ведет к травмированию плодов и сокращению сроков их хранения. Поэтому наиболее перспективна уборка плодов с использованием контейнеров. Существует несколько таких технологий уборки. Наиболее оптимальной из них является технология уборки с сортированием

плодов на комбайне и их затариванием в контейнеры, установленные на погрузочно-транспортном агрегате – контейнеровозе. Цель нашего исследования – разработка погрузочно-транспортного агрегата, работающего совместно с плодуборочным комбайном, и теоретическое обоснование у него конструктивных параметров механизмов перемещения контейнеров. Контейнеровоз состоит из двух параллельно расположенных секций, каждая из которых состоит из двух ярусов: верхнего и нижнего, жестко соединенных между собой. Оба яруса имеют двухрядные рольганговые дорожки, на которые устанавливаются контейнеры. Впереди и сзади контейнеровоза установлены лифтовые площадки с механизмами их подъема и опускания. На раме нижнего спереди, а на раме верхнего яруса сзади установлены механизмы перемещения контейнеров. В статье на основе киностатического исследования этих механизмов теоретически обоснованы их основные параметры, определяющие качественную работу контейнеровоза.

The article describes issues of improving the efficiency of cultivation of melon crops due to the mechanization of basic operations during harvesting and ensuring their safety during transportation and storage. This is due to the fact that in the last decade a lot of problems have accumulated with the supply of goods for agriculture. So the loss of fertilizers, potatoes, vegetables and especially melon crops reaches 15%, including due to mechanical damage during loading and transport operations. First of all, this is due to the imperfection of the methods of their transportation. Harvesting and transporting melons and gourds from the field of fruits is the most time-consuming operation in their cultivation, which requires the use of a large amount of manual labor, which in turn leads to injury of the fruit and shortening the storage time. Therefore, the most promising harvesting of fruits using containers. There are several such cleaning technologies. The most optimal of them is the harvesting technology with the sorting of fruits on a combine and their packaging in containers installed on a loading and transport unit - a container ship. The goal of our research is the development of a loading and transport unit, working in conjunction with a fruit-harvesting combine, and the theoretical substantiation of its design parameters of the mechanisms for moving containers. The container ship consists of two parallel sections, each of which consists of two tiers: upper and lower, rigidly interconnected. Both tiers have double-row roller tables, on which containers are installed. Elevator platforms with the mechanisms of their raising and lowering are installed in front and behind the container ship. On the frame of the lower front, and on the frame of the upper tier, rear mounted mechanisms for moving containers. The article based on the kinostatic study of these mechanisms theoretically substantiated their main parameters that determine the quality work of a container ship.

Ключевые слова: *плоды, контейнеровозы, погрузка плодов, транспортировка плодов, бахчевые культуры.*

Key words: *fruits, container ships, loading of fruits, transportation of fruits, melons and gourds.*

Введение. В последнее десятилетие накопилось много проблем с поставками грузов для сельского хозяйства. Так, потери удобрений, картофеля, овощей, скоропортящихся грузов достигают 15 %, в том числе из-за механических повреждений при погрузочно-транспортных операциях, в первую очередь из-за несовершенства способов их транспортирования [8, 9, 13].

Сочетание контейнеризации и пакетирования дает возможность достичь дифференцированной защиты груза и обеспечить его сохранность при перевозке.

Применение современных технологических комплексов по уборке плодово-овощной продукции позволяет значительно увеличить их эффективность при использовании контейнерной системы транспортирования продукции. Кроме того, это позволяет без дополнительных затрат осуществлять хранение овощей и плодов в стандартных контейнерах вместимостью 1 т со сплошными стенками и решетчатым дном. Поэтому применение контейнеров при уборке бахчевых культур является весьма перспективным направлением [2, 4, 14].

Существует несколько таких технологий уборки. Наиболее оптимальной из них является технология уборки с сортированием плодов на комбайне и их затариванием в контейнеры, установленные на погрузочно-транспортном агрегате – контейнеровозе [10, 11, 12].

Цель нашего исследования – разработать погрузочно-транспортный агрегат, работающий совместно с плодуборочным комбайном, и теоретически обосновать у него конструктивные параметры механизмов перемещения контейнеров.

Материалы и методы. Контейнеровоз (рисунок 1) состоит из двух параллельно расположенных секций, каждая из которых состоит из двух ярусов: верхнего 1 и нижнего 2, жестко соединенных между собой. Оба яруса имеют двухрядные рольганговые дорожки 3 и 4, на которые устанавливают контейнеры.

Впереди и сзади контейнеровоза установлены лифтовые площадки 5 и 6 с механизмами их подъема и опускания 7, 8. Они также имеют рольганговые дорожки 9, 10. На раме нижнего спереди, а на раме верхнего яруса сзади установлены механизмы подачи контейнеров 11, 12. Контейнеровоз также имеет площадку управления 13 и откидывающуюся заднюю стенку 14.

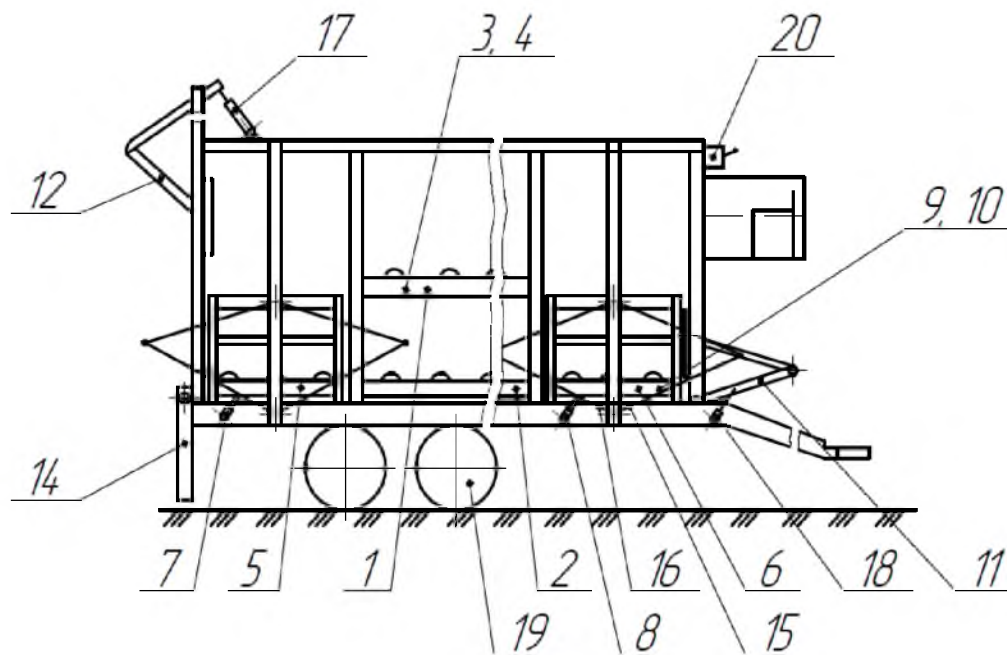


Рисунок 1 – Контэйнеровоз

Работа контейнеровоза осуществляется следующим образом. Контейнеровоз с пустыми контейнерами подъезжает к комбайну, подбирающему плоды с поля [1, 12]. Оператор комбайна направляет плоды в контейнер, расположенный на раме верхнего яруса 1 правого или левого ряда. После его заполнения он направляет плоды в контейнер другого ряда. В это время оператор контейнеровоза, находящийся на площадке 13, проводит в первом ряду замену заполненного контейнера пустым. Для этого он поднимает гидроцилиндрами 7 и 8 посредством подъемных рычагов 15 и 16 лифтовые площадки 5 и 6 вверх. При подъеме площадок фиксаторы нижнего яруса будут препятствовать перемещению контейнеров по рольгангу 4 нижней рамы, а фиксаторы верхнего яруса выключаются, что позволяет перемещать контейнеры по рольгангу 3 верхней рамы 1. На лифтовой площадке 5 находится пустой контейнер. С помощью механизма 11 сдвигаются по рольганговым дорожкам контейнеры, расположенные на раме верх-

него яруса 1. В результате контейнер с плодами оказывается на лифтовой площадке 6. Затем лифтовые площадки 5 и 6 опускаются вниз, и механизмом 11 контейнеры перемещаются по рольганговым дорожкам рамы нижнего яруса. Таким образом, происходит поочередное заполнения контейнеров обоих рядов и время загрузки контейнеров в одном ряду используется для смены контейнеров в другом.

Как только все контейнеры будут заполнены, они доставляются к месту складирования, где осуществляется разгрузка контейнеровоза. Для выгрузки откидывается стенка 14 и вилчатым погрузчиком поочередно с лифтовых площадок 6 снимаются заполненные контейнеры и устанавливаются пустые. Оператор контейнеровоза вышеописанным способом поочередно заменяет на правой и левой лифтовых площадках 6 контейнеры, заполненные плодами, на пустые.

Результаты и обсуждение. Работа контейнеровоза в первую очередь определяется работой двух механизмов: подъема лифтовой площадки и сдвига контейнеров по рольгангу. Поэтому в статье проведен кинематический и силовой анализ данных механизмов [5, 3, 6, 7].

Расчет подъемной площадки. Механизм подъема лифтовой площадки представляет собой систему шарнирно соединенных рычагов в виде параллелограмма ABCD (рисунок 2). Механизм соединен с лифтовой площадкой в середине ее верхней части (точка A). В точке K рычаг BC соединен с гидроцилиндром, который и выполняет перемещение точки A в положение A_1 , то есть подъем площадки с нижнего яруса на верхний на высоту h . Для обеспечения этого подъема длина рычагов l должна быть больше h . Целесообразно, чтобы l была равна $1,1 \dots 1,2h$. С целью подъема площадки по вертикали ось A движется в направляющих.

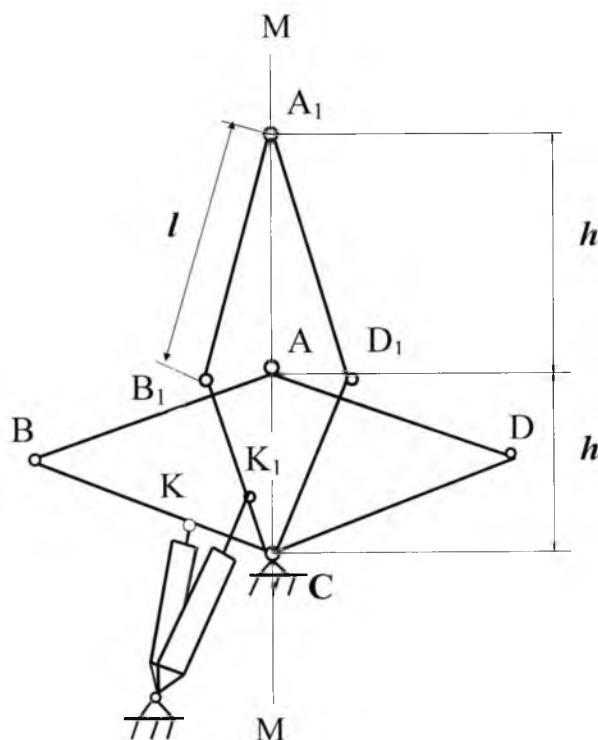


Рисунок 2 – Схема механизма подъема

Для обеспечения надежной работы механизма подъема необходимо рассчитать его конструктивные параметры и в первую очередь подобрать гидроцилиндр.

Составим схему сил, действующих на механизм во время подъема (рисунок 3). Усилие $P_{\text{ц}}$, развиваемое гидроцилиндром, должно в точке А быть больше, чем сила тяжести G самой площадки и установленного на ней контейнера и силы трения $F_{\text{тр}}$ между шарниром А при его движении вверх и направляющей М-М.

Усилие N в шарнире В, развиваемое гидроцилиндром при повороте рычага ВС вокруг шарнира С, должно быть больше силы P_1 , направленной по рычагу АВ и являющейся суммой составляющих силы тяжести G и силы трения $F_{\text{тр}}$, направленных вдоль рычага АВ:

$$P_1 = (G + F_{\text{тр}}) / \cos \alpha. \quad (1)$$

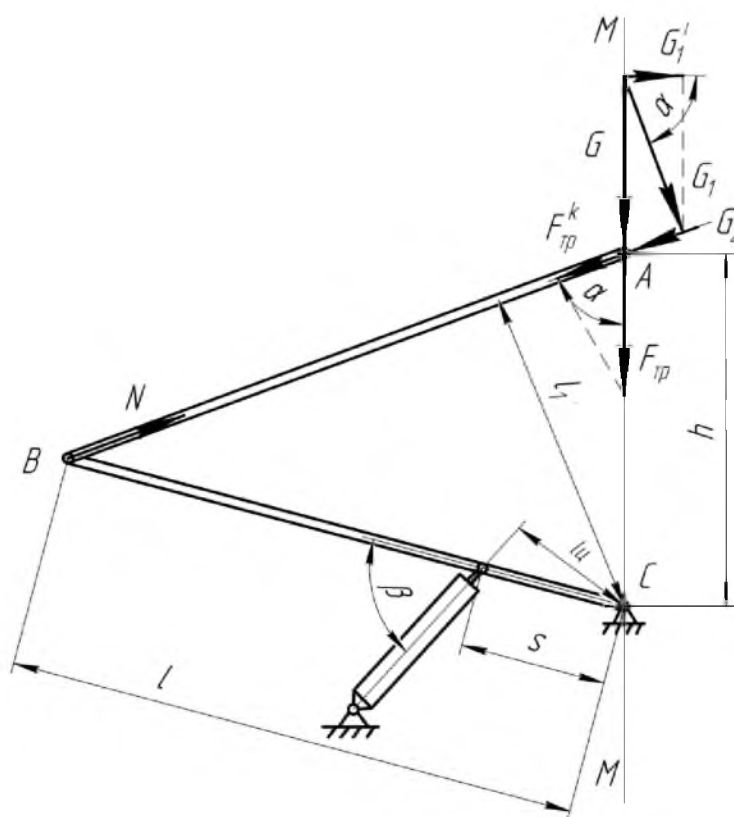


Рисунок 3 – Схема для определения усилия на штоке гидроцилиндра

Для определения необходимого усилия на штоке гидроцилиндра $P_{\text{ц}}$ составим уравнение моментов относительно точки С:

$$\sum M_c = P_{\text{ц}} \cdot l_{\text{ц}} - P_1 \cdot l_1 = 0. \quad (2)$$

Тогда

$$P_{\text{ц}} = l_1 (G + F_{\text{тр}}) / l_{\text{ц}} \cos \alpha. \quad (3)$$

Сила трения равна:

$$F_{\text{тр}} = f G_1^1, \quad (4)$$

где f – коэффициент трения, G_1^1 – составляющая силы тяжести G , направленной перпендикулярно направляющей М-М и равная $G_1^1 = G \sin \alpha \cos \alpha$.

Учитывая также, что $l_1 = h \sin \alpha$, а $l_{\text{ц}} = s \sin \beta$, выражение (3) для расчета необходимого усилия, которое должен развивать гидроцилиндр, будет иметь следующий вид:

$$P_{\text{ц}} = G h \sin \alpha (1 + \sin \alpha \cos \alpha) / s \sin \beta \cos \alpha. \quad (5)$$

Так как значение углов α и β меняются при подъеме площадки, то желательно гидроцилиндр располагать так, чтобы шток в верхнем положении был перпендикулярен рычагу ВС. Этим достигается меньшее значение усилия на штоке гидроцилиндра.

Расчет гидроцилиндра сдвигающего механизма. Механизм перемещения контейнеров по рольгангам представлен на рисунке 4.

Он состоит из двухплечного рычага ТН, соединенного в точке Н с гидроцилиндром и толкающего рычага ТБ в точке Б, к которому шарнирно присоединена упорная рамка, которая горизонтально движется в направляющих, обеспечивая перемещение контейнера с лифтовой площадки на рольганг.

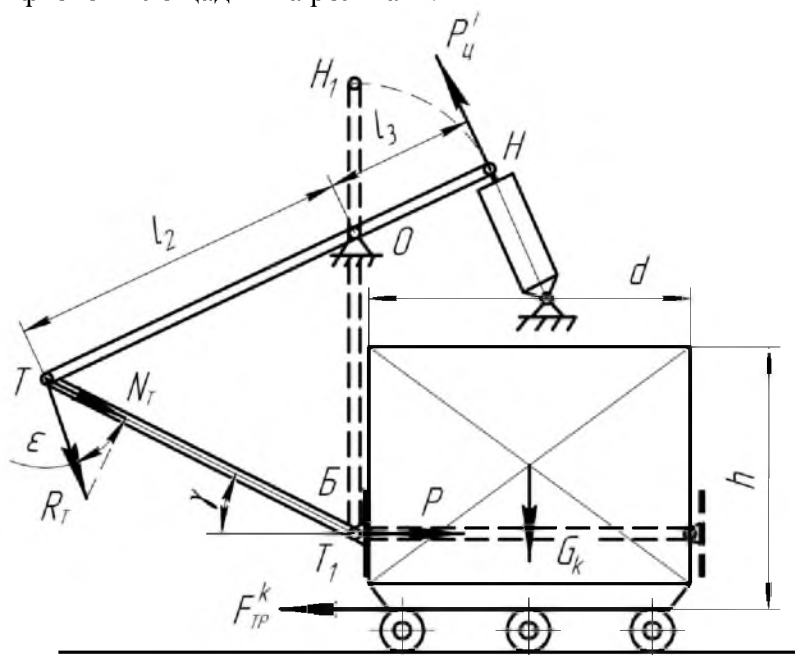


Рисунок 4 – Схема механизма перемещения контейнеров по рольгангу

Для выбора гидроцилиндра необходимо знать предельное значение усилия $P_{1ц}^1$, которое он должен развивать, чтобы обеспечить выполнение необходимой операции. В нашем случае это перемещение контейнеров по роликам (рисунок 4), то есть необходимо преодолеть силу трения качения загруженных контейнеров.

Отсюда в точке Б должно быть приложено усилие P равное:

$$P = nF_{тр.}^k.$$

Здесь n – количество контейнеров, находящихся на рольганге, а $F_{тр.}^k$ – сила трения перемещения одного контейнера.

Если сила тяжести загруженного плодами контейнера равна G_k , а коэффициент трения качения f_k , то $F_{тр.}^k = f_k G_k$, а $P = \eta f_k G_k$. Это достигается, если в шарнире Т будет приложено вдоль рычага ТБ усилие N_T равное:

$$N_T = \eta f_k G_k / \cos \gamma. \quad (6)$$

С другой стороны, N_T равно $N_T = R_T \cos \epsilon$. Силу R_T найдем, составив уравнение моментов при вращении рычага ТН вокруг точки О:

$$R_T l_2 = P_{1ц}^1 l_3. \quad (7)$$

Тогда значение усилия, которое должен развивать гидроцилиндр, равно:

$$P_{1ц}^1 = \eta f_k G_k l_2 / (l_3 \cos \gamma \cos \epsilon). \quad (8)$$

Длина рычага ТБ зависит от размеров контейнера и должна быть равна его ширине d , чем обеспечивается полное перемещение контейнера с лифтовой площадки на основной рольганг. Длина рычага ТН – это конструктивный параметр, зависящий от расположения шарнира О и гидроцилиндра на раме контейнеровоза.

Заключение. Используя приведенные выше расчеты, можно определить рациональные размеры механизма подъема лифтовой площадки и механизма сдвига контейнеров по рольгангу, а также подобрать гидроцилиндры по ходу штока и необходимому усилию на нем.

Библиографический список

1. Бычков, В.В. Новые специализированные машины для механизации садоводства [Текст] / В.В. Бычков, Г.И. Кадыкало // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. № 1(38). – С. 52-56.
2. Бычков, В.В. Технические средства для механизации уборочных и транспортных работ в садоводстве [Текст] / В.В. Бычков, Ю.А. Утков, Г.И. Кадыкало // Достижение науки и техники АПК. -2013. - № 4. – С. 46-48.
3. Гобель, Е.С. Киностатическое исследование подъемного механизма [Текст] / Е.С. Гобель, Б.И. Журсенбаев, А.Т. Сарбасов // Известия Московского государственного технического университета (МАМИ). – 2012. - № 2 (14). – С. 72-77.
4. Кравченко, В.М. Проектирование стрелы грузоподъемного устройства минимальной массы [Текст] / В.Н. Кравченко, А.Н. Дуденко // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2013. - № 3 (27). – С. 199-209.
5. Кравченко, Т.С. Показатели экономической эффективности освоения отраслевых инноваций в растениеводстве [Текст] / Т.С. Кравченко // Вестник Орловского государственного аграрного университета. - 2012. - №5(38). – С.93-99.
6. Салманова, И.Р. Разработка целевых прогнозов технологического развития производства основных видов продукции растениеводства в Российской Федерации [Текст] / И.Р. Салманова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. - № 3 (23). – С. 144-147.
7. Тимофеев Г.А. Современный метод кинематического и силового анализа сложных механических систем [Текст] / Г.А. Тимофеев, Е.Г. Мор, Н.Н. Барбашов [Текст] // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2015. -№ 3(60). – С. 11-16.
8. Успенский, И. А. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах / И.А. Успенский, И.А. Юхин, С.В. Колупаев, К.А. Жуков // Техника и оборудование для села. – 2013. - №12. – С. 12 – 15.
9. Цепляев, А.Н. Обоснование параметров подборщика-погрузчика плодов бахчевых культур [Текст] / А.Н. Цепляев, В.Г. Абезин, В.Н. Мутулов [Текст] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. - № 1 (29). – С. 174-179.
10. Успенский, И.А. Пути снижения травмируемости плодоовощной продукции при внутрихозяйственных перевозках [Текст] / И.А. Успенский, И.А. Юхин, К.А. Жуков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №96(02). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/26.pdf>.
11. Шапров, М.Н. Обоснование конструкции роторного подборщика для уборки плодов бахчевых культур [Текст] / М.Н. Шапров, А.В. Седов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. - № 4 (32). – С. 214-217.
12. Шапров, М.Н. Механизированная технология выборочной уборки бахчевых культур [Текст] / М.Н. Шапров, В.Г. Абезин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. - № 3 (35). – С. 94-96.
13. Antypas, I.R., Dyachenko, A.G. The study of factors resulting in fruit deformation / (2017) Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences, 19 (4), pp.1064-1069.

14. Byshov, N.V., Borychev, S.N., Kashirin, D.E., Kokorev, G.D., Kostenko, M.Y., Rembailovich, G.K., Simdyankin, A.A., Uspensky, I.A., Ryadnov, A.I., Kosul'nikov, R.A., Shemyakin, A.V., Yukhin, I.A., Danilov, I.K. Theoretical studies of the damage process of easily damaged products in transport vehicle body during the on-farm transportation. / (2018) ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 13 (10), pp. 3502-3508.

Reference

1 Abezin, V. G. Teoreticheskoe obosnovanie parametrov podborschika pogruzchika plodov bahchevykh kul'tur [Tekst] / V. G. Abezin, D. V. Skripkin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - № 3 (35). - P. 179-184.

2 Gobel', E. S. Kinostaticheskoe issledovanie pod'emnogo mehanizma [Tekst] / E. S. Gobel', B. I. Zhursenbaev, A. T. Sarbasov // Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta (MAMI). - 2012. - № 2 (14). - P. 72-77.

3 Kravchenko, V. M. Proektirovanie strely gruzopod'emnogo ustrojstva minimal'noj massy [Tekst] / V. N. Kravchenko, A. N. Dudenko // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Povolzhskij region. Tehnicheskie nauki. - 2013. - № 3 (27). - P. 199-209.

4 Kravchenko, T. S. Pokazateli jekonomicheskoi jffektivnosti osvoeniya otraslevykh innovacij v rastenievodstve [Tekst] / T. S. Kravchenko // Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2012. - №5(38). - P. 93-99.

5 Ocenka jeffektivnosti razvitiya rastenievodstva [Tekst] / V. P. Zvolinskij, O. V. Zvolinskaya, A. V. Golovin i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 3 (47). - S. 266-274.

6 Salmanova, I. R. Razrabotka celevykh prognozov tehnologicheskogo razvitiya proizvodstva osnovnykh vidov produkcii rastenievodstva v Rossijskoj Federacii [Tekst] / I. R. Salmanova // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2013. - № 3 (23). - P. 144-147.

7 Sozdanie uslovij dlya konvejernogo postupleniya plodov arbuza na prodovol'stvennyj rynek s cel'ju rasshireniya srokov potrebleniya [Tekst] / E. S. Taranova, E. A. Korpacheva, V. P. Zvolinskij i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - № 3 (31). - P. 103-106.

8 Timofeev G. A. Sovremennij metod kinematicheskogo i silovogo analiza slozhnykh mehanicheskikh sistem [Tekst] / G. A. Timofeev, E. G. Mor, N. N. Barbashov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Mashinostroenie. - 2015. - № 3(60). - P. 11-16.

9 Ceplyaev, A. N. Obosnovanie parametrov podborschika-pogruzchika plodov bahchevykh kul'tur [Tekst] / A. N. Ceplyaev, V. G. Abezin, V. N. Mutulov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - № 1 (29). - P. 174-179.

10 Ceplyaev, A. N. Fiziko-mehanicheskie svoystva plodov bahchevykh kul'tur [Tekst] / A. N. Ceplyaev, A. Yu. Kitov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 3 (47). - P. 216-225.

11 Shaprov, M. N. Obosnovanie konstrukcii rotornogo podborschika dlya uborki plodov bahchevykh kul'tur [Tekst] / M. N. Shaprov, A. V. Sedov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - № 4 (32). - P. 214-217.

12 Shaprov, M. N. Mehanizirovannaya tehnologiya vyborochnoj uborki bahchevykh kul'tur [Tekst] / M. N. Shaprov, V. G. Abezin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - № 3 (35). - P. 94-96.

13 Antypas, I.R. The study of factors resulting in fruit deformation [Tekst]/ I.R. Antypas, A.G. Dyachenko // Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences. - 2017. - № 19 (4). - P. 1064-1069.

14. Theoretical studies of the damage process of easily damaged products in transport vehicle body during the on-farm transportation [Tekst]/ N.V. Byshov, S.N. Borychev, D.E. Kashirin i dr. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. - 2018. - № 13 (10). - P. 3502-3508.

E-mail: m.shaprov@yandex.ru

УДК 528.7:630*273:502.13(470.45)

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-40

**ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНВАЗИВНЫХ
ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ****GEOINFORMATION ASSESSMENT OF THE DISTRIBUTION
OF INVASIVE WOOD BREEDS ON THE TERRITORY
OF THE VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN****В.Г. Юферев**¹, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
Н.Н. Таранов², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент**V.G. Yuferev, N.N. Taranov**¹ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград²ФГБОУ «Волгоградский социально-педагогический университет»¹FSBSI «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration
and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences», Volgograd²FSBIHE «Volgograd Socio-Pedagogical University»

Для территории Волго-Ахтубинской поймы наличие биологических инвазий является одной из проблем, обусловленной активным вытеснением аборигенной растительности и изменением фитоценозов. Одним из наиболее агрессивных инвазивных видов является ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* Mash.). Уровень воздействия этой инвазии требует выявления ее ареалов и степени воздействия на окружающую среду. Решение задачи определения интенсивности инвазий на территории Волго-Ахтубинской поймы посредством геоинформационных технологий предусматривает дистанционную картографо-аэрокосмическую оценку лесных насаждений, картографирование ареалов инвазивных древесных пород, анализ разновременных аэрокосмоснимков и выявление пространственно-временных изменений площадей, занимаемых такими породами, а также выборочные полевые исследования тестовых участков с разработкой фотоэталонов инвазивных древесных пород. При проведении фенологических исследований при помощи беспилотного летательного аппарата выявлено, что массовое осеннее изменение цвета листвы ясеня пенсильванского (с преобладанием желтого цвета) в 2018 году в условиях Волго-Ахтубинской поймы прошло в третьей декаде сентября. Дешифрирование и выделение ареала ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* Mash.) не вызвало трудностей, так как фенологическая фаза осеннего изменения цвета листвы у данного вида началась раньше, чем у соседствующей породы дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). Гистограммный анализ аэроснимков дает возможность на изображении разделить группы пикселей по тону, рассчитать площади, занимаемые породами, а также экстраполировать полученные результаты на территории-аналоги.

For the territory of the Volga-Akhtuba floodplain, the presence of biological invasions is one of the problems that determines the active displacement of native vegetation and changes in phytocenoses. One of the most aggressive invasive species is Pennsylvania ash (*Fraxinus Pennsylvania* Mash.). The level of impact of this invasion requires the identification of its areas and the degree of impact on the environment. The solution to the problem of determining the intensity of invasions in the Volga-Akhtuba floodplain, through geoinformation technologies, provides remote mapping and aerospace assessment of the forest plantations, mapping areas of invasive tree species, analysis of multi-temporal aerospace images and identification of spatial and temporal changes in the areas occupied by such species, as selective field studies of test sites with the development of photoetalons of invasive tree species. When conducting phenological studies using unmanned aerial vehicle revealed that the mass autumn color change of leaves of Pennsylvania ash (with a predominance of yellow) in 2108 year in the Volga-Akhtuba floodplain was held in the third decade of September. Interpretation and selection of the area of Pennsylvania ash (*Fraxinus pennsylvanica* Mash.) did not cause difficulties, as the phenological phase of the autumn foliage color change in this species began earlier than the neigh-

boring species of oak petiolate (*Quercus robur*). Histogram analysis of aerial images allows the image to divide groups of pixels by tone, calculate the area occupied by rocks, as well as extrapolate the results to similar territory.

Ключевые слова: фенологическая фаза, древостой, инвазии, инвазивные древесные породы, аэрокосмоснимки, гистограммы, пиксели, картографирование.

Key words: phenological phase, forest stand, invasion, aerospace image, histogram, pixel, mapping, analysis, estimation.

Введение. В Волго-Ахтубинской пойме леса сформировались в условиях дополнительного увлажнения паводковыми и грунтовыми водами. Естественные леса произрастают в северной части поймы. Здесь присутствуют кустарниковые виды ив (*Salix acutifolia* Willd., *S. triandra* L., *S. viminalis* L.), вязовые (*Ulmus laevis* Pall.) и дубовые (*Quercus robur* L.) леса. Граница распространения лесов проходит южнее села Ступино Черноярского района Астраханской области. Для территории Волго-Ахтубинской поймы одной из значительных проблем является наличие биологических инвазий. Биологические инвазии – это растения чужеродных видов, нуждающиеся в мероприятиях по сдерживанию дальнейшего роста их численности [1, 10].

Одним из наиболее опасных инвазивных видов является ясень пенсильванский (*Fraxinus pennsylvanica* Mash.). Это североамериканский вид на территории Волго-Ахтубинской поймы был введен в конце 20-х гг. XX в. [8]. Вплоть до 60-х гг. в Волго-Ахтубинской пойме лесные насаждения создавались в основном из ясеня. Ясень обладает высокой устойчивостью к затоплению, способен переносить длительное проточное затопление, продолжающееся около двух месяцев. По выносливости к длительности затопления ясень конкурирует с ветлой и только в условиях длительного застойного затопления на илистых почвах уступает ей. В условиях кратковременного затопления на сухих почвах ясень пенсильванский растет значительно хуже. В дельте Волги ясень произрастает на слабо- и среднесоленых почвах, при этом к пятнадцати годам достигает высоты около 8 м. Прекрасно переносит паводки, в том числе и зимние, дает обильный самосев и подрост [8].

Серьезность и масштабность рассматриваемой проблемы требует выявления ареалов инвазий. Решение задачи по сдерживанию роста площади инвазий на территории Волго-Ахтубинской поймы с применением геоинформационных технологий предусматривает картографирование ареалов инвазивных древесных пород на основе разновременных аэрокосмоснимков. Традиционный подход с использованием наземных методов исследований трудоемок, требует больших материальных затрат и неэффективен в труднодоступных местах, особенно во время паводка.

Материалы и методы. Эффективное решение задач оценки, картографирования и прогнозирования площади распространения инвазивных видов – это система дистанционной картографо-аэрокосмической оценки лесных насаждений на основе геоинформационных технологий и выборочных полевых исследований тестовых участков с разработкой фотоэталонов инвазивных древесных пород.

Эталонном инвазивного вида может служить фотоизображение, полученное при контролируемых условиях съемки и известных характеристиках породного состава древостоя, которое позволяет определить основные прямые и косвенные дешифровочные признаки. Важным этапом дешифрирования является сопоставление аэрокосмических и эталонных изображений лесных насаждений с целью выделения крон, совпадающих по тону, морфологии и контурам для экстраполяции характеристик эталонных объектов на исследуемые изображения [2, 5].

Фотоэталонирование крон инвазивных видов проводится при полевых исследованиях эталонируемых насаждений и при камеральных исследованиях по аэрокосмоснимкам с разрешением до 3 м.

По результатам эталонирования определяют форму, контуры кроны, плотность и тон [9]. Получить такие данные по космоснимкам позволяет анализ распределения пикселей [11]. Далее при эталонировании определяются диапазоны фототона, соответствующие определенному состоянию кроны, и заносятся в таблицу.

Данные аэрокосмической съемки могут использоваться как фотоэталон инвазивных насаждений или отдельных деревьев при съемке заранее изученного ключевого участка и позволяют работать с изображением как в режиме визуально-компьютерного дешифрирования, так и в автоматическом режиме посредством автоматизированного дешифрирования.

Экстраполяция эталонов, несомненно, должна учитывать зональность территорий исследования. А так как лесорастительные условия приурочены не только к зонам, но и к конкретным ландшафтам, то при дешифрировании важно учитывать различия в развитии лесных насаждений в них. Очевидно, что насаждения одинакового породного состава в различных климатических зонах отличаются своими таксационными характеристиками. Поэтому при эталонировании необходимо учитывать их место в ландшафте и зональные характеристики [7, 4]. Фотоэталонирование позволяет значительно ускорить процесс дешифрирования лесной растительности, а возможность возникновения ошибки свести к минимуму.

Наиболее эффективен метод фотоэталонирования во взаимосвязи с естественными изменениями, происходящими с лесной растительностью, а именно с фенологическими фазами.

Одним из ключевых направлений использования фенологии при оценке и картографировании ареалов инвазий является фенологическая индикация.

Сроки наступления выбранных фенологических фаз устанавливают в зависимости от целей фенологических наблюдений. В одних случаях учитывают только отдельные фазы – индикаторы сезонного развития природы или наиболее хозяйственно важные, такие как цветение, созревание плодов и семян, их распространение, в других, если нужно получить достаточно полное представление о фенологических особенностях растений, наблюдениями охватывают все основные фазы.

Для фенологической индикации лиственных пород по разновременным аэрокосмическим снимкам наиболее репрезентативна фаза расцветивания и опадания листьев. Изменение окраски листвы на осенних снимках является дополнительным дешифровочным признаком, в том числе для индикации инвазивных видов (рисунки 1, 2). В связи с этим идентификация инвазивных пород должна включать в себя наблюдения за фенологическим состоянием лесов с целью выбора оптимального времени съемки, которые могут осуществляться по изображениям, получаемым с космических аппаратов Sentinel [3] и WorldView [6].

Результаты и обсуждение. Для проведения исследования распространения ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* Mash.) был выбран участок «Сахарный» (N48°42'11"; E44°37'00"), где была проведена опытная посадка для проверки его интродукции в условиях Волго-Ахтубинской поймы. Географические данные о местах произрастания были получены в ходе наземных исследований, при проведении работ была выполнена пространственная привязка при помощи GPS – приемника Garmin, а полученные данные преобразованы в shape-файл (*.shp).



Рисунок 1 – Участок «Сахарный». Летний снимок

По результатам полевых исследований были разработаны фотоэталонны изображения ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* Mash.). Выявлено, что массовое осеннее изменение цвета листвы ясеня пенсильванского (с преобладанием желтого цвета) в 2018 году в условиях Волго-Ахтубинской поймы прошло в третьей декаде сентября. Для проведения съемки исследуемого участка в это время был использован беспилотный летательный аппарат – квадрокоптер Phantom.



Рисунок 2 – Участок «Сахарный». Осенний снимок

Дешифрирование и выделение ареала ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* Mash.) не вызвало трудностей, так как фенологическая фаза осеннего изменения цвета листвы у данного вида началась раньше, чем у соседствующей породы дуб черешчатый (*Quercus robur* L.).

На аэроснимке (рисунок 3) очевидно проявляется разница в наступлении фенологической фазы у лиственных пород.

По гистограмме распределения пикселей для ясеня пенсильванского установлено среднее значение тона 136 единиц, стандартное отклонение 83, для дуба черешчатого среднее значение тона 98 единиц, стандартное отклонение 49. Отсюда следует, что

гистограммный анализ дает возможность на снимке разделить группы пикселей по тону, рассчитать площади, занимаемые породами, а также экстраполировать полученные результаты на аналогичные аэроснимки.

В результате эталонирования и дешифрирования разработан геоинформационный картографический слой ареала ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* Mash.) на участке «Сахарный», где были выявлены очаги инвазии (рисунк 4).

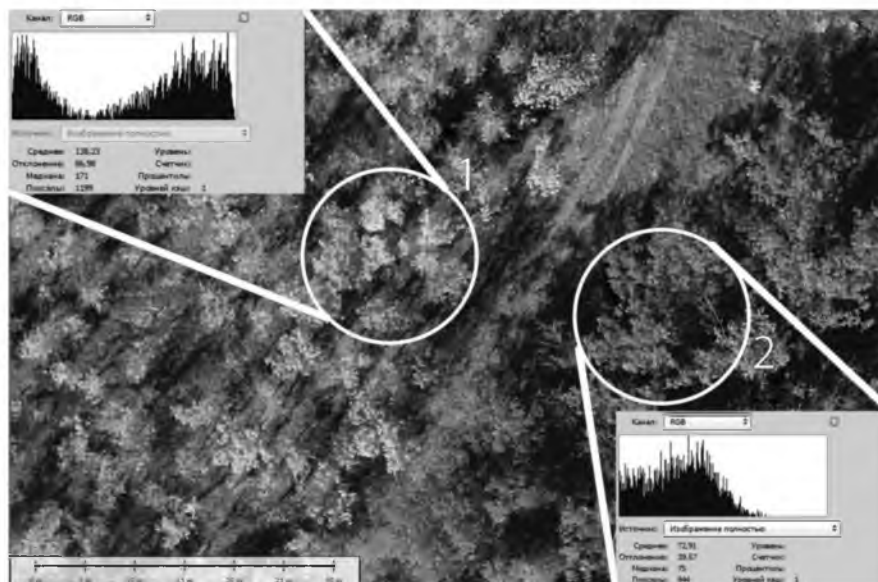


Рисунок 3 – Фенологическая индикация по аэроснимку:
ясень пенсильванский (1) и дуб черешчатого (2)



Рисунок 4 – Геоинформационный картографический слой
«ареалы ясеня пенсильванского». Участок «Сахарный»

Обработка результатов исследования показала, что на территории ключевого участка площадью 72,2 га площадь, занятая инвазивным видом, составляет 12,5 га, что чуть больше 17 %.

Заключение. Таким образом, фенологические признаки, базирующиеся на различиях в развитии растений, проявляются в ходе их развития, как, например, в осенний период изменение окраски листьев лиственных пород является прямым дешифровочным признаком и позволяет выявлять породный и видовой состав древесной растительности. Осенние аэрокосмоснимки отчетливо передают существующие в этот сезон года различия в цветовой окраске крон деревьев.

Использование фенологических индикаторов для дешифрирования цифровых аэроснимков БПЛА в сочетании с их аналитической классификацией в специализированных и геоинформационных программных комплексах обеспечивает высокую эффективность дистанционной оценки пойменных ландшафтов, выявление и распространение инвазивных видов, определение изменения площадей занятых ими участков, а также возможность применения точных координатных мер по борьбе с нежелательными инвазиями.

Библиографический список

1. Антропогенное загрязнение биоты и концепция биоценологических кризисов: К постановке проблемы [Текст] / Е. А. Шварц, Е. А. Белоновская, И. П. Второв и др. // Известия РАН. Серия географическая. – 1993. – № 5. – С. 40-52.
2. Виноградов, Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем [Текст] / Б.В. Виноградов. – М.: Наука, 1984. – С. 79.
3. Дворкин, Б.А. Европейская программа GMES и перспективная группировка спутников DZZ Sentinel [Текст] / Б.А. Дворкин // Геоматика. – 2011. – №3(12). – С. 14-26.
4. Зайцев, Г.Н. Фенология древесных растений [Текст] / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1981. – 120 с.
5. Кулик, К. Н. Картографо-аэрокосмический мониторинг ландшафтов [Текст] / К. Н. Кулик, А. С. Рулев, В. Г. Юферев // Мат. круг. стола. – г. Волгоград, 30 марта 2004 г. / ВолГУ. – Волгоград, 2004. – С. 215-219.
6. Кавайяс, Ф. Инвентаризация городских зеленых насаждений и их мониторинг с использованием данных WorldView-2 [Текст] / Ф. Кавайяс, Ю. Рамос, А. Бойе // Геоматика. – №3(12). – 2011. – С. 67-73.
7. Розно, С.А. Итоги интродукции древесных растений в лесостепи Среднего Поволжья [Текст] / С.А. Розно, Л.М. Кавеленова. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2007. – 228 с.
8. Русакова, Е.Г. Основные древесные породы фонда Астраханской области [Текст] / Е.Г. Русакова, М.В. Заболотная // Естественные науки. – 2011. – № 1 (34). – С. 22-51.
9. Юферев, В.Г. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации [Текст] / В.Г. Юферев, К.Н. Кулик, А.С. Рулев. – Волгоград: Изд-во ВНИАЛ-МИ, 2010. – 102 с.
10. Pernar, R. Estimating stand density and condition with the use of picture histograms and visual interpretation of digital orthophotos [Текст] / R. Pernar, D. Klobucar // Annales experimentis silvarum culturae provehendis. V. 40 / Zagreb: Universitas studiorum Zagrebiensis, Facultas forestalis. – 2003. – P. 81-111.
11. A Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity Montreal [Текст]. – 29 January 2000 United Nations, Treaty Series. – Vol. 2226. – P. 208.

Reference

1. Antropogennoe zagryaznenie bioty i koncepciya biocenoticheskikh krizisov: K postanovke problemy [Tekst] / E. A. Shvarc, E. A. Belonovskaya, I. P. Vtorov i dr. // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. - 1993. - № 5. - P. 40-52.
2. Vinogradov, B. V. Ajirokosmicheskij monitoring jekosistem [Tekst] / B. V. Vinogradov. - M.: Nauka, 1984. - P. 79.
3. Dvorkin, B. A. Evropejskaya programma GMES i perspektivnaya gruppirovka sputnikov DZZ Sentinel [Tekst] / B. A. Dvorkin // Geomatika. - 2011. - №3(12). - P. 14-26.
4. Zajcev, G. N. Fenologiya drevesnyh rastenij [Tekst] / G. N. Zajcev. - M.: Nauka, 1981. - 120 p.
5. Kulik, K. N. Kartografo-a)rokosmicheskij monitoring landshaftov [Tekst] / K. N. Kulik, A. S. Rulev, V. G. Yuferev // Mat. krug. stola. - g. Volgograd, 30 marta 2004 g. / VolGU. - Volgograd, 2004. - P. 215-219.

6. Kavajyas, F. Inventarizaciya gorodskih zelenyh nasazhdenij i ih monitoring s ispol'zovaniem dannyh WorldView-2 [Tekst]/ F. Kavajyas, Yu. Ramos, A. Boje // Geomatika. - №3(12). - 2011. - P. 67-73.

7. Rozno, S. A. Itogi introdukcii drevesnyh rastenij v lesostepi Srednego Povolzh'ya [Tekst] / S. A. Rozno, L. M. Kavelenova. - Samara: Izd-vo "Samarskij universitet", 2007. - 228 p.

8. Rusakova, E. G. Osnovnye drevesnye porody fonda Astrahanskoj oblasti [Tekst] E. G. Rusakova, M. V. Zabolotnaya // Estestvennye nauki. - 2011. - № 1 (34). - P. 22-51.

9. Yuferev, V. G. Geoinformacionnye tehnologii v agrolesomelioracii [Tekst] / V. G. Yuferev K. N. Kulik, A. S. Rulev. - Volgograd: Izd-vo VNIAL-MI, 2010. - 102 p.

10. Pamar, R. Estimating stand density and condition with the use of picture histograms and visual interpretation of digital orthophotos [Tekst]/ R. Pamar, D. Klobucar // Annales experimentis silvarum culturae provehendis. V. 40 / Zagreb: Universitas studiorum Zagrebiensis, Facultas forestalis. - 2003. - P. 81-111.

11. A Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity Montreal [Tekst]. - 29 January 2000 United Nations, Treaty Series. - Vol. 2226. - P. 208.

E-mail: vyuferev1@rambler.ru

УДК 631.6:004.9

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-41

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕЛИОРАТИВНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ

DIGITAL TECHNOLOGIES AS FACTOR OF THE COMPETITIVE ABILITY OF ENTERPRISES OF THE MELIORATIVE SECTOR OF THE ECONOMY

И.Ф. Юрченко, доктор технических наук, главный научный сотрудник

I.F. Yurchenko

*Всероссийский научно – исследовательский институт гидротехники и мелиорации
имени А. Н. Костякова, Москва*

*All – Russian research Institute of hydraulic engineering and land reclamation
named after A. N. Kostyakov, Moscow*

В период становления отечественной цифровой экономики информатизация производства рассматривается в качестве важнейшего резерва конкурентоспособности предприятия наряду с материально-техническими, финансовыми, трудовыми и пр. ресурсами. Цель работы – обоснование принципов формирования информационных цифровых систем и механизмов функционирования информационных цифровых технологий в бизнес-процессах хозяйствующих субъектов мелиоративного водохозяйственного комплекса для роста конкурентоспособности последних. В исследовании использовались системный подход, анализ, синтез, а также обобщение мировых тенденций, отечественной и зарубежной теории и практики взаимодействия цифровых технологий и бизнеса. Показано, что цифровая инфраструктура сферы мелиорации не отвечает уровню автоматизирования управления и роста области применения цифровых систем, достигнутых в развитых секторах экономики страны и за ее рубежом. Охарактеризованы факторы конкурентоспособности хозяйствующего субъекта, успешно реализуемые при поддержке управленческих решений цифровыми системами. Выявлено влияние инновационных цифровых технологий на стратегическое развитие бизнес-структур и в рамках занимаемой ниши и сложившегося позиционирования предприятия. Рассмотрены причины неудовлетворительного внедрения высокотехнологичных инноваций предприятиями традиционных отраслей промышленности. Установлено, что трансфер цифровых технологий из высокотехнологичного сектора производства в низкотехнологичный является важным условием роста конкурентоспособности как традиционного, так и высокотехнологичного секторов экономики.

In the period of the national digital economy formation, the computerization in the sphere of production is considered as the most important reserve of competitiveness of the enterprise along with material and technical, financial, labor, resources etc. The purpose of the research is to substantiate the principles of

information digital systems of formation and as well as mechanisms of information digital technologies functioning in business and economic entities within reclamation water management systems and projects. The study was based on the systematic analysis, synthesis, and generalization of the global trends, using domestic and foreign theories and practices of digital technologies and business interaction. It is shown that the digital infrastructure of land reclamation does not meet the level of automation in management so the growth of the digital systems' application has achieved in the advanced spheres of the economy and abroad. The factors of competitiveness of an economic entity, which are successfully implemented with the support of management decisions by the use of digital systems, are given. The influence of innovative digital technologies on the strategic development of business and within the considered sphere of activity as well as the current situation of the given enterprise is revealed. The reasons of unsatisfactory application of high-tech innovations in the traditional enterprises are considered. It is shown that the digital technologies transfer from high-tech to low-tech enterprise sector is important to the competitiveness rise in both traditional and high-tech sectors of the economy.

Ключевые слова: цифровые технологии, конкурентоспособность предприятий, мелиорация, развитие мелиорации.

Key words: digital technologies, enterprise competitiveness, reclamation, development of reclamation.

Введение. В последнее время в качестве приоритетного подхода к обеспечению конкурентоспособности экономики Российской Федерации рассматривается информатизация производства как гаранта действенности бизнес-процессов субъектов экономической деятельности (организаций, интегрированных структур и т.п.) [9]. В программе «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной распоряжением Правительства от 28 июля 2017 г. № 1632-р, установлены задания и сроки претворения в жизнь мероприятий поддержки государством развития в России эффективного производства на основе: комплексного применения высоко интегрированных компьютерных технологий; автоматизирования; «цифровых двойников»; цифрового моделирования и обработки информации на всех стадиях планирования, разработки, обеспечения качества изготовления, эксплуатации, вплоть до утилизации, т. е. всего жизненного периода продукта. Использование указанных подходов планируется для большей доступности государственных и коммерческих услуг, снижения издержек на продвижение товаров и продукции, оптимизации времени проведения платежей и создания альтернативных источников дохода.

Цель настоящей работы состоит в обосновании принципов формирования информационно-цифровых систем (ИЦС) и механизмов функционирования информационно-цифровых технологий (ИЦТ) в бизнес – процессах хозяйствующих субъектов мелиоративного водохозяйственного комплекса для роста конкурентоспособности последних. Актуальность исследований вызвана отсутствием в сфере мелиорации должной теоретической и методической базы решения указанных вопросов при всей их исключительной важности, а также противоречивостью оценок действенности взаимосвязи между стратегией бизнеса и цифровыми способами [7, 8].

Материалы и методы. В работе использованы базовые методы: системный подход, анализ, синтез, а также обобщение мировых тенденций, отечественной и зарубежной теории и практики взаимодействия ИЦТ и бизнеса, способствующих конкурентоспособности предприятий, в особенности принадлежащих к традиционным секторам экономики, включающих агропроизводство и мелиоративную деятельность. Источником сведений служили труды научно-практических конференций, совещаний и семинаров; периодическая печать, сеть Интернет; данные органов государственной статистики.

Результаты и обсуждение. В устанавливаемых реалиях эволюции рыночной экономики важнейшим резервом конкурентоспособности предприятия, наряду с материально-техническими, финансовыми, трудовыми и прочими ресурсами, становится

информация, своевременность, полнота и достоверность которой определяет эффективность управляющих воздействий на горизонтальном и вертикальном уровнях функционирования подразделений производства. Формирование информации для организации производства качественной и прибыльной продукции (услуги), выполняется цифровой системой предприятия, интегрирующей членов производственного процесса в едином информационном поле и обеспечивающей контролируемый доступ к сведениям о продукции, материалах и производстве [11, 19, 20].

Повышение требований рынка к свойствам поставляемого продукта, внедрение сети Интернет в инфраструктуру цифровых систем обуславливает трансформацию способов изготовления продукции, что делает необходимым обеспечивать автоматизирование не разрозненных функций, а выполнять комплексное и интегрированное автоматизирование процессов, обуславливающих конкурентоспособность предприятия и поставляемой на рынок продукции.

Следует отметить, что цифровая инфраструктура в области мелиорации не отвечает уровню автоматизирования управления и роста области применения цифровых систем, достигнутого в развитых секторах экономики страны [1, 3, 12, 13]. Изначально разработка цифровых способов ориентировалась на автоматизирование инвестиционных проектов мелиорации и была направлена на формирование исключительно цифрового фонда, реализуемого в формате моделей объектов проектирования и специализированных прикладных программ, обеспечивающих решение задач создания и эксплуатации проектируемого объекта.

Автоматизирование проектирования в мелиоративном секторе экономики началось в 60-х годах XX столетия [2, 14]. В первую очередь осуществлялась механизация выборочных процедур, требующих многочисленных арифметических вычислений и незначительного количества использующихся аналитических зависимостей и алгоритмов. Последующий шаг – автоматизированное решение целевых задач, устанавливающих конструктивные отличия и параметры проектируемого мелиоративного водохозяйственного комплекса. В конце 70-х и начале 80-х годов двадцатого века активизировалось создание программных продуктов для оценки фильтрации и водно-солевых условий поливаемых земель, расчетов дренажа, прогнозирования эволюции агропроизводства и потребления важнейших природных ресурсов (воды и земли). С середины 70-х в мелиоративном секторе экономики преобладает реализация систем автоматизированного проектирования, основанных на производственных линиях проектирования (ТЛП) для функциональных структур проектируемого объекта мелиорации. К началу реформ экономики страны в 90-е годы двадцатого столетия в проектных институтах функционировало более трехсот пятидесяти САПР и (по оценкам экспертов) свыше 200 специализированных программ, предназначенных, в основном, для автоматизирования процесса проектирования мелиоративных объектов.

Изменения отечественного хозяйственного механизма: хозрасчет, самофинансирование, самокупаемость, становление рынка – повлекли за собой как снижение объемов проектирования, так и невостребованность САПР. Проектировщики, обеспечивая экономию фонда зарплаты, прекратили выполнение специфических работ по автоматизации. Помимо снижения качества проекта из-за отказа от требуемого рассмотрения возможных вариантов и нарушения производственного процесса проектирования, отсутствие спроса привело к практически полной потере «цифрового наследия» мелиорации.

Наступившее время, отличающееся новым «экологическим мышлением» общества и трансформацией политической и экономической инфраструктуры производства, требует создания инновационных ЦТ с привлечением креативных направлений в методологии, математических моделях и способах моделирования; действенных технологий, оборудования, средств коммуникации [6].

Сейчас в мелиоративных предприятиях наблюдается потребность в классе современных управленческих систем, обеспечивающих поддержку принятия решений – СППР. Отмечается положительная динамика в создании, внедрении и использовании ЦТ в мелиоративном производстве, свидетельством чему служат:

- периодическая ротация компьютеров, оборудования и средств информационно-коммуникационных связей;
- применение совершенных коммерческих программ «цифрового офиса»;
- организация совместного функционирования разнородной программной продукции, технических платформ, коммуникационных сетей и др.;
- приоритет применения управляющих цифровых систем производства, а не цифровых систем управления информацией;
- адаптация унифицированных коммерческих цифровых систем предприятия передовых отраслей экономики в практике мелиоративной деятельности.

Однако немногочисленные ЦТ, функционирующие в мелиоративных предприятиях, разобщены и реализуются, в большинстве своем, на базе различных (аналитических, статистических и технических) платформ для автоматизации подсистем производства, что снижает действенность управленческих воздействий и повышает издержки производства, негативно сказывающиеся на конкурентоспособности как продукции, так и предприятия в целом.

Бурное развитие цифровых технологий во всем мире свидетельствует о потребности в них предприятий, но легкость тиражирования ЦТ конкурентами и скорость последующей за этим утраты уникальности производства и продукции создают двойственность в оценке ЦТ как фактора конкурентоспособности предприятия [5, 11].

Вместе с тем очевидна важность роли новой информации и знания внутрипроизводственных процессов; политики конкурентов и поставщиков материально технических ресурсов; запросов потребителей; задач государства; действий международных организаций и т. п. условий хозяйствования в обеспечении конкурентоспособности предприятий [4, 10, 17, 18]. В случае утраты полученных преимуществ из-за соответствующей реакции конкурентов у предприятия не снижается уровень эффективности бизнес-процессов и остается возможность функционирования в рамках занимаемой ниши и сложившегося позиционирования.

Для приобретения информационного ресурса используются программное обеспечение контроля, учета и анализа операций производства и управления; системы документооборота, базы данных отраслевых организаций, государственные и корпоративные порталы, сайты конкурентов и др. источники, предопределяющие фрагментарность и разрозненность исходных данных. От автоматизации процессов систематизации разобщенной и разрозненной информации различного формата в единое информационное пространство и управления этим пространством напрямую зависит уровень эффективности бизнес-процесса, что дает основание относить ЦТ к факторам конкурентоспособности предприятия.

Согласно проведенному анализу, к эффективным факторам конкурентоспособности хозяйствующего субъекта, которые успешно реализуются при поддержке управленческих решений цифровыми системами (ЦС), формируемыми на базе ЦТ, относятся [15, 16]:

- снижение себестоимости процедур выпуска продукции (услуг);
- повышение потребительских свойств продукции на базе трансформации конструктивных и технологических решений;
- расширение рынков сбыта;

- оптимизация периода обновления поставляемой на рынок продукции;
- оперативность стратегического, тактического и повседневного планирования;
- строгий учет и выверенность действий на трансформацию потребительского спроса;
- совершенствование услуг логистики;
- упорядочивание состава и структуры документооборота и потоков информации;
- повышение действенности внутрипроизводственного согласования воздействий и регулирования производства;
- рост производительности труда при его автоматизации и отсутствии рутины.

Очевидно, что возможности цифровых систем, гарантирующие конкурентоспособности организации, во многом зависят от качества и доступности используемой информации, квалификации пользователей, мотивации персонала на совершенствование бизнес-процессов, влияющих на эффективность использования аналитической информации. По мере уменьшения стратегической значимости технологии для рыночной конкуренции роль навыков ее повседневного использования может стать определяющей в успешности предприятия [5, 6, 11].

Конкурентоспособность самих ЦС обеспечивается [6, 11, 18]:

- целостностью, обусловленной научно-методическим обоснованием принципов создания и эволюции;
- взаимосвязанностью цифровых фондов и операций их регулирования, повышающих действенность координации организации;
- использованием унифицированной ЦТ трансформации и трансферта данных;
- применением единых стандартов накопления данных, согласованных с общемировыми, способствующим объединению информационных потоков;
- модульностью разработки, открытостью и гибкостью архитектуры, реализующей возможность постоянного роста и эволюции;
- высоким уровнем интеграции специализированных программ и автоматизации информационных процедур и операций функциональных структур организации, учитывающих сбалансированность производственных процедур и операций;
- большими объемами обрабатываемых данных, скоростью их трансформации и обмена;
- степенью корректности, актуальности и защищенности сведений о производственных операциях организации и производимой продукции в технологических линиях;
- действенностью связи как между структурными образованиями, так и членами технологической линии;
- информационной безопасностью, санкционированием и разграничением доступа к информации;
- наличием профессиональных специалистов, взаимосвязанных с основной деятельностью организации, специально подготовленных к эксплуатации высокотехнологичных цифровых систем.

Неудовлетворительное решение этих вопросов влечет отклонения от сроков реализации запланированных мероприятий, повышение издержек производства, потерю потребительских свойств продукции, прочие негативные явления, ведущие к утрате действенности бизнес-процессов.

Одним из путей повышения технологичности ЦС в традиционных секторах производства может стать их трансфер из высокотехнологичных секторов [11]. При этом обеспечивается рост уровня конкурентоспособности в традиционном секторе производства, вызванный инновационными преобразованиями. Обязательным условием, га-

рантирующим целесообразность такого трансфера, является готовность предприятия традиционного сектора экономики к внедрению инноваций. Для высокотехнологичных секторов экономики влияние степени взаимосвязей с традиционными отраслями на конкурентоспособность обусловлено уровнем востребованности инновационных технологий в предприятиях низкотехнологичных отраслей.

Конечно, каждое отдельно взятое предприятие делает собственный выбор инновационного развития, который базируется на тщательном анализе потребностей, учитывающем реальные ситуации и индивидуальные предпочтения. И все же представляется правильным не забывать о «классическом» подходе к решению этой проблемы, сформулированном исследователем влияния ЦТ на конкурентоспособность бизнес-процессов Николасом Дж. Карром: «Расходуйте меньше; следуйте за лидером, а не рвитесь вперед; вводите инновации, если риски незначительны; думайте о недостатках, а не о возможностях» [5].

В отечественной практике мелиоративной деятельности сложившиеся объемы капиталовложений в высокотехнологичные системы автоматизации по существу лишают организации возможности полномасштабного внедрения цифровых способов. Наличествующая высокая степень износа и устаревания оборудования и сооружений мелиоративного водохозяйственного комплекса препятствует реализации инновационных цифровых способов регулирования производства [1, 3, 19, 20]. Вследствие этого каждая ЦТ рассматривается как дополнение к традиционному управлению.

В условиях современного состояния экономики Российской Федерации эволюция инновационных процессов в доминирующем секторе традиционного производства может осуществляться за счет подпитки из высокотехнологичных секторов, что станет источником динамического роста экономики страны в целом. Это переводит проблему становления цифровой экономики в традиционных секторах производства на государственный уровень и не способствует росту оптимизма по поводу ее скорейшего и благоприятного решения. Однако опыт преодоления трудностей на примерах развития эволюции информатизации страны в целом и мелиоративного сектора производства в частности вселяет уверенность в реальности успешного разрешения проблемы.

Заключение. Применение информационной цифровой системы в практике регулирования производства сокращает затраты на выполнение процедур управленческих воздействий и улучшает потребительские свойства выпускаемого продукта, увеличивая тем самым конкурентоспособность организации.

Цифровые технологии, выполняя функции связующего звена между разрозненными фрагментарными сведениями, знаниями, данными внутри организации, в отрасли, в государственных структурах, представляют основу для инноваций, объединяющих высокие технологии с традиционными товарами и услугами. Это обеспечивает поставляемому продукту новые свойства, потенциально недоступные для предприятий традиционной отрасли без трансфера инноваций из высокотехнологичных секторов экономики.

Библиографический список

1. Бандурин, М.А. Применение систем управления базами данных при эксплуатационном мониторинге водопроводящих сооружений [Текст]/М.А. Бандурин // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 12-1. – С. 24-28.
2. Богачев, И.В. ИТ-инновации в России: возможности и основные направления в ближайшие годы. Форум Cnews 2013. Стенограмма выступления 14 ноября 2013 г. - Москва, 2013. [Электронный ресурс] / И.В. Богачев. – Режим доступа: <http://www.youtube.com/watch?v=H7o-ot787Mo>.

3. Волосухин, В. А. Программно-технический комплекс для проведения мониторинга и определения остаточного ресурса длительно эксплуатируемых водопроводящих сооружений [Текст]/ В. А. Волосухин, М. А. Бандурин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2013. – №1. – С. 57-68.
4. Джеффри, Марк. Маркетинг, основанный на данных. 15 показателей, которые должен знать каждый [Текст] / Марк Джеффри. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 136 с.
5. Карр, Николас Дж. Блеск и нищета информационных технологий. Почему ИТ не являются конкурентным преимуществом [Текст] /Николас Дж. Карр. – М.: Издательский дом «Секрет фирмы», 2005. – 79 с.
6. Марков Д.А. Реализация современной концепции управления машиностроительным предприятием в условиях российской экономики [Текст] / Д.А. Марков // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. Общественные и гуманитарные науки. – 2009. – № 12(90). – С. 17-21.
7. Научные основы создания и управления мелиоративными системами в России [Текст]/ под редакцией Л. В. Кирейчевой. – М.: «ФГБНУ ВНИИ агрохимии», 2017. – 296 с.
8. Новые технологии проектирования, обоснования строительства, эксплуатации и управления мелиоративными системами [Текст] /под ред. Л.В. Кирейчевой. – М.: ВНИИА, 2010. – С. 13-16.
9. Отчет «Цифровая Россия: Новая реальность», июль 2017 г. [Текст].
10. Портер, М. Конкуренция [Текст] / М. Портер. – М.: Изд. Дом «Вильямс», 2003. – 50 с.
11. Трушин, И.С. Кругозор абсорбции как ключевой фактор диффузии инноваций [Текст] / И.С. Трушин, А.И. Коваленко // Современная конкуренция. – 2015. – №4 (52). – С. 11-14.
12. Юрченко, И.Ф. Автоматизированное управление водораспределением на межхозяйственных оросительных системах [Текст] / И.Ф. Юрченко, В. В. Трунин //Известия Нижне-волжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – №2. – С. 178-184.
13. Юрченко, И.Ф. Методологические основы создания информационной системы управления водопользованием на орошении [Текст]/ И.Ф. Юрченко// Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 1. – С. 13-17.
14. Юрченко, И.Ф. Эффективность организационно-правовых форм использования мелиорируемых земель [Текст] / И.Ф. Юрченко, А.К. Носов //Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 6. – С. 10-12.
15. Hirsch-Kreinsen H. Knowledge-intensive entrepreneurship in low-tech industries [Text]. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited, 2014. – 264 p.
16. Jaegers, T. High-Technology and Medium-High Technology Industries Main Drivers of EU — 27's Industrial Growth [Text]// Eurostat Statistics in focus. – 2013. – № 1. – URL: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KSSF-13-001/EN/KS-SF-13_001-EN.PDF (дата обращения: 06.08.2014).
17. Luque A. An Option.
17. Vater Hendrick, Bail Elena. Working capital management. A guideline for sustained optimization of inventor ies, receivables and payables[Text]// Haufe-Lexware mbH&Co, 2013.– 80 p.
18. Watson, P. A New Model For Obtaining Sustainable Competitive Advantage [Text]/ P. Watson, N. Chileshe, D. Maslow // Construction Industry Development 2nd Postgraduate Conference –Cape Town, South Africa, 10-12 October. – 2004. – P. 129-141.
19. Yurchenko, I.F. Automatization of water distribution control for irrigation [Text]// International Journal of Advanced and Applied Sciences. – 2017. – № 4 (2). – С. 72-77.
20. Yurchenko I. F. Information support system designed for technical operation planning of reclamative facilities [Text]// Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2018. – №96 (5). – P. 1253-1265.

Reference

1. Bandurin, M. A. Primenenie sistem upravleniya bazami dannyh pri jekspluatacionnom monitoringe vodoprovodyaschih sooruzhenij [Tekst]/M. A. Bandurin // Sovremennye naukoemkie tehnologii. - 2016. - № 12-1. - P. 24-28.

2. Bogachev, I. V. IT-innovacii v Rossii: vozmozhnosti i osnovnye napravleniya v blizhajshie gody. Forum Cnews 2013. Stenogramma vystupleniya 14 noyabrya 2013 g. - Moskva, 2013. [Jelektronnyj resurs] / I. V. Bogachev. - Rezhim dostupa: <http://www.youtube.com/watch?v=H7o-or787Mo>.
3. Volosuhin, V. A. Programmno-tehnicheskij kompleks dlya provedeniya monitoringa i opredeleniya ostatochnogo resursa dlitel'no jekspluatiruemyh vodoprovodyaschih sooruzhenij [Tekst] / V. A. Volosuhin, M. A. Bandurin // Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura. - 2013. - №1. - P. 57-68.
4. Dzheffri, Mark. Marketing, osnovannyj na dannyh. 15 pokazatelej, kotorye dolzhen znat' kazhdyj [Tekst] / Mark Dzheffri. - M.: Mann, Ivanov i Ferber, 2013. - 136 p.
5. Karr, Nikolas Dzh. Blesk i nischeta informacionnyh tehnologij. Pochemu IT ne yavlyayutsya konkurentnym preimuschestvom [Tekst] / Nikolas Dzh. Karr. - M.: Izdatel'skij dom "Sekret firmy", 2005. - 79 p.
6. Markov D. A. Realizaciya sovremennoj koncepcii upravleniya mashinostroitel'nym predpriyatiem v usloviyah rossijskoj jekonomiki [Tekst] / D. A. Markov // Izvestiya Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A. I. Gercena. Obschestvennye i gumanitarnye nauki. - 2009. - № 12(90). - P. 17-21.
7. Nauchnye osnovy sozdaniya i upravleniya meliorativnymi sistemami v Rossii [Tekst] / pod redakciej L. V. Kirejchevoj. - M.: "FGBNU VNII agrohimii", 2017. - 296 p.
8. Novye tehnologii proektirovaniya, obosnovaniya stroitel'stva, jekspluatatsii i upravleniya meliorativnymi sistemami [Tekst] / pod red. L. V. Kirejchevoj. - M.: VNIIA, 2010. - P. 13-16.
9. Otchet "Cifrovaya Rossiya: Novaya real'nost'", iyul' 2017 g. [Tekst].
10. Porter, M. Konkurenciya [Tekst] / M. Porter. - M.: Izd. Dom "Vil'yams", 2003. - 50 p.
11. Trushin, I. S. Krugozor absorbcii kak klyuchevoj faktor diffuzii innovacij [Tekst] / I. S. Trushin, A. I. Kovalenko // Sovremennaya konkurenciya. - 2015. - №4 (52). - P. 11-14.
12. Yurchenko, I. F. Avtomatizirovannoe upravlenie vodoraspredeleniem na mezhhozyajstvennyh orositel'nyh sistemah [Tekst] / I. F. Yurchenko, V. V. Trunin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - №2. - P. 178-184.
13. Yurchenko, I. F. Metodologicheskie osnovy sozdaniya informacionnoj sistemy upravleniya vodopol'zovaniem na oroshenii [Tekst] / I. F. Yurchenko // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. - 2017. - № 1. - P. 13-17.
14. Yurchenko, I. F. Jefferktivnost' organizacionno-pravovyh form ispol'zovaniya melioriruemyh zemel' [Tekst] / I. F. Yurchenko, A. K. Nosov // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. - 2012. - № 6. - P. 10-12.
15. Hirsch-Kreinsen H. Knowledge-intensive entrepreneurship in low-tech industries [Text]. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited, 2014. - 264 p.
16. Jaegers, T. High-Technology and Medium-High Technology Industries Main Drivers of EU — 27's Industrial Growth [Text] // Eurostat Statistics in focus. - 2013. - № 1. - URL: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KSSF-13-001/EN/KS-SF-13-001-EN.PDF (дата обращения: 06.08.2014).
17. Luque A. An Option.
17. Vater Hendrick, Bail Elena. Working capital management. A guideline for sustained optimization of inventor ies, receivables and payables [Text] // Haufe-Lexware mbH&Co, 2013. - 80 p.
18. Watson, P. A New Model For Obtaining Sustainable Competitive Advantage [Text] / P. Watson, N. Chileshe, D. Maslow // Construction Industry Development 2nd Postgraduate Conference - Cape Town, South Africa, 10-12 October. - 2004. - P. 129-141.
19. Yurchenko, I.F. Automatization of water distribution control for irrigation [Text] // International Journal of Advanced and Applied Sciences. - 2017. - № 4 (2). - C. 72-77.
20. Yurchenko I. F. Information support system designed for technical operation planning of reclamative facilities [Text] // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. - 2018. - №96 (5). - P. 1253-1265.

E-mail: kolobanova.nina@yandex.ru

УДК 631.358:635.61/.63

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-42

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
РАЗРАБОТАННОГО КОМБАЙНА ДЛЯ УБОРКИ БАХЧЕВЫХ****ANALYTICAL DETERMINATION OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS
OF THE DEVELOPED COMBINE FOR CLEANING MELONS****А.Н. Цепляев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор****В.А. Цепляев, кандидат технических наук, доцент****М.В. Ульянов, кандидат технических наук, доцент****С.В. Климов, аспирант****A.N. Tseplyaev, V.A. Tseplyaev, M.V. Ulyanov, S.V. Klimov***Волгоградский государственный аграрный университет**Volgograd State Agrarian University*

При механизированной уборке бахчевых культур одним из наиболее важных агротехнических показателей служит повреждение плодов. Оно может быть наружным, явно видимым (потертости наружной поверхности, вмятины, надрезы и др.), а также внутренним (образованным при ударах, сжатиях и др.). По признакам наружного повреждения плоды легко сортируются на товарную продукцию и отходы. Большую сложность представляют плоды с внутренними повреждениями. Они определяются либо с применением специальных приборов, либо, чаще, по срокам хранения. Из литературных источников известно, что повреждение плодов при механической уборке возрастает с увеличением операций, многократного перебрасывания плодов, существенных отрезках их перекачивания даже шарообразных и других технологически необходимых операций. В статье рассмотрен разработанный авторами агрегат для уборки плодов бахчевых культур на примере арбузов. Он состоит из комбайна и валкообразователя. Комбайн бахчеуборочный, универсальный, максимальная ширина захвата (КБУ-5) – пять метров. Ориентирован в основном на подбор плодов сферической формы. Он зацепляется сзади трактора, впереди трактора навешивается валкообразователь с движущимися на нем лентами. Их привод обеспечивают два контурно-ленточных гидромотора. Этот валкообразователь формирует из плодов валок, который в последующем направляется к плодоподъемному ленточно-цепному подъемному контуру. Плоды направляются на внутреннюю поверхность контура с установленными на нем ковшами. Далее движущиеся ленты с ковшом поднимают плоды и укладывают на приемный стол. Подающие рукава перемещают плоды в мягкие контейнеры. При заполнении контейнеров они выгружаются гидроподъемником на поле. Плоды арбузов при достаточно большом весе весьма чувствительны к механическому воздействию рабочих элементов комбайна КБУ-5. Для снижения повреждения арбузов до показателей агротребований (5 %) аналитически найдена скорость движения комбайна и при подстановке цифровых величин в формулу вычислены предельные значения скорости: для арбузов – 1,2 м/с, для тыквы – 2,3 м/с, а также рассчитана производительность комбайна при уборке арбузов – $Q_{\max}=30$ т/ч. В заключении отражены результаты представленных в статье материалов.

When mechanized harvesting of melons and gourds one of the most important agrotechnical indicators is damage to the fruit. They can be clearly visible on the exterior (abrasions of the outer surface, dents, cuts, etc.), as well as internal, formed by shock, compression, etc.). By the signs of external damage, the fruits are easily sorted into commercial products and waste. Greater complexity is the fruit with internal damage. They are determined either by using special devices, and more often by storage time. It is known from literary sources that damage to fruits, during mechanical harvesting, increases with an increase in operations, multiple throwing of fruits, significant segments of their rolling, even spherical and other technologically necessary operations. The article considers the aggregate for harvesting the fruits of melon crops developed by the au-

thors on the example of watermelons. It consists of a combine and swath maker. Combine «melon harvesting», universal, five meters maximum width of the grip (KBU-5). It is mainly focused on the selection of fruits of spherical shape, it is hooked behind the tractor, and in front of the tractor the swath maker with strips moving on it is hung. Their drive provides two contour-band hydraulic motor. This swath former forms a swath, from the fruit, which is subsequently sent to a lifting chain-chain lifting contour. Fruits are directed to the inner surface of the contour with buckets mounted on it. Next, moving the tape with buckets raise the fruit and laid on the receiving table. Feed sleeves move fruits into soft containers. When filling containers, they are unloaded by a hydraulic ram on the field. The fruits of watermelons with a sufficiently large weight are very sensitive to the mechanical effect of the working elements of the KBU-5 combine. To reduce the damage of watermelons to the indicators of agro demands (5 %), the speed of movement of the combine was analytically found and when substituting digital values into the formula, speed limits were calculated: for watermelons - 1.2 m / s, for pumpkin – 2.3 m/s, and the combine productivity when cleaning watermelons is calculated - $Q_{\max}=30t / h$. The conclusion reflects the results of the materials presented in the article.

Ключевые слова: активный валкообразователь, ленточный контур, ковшовые ленты, приемный стол, допустимая скорость, производительность комбайна.

Key words: active rake, swath maker, bucket belts, receiving table, permissible speed, combine productivity.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 18-41-340016\18

Введение. Бахчевые культуры в Волгоградской области занимают более 100 тыс. га. По структуре посевов до 80 % площадей засевают семенами арбуза, до 12 % – тыквы, остальная площадь приходится на дыни, кабачки и т.д. Из всего собранного урожая арбузов реализуется только 60 %, остальные 40 остаются на поле или идут на корм животным. Для использования всего выращенного урожая необходимо механизировать процессы уборки и переработки собранной продукции [2, 4, 1].

При механизированной уборке бахчевых культур одним из наиболее важных агротехнических показателей служит повреждение плодов. Оно может быть наружным, явно видимым (потертости наружной поверхности, вмятины, надрезы и др.) [5, 7], а также внутренним (образованным при ударах, сжатиях и др.). По признакам наружного повреждения плоды легко сортируются на товарную продукцию и отходы. Большую сложность представляют плоды с внутренними повреждениями. Они определяются либо с применением специальных приборов, либо, чаще, по срокам хранения [5]. Из литературных источников известно, что повреждение плодов при механической уборке возрастает с увеличением операций, многократного перебрасывания плодов, существенных отрезках их перекачивания даже шарообразных и других технологически необходимых операций [3, 9].

Отсюда следует, что минимальное количество зон при механической уборке не должно превышать числа двух: зона захвата плода механическим устройством и зона его выгрузки [6, 4, 8].

Цель исследования сводилась к разработке бахчеуборочного комбайна с шириной захвата до 5 м метров (КБУ-5), оснащенного активным валкообразователем, контейнером с мягкой тарой и гидropодъемником для выгрузки контейнеров на поле.

Материалы и методы. Наиболее важные технологические показатели комбайна – это его предельная скорость и исходя из этого – максимально возможная производительность. Теоретически максимальная скорость комбайна определялась исходя из удельной

нагрузки, действующей со стороны рабочего органа на плод. Нагрузки эти носят ударный характер, что существенно повышает риск повреждения плодов, в частности арбузов [5, 10]. Но если от удара прямого перейти к удару косому, что и предусматривается конструкцией комбайна, то скорость комбайна существенно повысится. Поскольку скорость напрямую влияет на производительность комбайна, то соответственно растет и этот показатель. Расчет теоретической производительности проводился по общеизвестной методике с учетом средней урожайности арбузов.

Результаты и обсуждение. Реализация поставленной цели заключалась в том, что разработать бахчеуборочный комбайн, способный, на наш взгляд, проводить уборку плодов бахчевых культур и не превышающий их повреждения с учетом агротехнических требований. Схема комбайна представлена на рисунке 1.

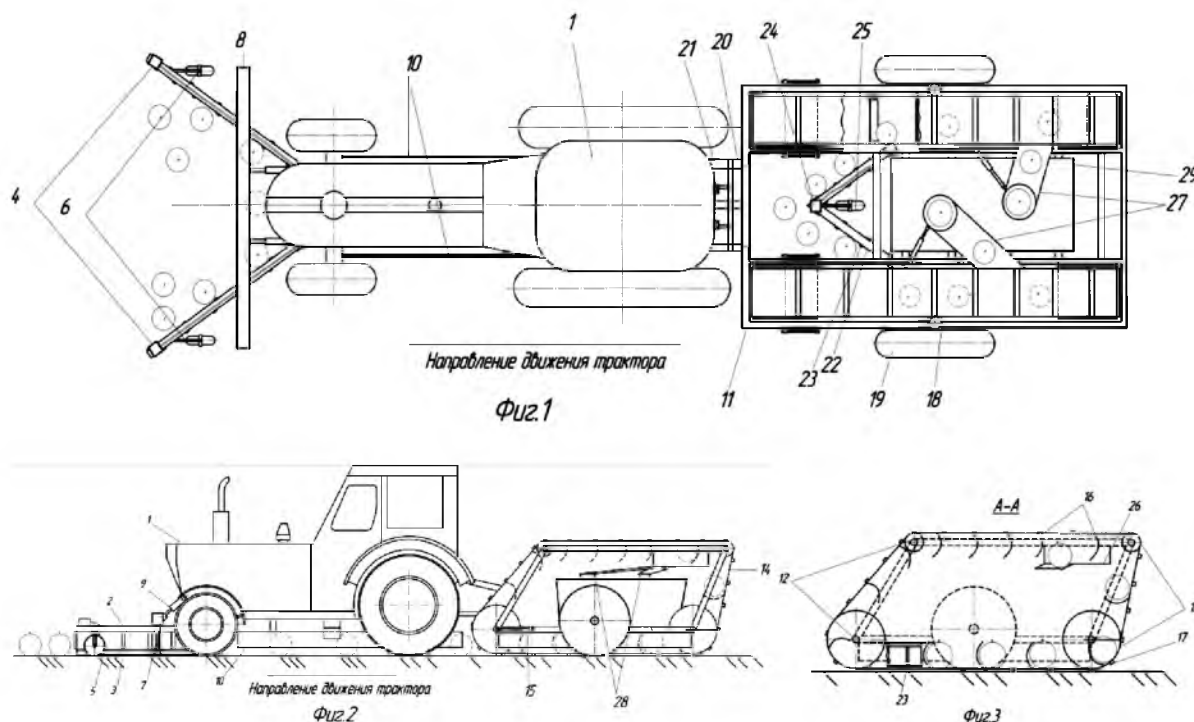


Рисунок 1 – Схема комбайна для уборки плодов бахчевых культур КБУ-5

- 1 – трактор; 2, 22 – ленточный контур; 3, 23 – плодоперемещающие элементы; 4, 24 – контурно-ленточный гидромотор; 5 – плетеотрывные планки; 6, 25 – поворотные-профильные колеса; 7 – упруго-телескопическое звено; 8 – рама коробчатая; 9, 21 – гидродъемник бахчеуборочного комбайна; 10 – плодотводы; 11 – конутрная рама; 12 – контурные якорные опоры; 13 – упоры; 14 – ковшовые ленты; 15 – пружинно-телескопические звенья; 16 – профильные лопасти; 17 – шипы; 18 – гидродъемники; 19 – опорно-регулируемые катки; 20 – прицеп; 26 – приемный стол; 27 – подающие рукава; 28 – приемник; 29 – бункер-накопитель

Перед трактором 1 смонтирован валкообразователь с движущимися лентами. Он снабжен ленточным контуром 2 с плодоперемещающими элементами 3, с приводом от контурно-ленточных гидромоторов 4. Элементы валкообразователя установлены под углом 45...65° к направлению движения. Снизу трактора закреплены плодотводы 10, исключаящие наезд колес на плоды.

Сзади трактора зацепляется комбайн КБУ-5. Комбайн КБУ-5 включает контурную раму 11 с расположенными на ней контурными якорными опорами 12, упорами 13 и замкнутыми ковшовыми лентами 14 с пружинно-телескопическим звеном 15. На контурной раме 11 находятся две замкнутые ковшовые ленты 14, на внутренней поверхности которых имеются профильные лопасти 16, выполненные в виде эллипсовидных ковшей, зафиксированных к ковшовой ленте 14 под углом $65...75^\circ$, а сама профильная лопасть 16 футерована упругим материалом. Ковшовая лента 14 в нижней части имеет шипы 17. Рама 11 шевронного контура опирается на опорно-регулирующие катки 19 и имеет прицеп 20.

В центре подборщика между ковшовыми лентами 14 находится вкатыватель плодов. Он включает контур 22 с плодоперемещающими элементами 23, с двигателем от ленточного гидромотора 24. Ленточные контуры 22 находятся под углом $45...65^\circ$ к прямолинейному направлению движения, вкатыватель осуществляет опору на копирующий каток 25.

В верхней части комбайна размещен приемный стол 26 и подающие рукава 27, на конце подающих рукавов 27 предусмотрены приемники 28, под которыми установлен бункер-накопитель 29 для плодов.

Работа комбайна с активным вкатывателем плодов бахчевых культур происходит следующим образом.

Перед эксплуатацией комбайна осуществляют необходимые регулировки, позволяющие надежно выполнять технологический процесс, производится проверка качественного подъема и опускания агрегата гидросистемой трактора, осуществляется проверка натяжения ковшовых лент 14 и ленточных контуров 2, 22. Комбайн с активным вкатывателем подъезжает к бахчевому полю, и с помощью гидравлической навесной системы 9 и 21 трактора агрегат переводится в рабочее положение. Необходимо установить в плавающее положение распределитель гидравлической системы трактора. В результате валкообразователь и вкатыватель опираются на поворотно-профильные колеса 6, 25, а комбайн – через опорные барабаны на ковшовые ленты 14 с шипами 17.

В результате рабочего хода комбайна плоды, расположенные на поверхности поля, перемещаются валкообразователем. Приводные контурно-ленточные гидромоторы 4 через ленточные контуры 2 с плодоперемещающими элементами 3 передают крутящий момент плодам, лежащим на поверхности поля, тем самым плоды перемещаются, и происходит формирование валка под трактором. Обеспечение чистоты образованного валка, то есть отделение плети от плодов, происходит благодаря плетеотрывной планке 5. В передней части нижнего основания трактора перед колесами зафиксированы плодотводы 10, позволяющие исключить повреждение плодов о колеса.

Захват плодов осуществляется ленточными контурами 22 вкатывателя с плодоперемещающими элементами 23, и плоды перекачиваются благодаря работе приводных контурно-ленточных гидромоторов 24. Дальнейшее перемещение плодов происходит в нижнюю часть ковшовых лент 14, которые перекачивают их по поверхности поля со скоростью, равнозначной прямолинейной скорости перемещения трактора. Такое движение происходит за счет взаимодействия почвозацепов 17 с почвой. Плоды, перемещенные на плодоподъемный контур, фиксируются профильными лопастями 16. В результате плоды поднимаются профильными лопастями 16 с поверхности поля и поступают на приемный стол 26 и подающие 27 рукава, далее через приемник 28 плодов движутся в бункер-накопитель 29. Дальнейшая укладка плодов происходит в контейнеры.

Поскольку комбайн универсален и ориентирован на уборку, в том числе плодов арбуза, чувствительных к механическим воздействиям, то аналитико-экспериментальным способом была определена скорость движения комбайна исходя из повреждения плодов.

$$V_{\text{доп}} = \left[\frac{\frac{\sigma_H}{1 + \varphi_T} \pi \cdot r_y^2 \delta + \frac{cb^2}{2}}{m \left(1 - \frac{\eta^2}{2} - \eta \right)} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (1)$$

где σ_H – нормальное допустимое напряжение плода; φ_T – угол между суммарными векторами сил и скорости, действующими на плод, рад; η – коэффициент восстановления тела; m – масса тела, кг; c – жесткость транспортной ленты, Н/м; b – глубина деформации транспортной ленты при ударе, м; δ – толщина коры, м; r_y – радиус плода, м.

Теоретическая производительность комбайна определится по формуле:

$$Q_K = 0,36 \cdot B_K \cdot V_{\text{доп}}, \text{ (га/ч)},$$

где B_K – ширина захвата комбайна, м; $V_{\text{доп}}$ – допустимая скорость движения комбайна, м/с.

Если учесть, что урожайность арбузов Y_a (т/га), то производительность будет равна:

$$Q_y = 0,36 \cdot B_K \cdot V_{\text{доп}} \cdot Y_a, \text{ (т/ч)}.$$

Поскольку допустимая скорость определяется выражением (1), то максимальная производительность будет равна:

$$Q_y = 0,36 \cdot B_K \cdot \left[\frac{\frac{\sigma_H}{1 + \varphi_T} \pi \cdot r_y^2 \delta + \frac{cb^2}{2}}{m \left(1 - \frac{\eta^2}{2} - \eta \right)} \right]^{\frac{1}{2}} \cdot Y_a \quad (2)$$

Экспериментальными исследованиями установлено, что допустимая скорость при уборке арбузов комбайном не может быть выше 1,2 м/с (для тыквы – 2,3 м/с). Тогда при средней урожайности $Y = 15$ т/га, $Q_{\text{max}} = 30$ т/ч.

Вывод. На основе комплексного подхода к технологии уборки арбузов разработан комбайн, способный убирать плоды с повреждением, не превышающим показатели агротребований (до 5 %). Комбайн выполняет одновременно несколько операций: сбор плодов в валок активным валкообразователем, перемещение и подачу их в мягкий эластичный контейнер, выгрузку контейнера с укладкой его на поле. При этом определена предельно допустимая скорость комбайна при уборке арбузов равная 1,2 м/с (4,32 км/ч), а при уборке тыквы максимально допустимая технологическая скорость – 2,3 м/с (8,3 км/ч), производительность комбайна при уборке арбузов $Q_{\text{max}} = 30$ т/ч.

Библиографический список

1. Медведев, Г.А. Бахчеводство [Текст] : учеб. / Г.А. Медведев, А.Н. Цепляев. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 192 с.

2. Оценка эффективности развития растениеводства [Текст]/ В.П. Зволинский, О.В. Зволинская, А.В. Головин и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 3 (47). – С. 266-274.
3. Создание условий для конвейерного поступления плодов арбуза на продовольственный рынок с целью расширения сроков потребления [Текст] / Е.С. Таранова, Е.А. Корпачева, В.П. Зволинский и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 3 (31). – С. 103-106.
4. Уборка плодов бахчевых культур [Текст]/ А.Н. Цепляев, В.Г. Абезин, Д.В. Скрипкин и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 2 (22). – С. 155-159.
5. Цепляев, А.Н. Физико-механические свойства плодов бахчевых культур [Текст] / А.Н. Цепляев, А.Ю. Китов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 3 (47). – С. 216-225.
6. Шапров, М.Н. Обоснование конструкции роторного подборщика для уборки плодов бахчевых культур [Текст] / М.Н. Шапров, А.В. Седов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 4 (32). – С. 214-217.
7. Шапров, М.Н. Механизированная технология выборочной уборки плодов бахчевых культур [Текст] / М.Н. Шапров, В.Г. Абезин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 3 (35). – С. 94-96.
8. Reasoning-based vision recognition for agricultural humanoid robot toward tomato harvesting [Текст]/ X. Chen, K. Chaudhary, Y. Tanaka et al. // Paper presented at the IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2015 – December 6487-6494. doi: 10.1109/IROS.2015.7354304 Retrieved from www.skopus.com.
9. Zur Anwendbarkeit optimaler Versuchsplane für die Schätzung einer polynominalen Regressionsfunktion im Feldversuchswesen. Harpke, Karl. Arch. Acker // Pflanzenbau Bodenk. – Berlin 34, 1990, 3. – P. 205-212.
10. Zur Bodenstruktur von Hochoder und Schlussfolgerungen zu ihrer Auslastbarkeit durch Wind. Haupt, Rainer. Arch. Acker// Pflanzenbau Bodenk. – Berlin 34, 1990, 6. – P. 393-402.

Reference

1. Medvedev, G. A. Bahchevodstvo [Текст]: ucheb. / G. A. Medvedev, A. N. Ceplyaev. - SPb.: Izdatel'stvo "Lan", 2014. - 192 s.
2. Ocenka [ffektivnosti razvitiya rastenievodstva [Текст]/ V. P. Zvolinskij, O. V. Zvolinskaya, A. V. Golovin i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 3 (47). - S. 266-274.
3. Sozdanie uslovij dlya konvejernogo postupleniya plodov arbuza na prodovol'stvennyj rynek s cel'yu rasshireniya srokov potrebleniya [Текст] / E. S. Taranova, E. A. Korpacheva, V. P. Zvolinskij i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - № 3 (31). - S. 103-106.
4. Uborka plodov bahchevyh kul'tur [Текст]/ A. N. Ceplyaev, V. G. Abezin, D. V. Skripkin i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2011. - № 2 (22). - S. 155-159.
5. Ceplyaev, A. N. Fiziko-mehaniicheskie svojstva plodov bahchevyh kul'tur [Текст] / A. N. Ceplyaev, A. Yu. Kitov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 3 (47). - S. 216-225.
6. Shaprov, M. N. Obosnovanie konstrukcii rotomogo podborschika dlya uborki plodov bahchevyh kul'tur [Текст] / M. N. Shaprov, A. V. Sedov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - № 4 (32). - S. 214-217.
7. Shaprov, M. N. Mehanizirovannaya tehnologiya vyborochnoj uborki plodov bahchevyh kul'tur [Текст] / M. N. Shaprov, V. G. Abezin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - № 3 (35). - S. 94-96.
8. Reasoning-based vision recognition for agricultural humanoid robot toward tomato harvesting / X. Chen, K. Chaudhary, Y. Tanaka at al. // Paper presented at the IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2015 - Dezember 6487-6494. doi: 10.1109/IROS.2015.7354304 Retrieved from www.skopus.com.

9. Zur Anwendbarkeit optimaler Versuchsplane für die Schätzung einer polynominalen Regressionsfunktion im Feldversuchswesen. Harpke, Karl. Arch. Acker // Pflanzenbau Bodenkd. – Berlin 34, 1990, 3. – P. 205-212.

10. Zur Bodenstruktur von Hochoder und Schlussfolgerungen zu ihrer Auslastbarkeit durch Wind. Haupt, Rainer Arch. Acker // Pflanzenbau Bodenkd. – Berlin 34, 1990, 6. – P. 393-402.

E-mail: can_volgau@mail.ru

УДК: 631.672:631.347

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-43

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

FUNCTIONAL-TECHNOLOGICAL MODEL OF IRRIGATION SYSTEM

М.Н. Лытов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

В.В. Бородычев, академик РАН

M.N. Lytov, V.V. Borodychev

*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский
институт гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова*

*Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian research Institute of Hydraulic Engineering
and Land Reclamation named after. A. N. Kostyakova»*

Материалы статьи посвящены разработке функциональной технологической модели оросительной гидромелиоративной системы с формированием потоковой компонентно-конструктивной структуры как материальной основы реализации всего комплекса функций. Неразрывная взаимосвязь четырех основных функций: технологической, энергетической, экологической и функции управления оросительными гидромелиоративными системами – постулируется как основа проводимых исследований. Объектом исследований являются гидромелиоративные системы нового поколения, которые рассматриваются как сложный природно-технический комплекс, обеспечивающий регулирование круговорота вещества, энергии и информации в агроландшафтах. На основе общих системных взаимосвязей рассредоточенных конструктивных компонентов оросительных гидромелиоративных систем выделено пять основных структурных элементов технологической функции, реализуемых в рамках единой потоковой функциональной модели. Структурирован конструктивно-компонентный состав функции водозабора, функции водоподготовки, транспорта оросительной воды, функции орошения и водооборотная функция. Содержание каждой из перечисленных функций раскрывается с указанием конструктивных компонентов технической системы. Предложены подходы к выбору функциональных компонентов системы, определены критерии для каждого элемента потоковой структуры технологической функции. Предложенная модель с раскрытой совокупностью конструктивно-компонентных элементов системы может быть использована в качестве структурированной основы сращивания технологической, энергетической, экологической функций оросительной гидромелиоративной системы, а также функции интеллектуального автоматизированного управления.

The materials of the article are devoted to the development of a functional technological model of irrigation system with the formation of a stream component-structural structure as a material basis for the implementation of the whole complex of functions. The indissoluble interrelation of four main functions: technological, power, ecological and management functions of irrigation systems is postulated as a basis of the conducted researches. The object of research is a new generation of irrigation and drainage systems, which are considered as a complex natural and technical complex that provides regulation of the cycle of matter, energy and information in agricultural landscapes. On the basis of the General system interconnections of dispersed structural components of irrigation systems, five main structural elements of the technological function implemented within the framework of a single stream functional model are identified. Structurally-component composition of water intake

function, water treatment function, irrigation water transport function, irrigation function and water circulation function is structured. The content of each of these functions is disclosed with an indication of the structural components of the technical system. The approaches to the choice of functional components of the system are proposed, the criteria for each element of the flow structure of the technological function are determined. The proposed model with the disclosed set of structural and component elements of the system can be used as a structured basis for splicing technological, energy, environmental functions of irrigation system, as well as the function of intelligent automated control.

Ключевые слова: гидромелиоративная система, модель, технологическая функция, конструктивно-компонентная структура.

Key words: hydro land reclaiming system, model, technological function, structural and component structure.

Введение. В современном понятийном поле определение гидромелиоративной системы персонифицируется как сложный природно-технический комплекс, обеспечивающий регулирование круговорота воды, вещества, энергии и информации в агроландшафтах [8]. Прямое воздействие на естественные природные круговороты коренным образом трансформирует окружающую среду, обеспечивая возможность комплексного управления условиями формирования агроландшафтов [5]. При этом важно учитывать и ряд основополагающих процессов, развитие которых объективно и требует учета при реализации технологической функции гидромелиоративных систем [15, 14, 18, 19]:

- развитие негативных экологических процессов из-за массового нарушения природных связей, преобразования естественного гидрологического цикла, сопутствующих факторов, таких как рельеф, почвенно-геологические особенности территории, техническое состояние системы и др.;

- затраты антропогенной энергии на поддержание новых, искусственных условий формирования агроландшафтов.

В связи с этим современные гидромелиоративные системы рассматриваются как неразрывная взаимосвязь четырех основных функций: технологической, энергетической, экологической и функции управления [15]. Системообразующей матрицей формирования этого сложного, многоцелевого технического комплекса является технологическая функция гидромелиоративной системы.

Материалы и методы. Общей целью исследований является концептуальное проектирование гидромелиоративных систем нового поколения в форме обобщенной компонентно-функциональной модели с комплексом мониторинга и интеллектуального управления орошением в режиме реального времени [2, 3]. Настоящая работа является попыткой создания функциональной технологической модели оросительной гидромелиоративной системы с формированием компонентно-конструктивной структуры как материальной основы реализации всего комплекса функций.

Материалами исследования стали современные технико-технологические решения по всей совокупности компонентов гидромелиоративной системы, научный и практический опыт эксплуатации оросительных гидромелиоративных систем, тренды технологического развития мелиораций России и мире [4, 12, 13, 11, 16, 17]. Решения рассматриваются с позиций исполнения технологической функции с возможностью объединения компонентов в отдельные функциональные блоки. В качестве основного методологического подхода исследований принят метод функционально-физического анализа технических систем [1, 7, 10]. Методической основой исследований является установление общих системных взаимосвязей рассредоточенных конструктивных компонентов

гидромелиоративных систем, выявление и структурирование функций рассредоточенных конструктивных компонентов гидромелиоративных систем, выделение функций, непосредственно связанных с выполнением технологического процесса. Объект исследований – гидромелиоративные системы нового поколения. Предмет исследований – компонентно-ориентированная функциональная структура гидромелиоративных систем, содержание функций, технологическая функция.



Рисунок 1 – Компонентно-функциональная модель оросительной гидромелиоративной системы. Технологическая функция

Результаты и обсуждение. На рисунке 1 детализирована технологическая функция оросительных гидромелиоративных систем нового поколения. Анализ современных технических решений и реализации конструкций оросительных систем в плане практического использования позволяют дифференцировать технологическую функцию на следующие составляющие:

– функция водозабора. Данная функция отвечает за формирование ответвления потока воды для целей мелиорации. В зависимости от принятой модели оросительной системы, обусловленной, в свою очередь, природными условиями ее размещения, водозабор может быть самотечным и с машинным водоподъемом. Самотечные системы в свою очередь могут использовать особенности естественного рельефа местности, либо дополнительные инженерные сооружения для искусственного подъема воды в водоеме. При невозможности (или нецелесообразности) формирования самотечного ответвления потока воды для целей мелиорации возможно использование машинного водозабора, предусматривающего привнесение дополнительной энергии для реализации функции;

– функция водоподготовки. Данная функция отвечает за приведение биохимического состава, мутности и других показателей качества отводимой воды в соответствие с требованиями к качеству воды, используемой для орошения. В зависимости от качества воды в водоисточнике и ограничений по показателям качества воды, используемой для орошения, функция предусматривает возможность осветления воды, удаления механических примесей и биологического загрязнения путем фильтрования, регулирования уровня минерализации воды (опреснение, смешивание) и др. Важным, недоиспользуемым сегодня фактором является возможность регулирования температуры воды на основе сооружений комплекса водоподготовки;

– транспортная функция. Функция предполагает выполнение любых перемещений отбираемых из водоисточника объемов воды к мелиорируемым участкам. Транспортная функция должна обеспечивать плановую водоподачу, учитывать организацию территории и размещение мелиорируемых участков, учитывать рельеф и не мешать проведению сельскохозяйственных работ. Транспорт воды является одним из наиболее энергозатратных мероприятий, поэтому одним из важнейших требований к функции является снижение энергоемкости. В этой связи оптимизируется протяженность транспортной сети, улучшаются параметры шероховатости водоводов, используются особенности естественного рельефа местности, а также возможность и целесообразность его частичного трансформирования в процессе капитального строительства;

– функция орошения. Функция предполагает непосредственное распределение оросительной воды по площади мелиорируемого участка, трансформацию ее в состояние почвенной влаги. В плане практической реализации функция предполагает использование различных способов полива, включая поверхностное, дождеванием, капельное орошение, внутрипочвенное и аэрозольное орошение. В зависимости от способа орошения реализуются варианты исполнения функции. Например, поверхностное орошение предполагает создание слоя воды на поверхности мелиорируемого участка с последующей инфильтрацией в почвенные горизонты. Дождевание предполагает распределение воды по участку в форме капель дождя, имеющих определенную кинетическую энергию. Капельное орошение предполагает точечное смачивание почвы и растягивание влаги в горизонтальном и вертикальном профиле уже непосредственно в почве. Также почвенные силы определяют объемное распределение влаги при внутрипочвенном орошении с той разницей, что источник влаги находится внутри почвенных горизонтов. Особое положение занимает аэрозольное орошение, которое в принципе не направлено на регулирование водного режима почвы, а предполагает смачивание вегетативных органов сельскохозяйственных растений. Основными требованиями к выполнению функции является регулирование водного режима почвы в соответствии с биологическими особенностями орошаемых сельскохозяйственных культур, согласование объемов и интенсивности водоподачи во избежание формирования поверхностного

стока и инфильтрационного сброса воды, предотвращение развития ирригационной эрозии, сокращение непроизводительного расхода влаги, обеспечение заданного уровня равномерности распределения оросительной воды и учет водных характеристик почвы для создания оптимальных условий развития сельскохозяйственных растений;

– водооборотная функция. Функция предполагает отвод избыточно поданной и не реализованной в плане создания запасов почвенной влаги воды, отвод грунтовых вод и воды бокового почвенного притока для создания благоприятной мелиоративной ситуации на мелиорируемых землях. Реализация функции также предусматривает возможность отвода вод с пониженными качественными характеристиками, не соответствующими требованиям к качеству оросительной воды.

Рассматриваемая модель включает только основные, неотъемлемые компоненты технологической функции оросительной гидромелиоративной системы. Например, по А.И. Голованову [9], оросительная система включает водоисточник. В то же время отмечается, что водоисточник можно рассматривать как часть оросительной системы в случае, когда для орошения небольших участков создают искусственные водоемы, основной целью которых и является аккумулярование воды для целей мелиорации.

Основными инженерными компонентами, реализующими функцию водозабора, являются водозаборные сооружения, плотины, технические средства и сооружения машинного водоподъема. Водозаборные сооружения представляют собой специально отведенную территорию водоисточника, оборудованную инженерными сооружениями и обеспечивающую требуемый дебет расхода воды, отвод требуемых объемов воды в транспортную сеть, защиту от поступления биологического материала. Плотины используются для подъема уровня воды в водоисточнике с целью обеспечения самотечного транспорта воды либо подвода воды к организационно-оптимальной территории водозабора, а также для регулирования дебета водоисточника. Средства машинного водоподъема обеспечивают возможность отвода воды для целей орошения в случае, если рельеф местности не обеспечивает реализацию самотечного транспорта. Технические средства и сооружения машинного водоподъема обеспечивают передачу отводимому для целей мелиорации объему воды кинетической и потенциальной энергии, необходимой для преодоления препятствий естественного рельефа и перепада высот между водоисточником и мелиорируемыми территориями.

Основными инженерными компонентами, реализующими функцию водоподготовки, являются пруды-отстойники осветлители, станции водоподготовки, сооружения для регулирования теплового режима воды, сооружения для регулирования минерализации воды. Пруды-отстойники осветлители используются при повышенной мутности отбираемой для целей орошения воды, осветление которой стандартными средствами трудноосуществимо или нецелесообразно. Данные сооружения позволяют использовать для целей орошения сток с повышенным биологическим загрязнением, которое, как правило, невозможно отделить обычными фильтровальным способом. Технические средства напорного фильтрования являются основными элементами станций водоподготовки. Фильтровальные станции могут использовать разные по конструкции и принципу действия фильтры. С успехом реализуется принцип ступенчатой водоподготовки, когда разные типы фильтров формируют качественные уровни водоподготовки. Важнейшими условиями успешного функционирования станций водоподготовки наряду с регулированием качества оросительной воды является снижение затрат совокупной энергии и автоматизация технологического процесса. Сооружения для регулирования теплового режима оросительной воды сегодня практически не используются, однако имеют хороший потенциал в плане развития технологий комплексного регулирования

факторов жизни сельскохозяйственных растений. Сооружения для регулирования минерализации воды подразумевают направленное изменение минерального химического состава и могут быть реализованы в виде конструкций опреснителей, сооружения для смешивания вод разного качества, разбавления водооборотного стока для повторного использования в целях орошения и т.д. На небольших, внутрихозяйственных оросительных системах, реализуемых, как правило, на ресурсах местного стока, в плане регулирования минерализации воды может рассматриваться подготовка и введение раствора питательных веществ.

Для реализации транспортной функции используются различные уровни водоводов, включая магистральную водоподводящую сеть, межхозяйственную распределительную сеть, внутрихозяйственную распределительную сеть и гидротехнические сооружения-регуляторы. Водоподводящая и распределительная сеть может быть реализована в закрытом или открытом варианте, используется также и комбинация способов конструктивного исполнения. Гидротехнические сооружения-регуляторы выполняются в узловых точках транспортной сети, а также при необходимости по длине водоводов и обеспечивают регулирование уровней и расходов воды, сопряжение бьефов, мониторинговые функции и т.д.

Компонентный состав функции орошения включает оросительную технику, орошаемые земли и орошаемые культуры. Оросительная техника представлена широчайшим конструктивным исполнением и реализует функцию используя различные способы полива. К таким способам сегодня относят поверхностное орошение, дождевание, капельное, внутрипочвенное и аэрозольное. Современный уровень развития оросительной техники включает возможность комбинированного применения перечисленных способов для использования всех их преимуществ и нивелирования недостатков. К орошаемым участкам предъявляются особые требования, которые в зависимости от способа полива могут подразумевать планирование территории, инженерно-хозяйственную организацию участков, лесомелиоративные опции и др. Орошаемые культуры являются неотъемлемой компонентой функции, так как определяют требования к поливу, режиму орошения, технологии и способу полива, качеству дождя, конструктивным особенностям техники полива.

Основными инженерными компонентами, реализующими водооборотную функцию, являются водосборно-сбросная и коллекторно-дренажная сеть. Первая реализует технические возможности отвода излишних поверхностных вод, а вторая, – почвенных, включая возможность понижения уровня грунтовых вод [6].

В совокупности все рассмотренные выше компоненты техно-природной системы и реализуемые ими функции суммируются и выражаются выполнением технологической функции гидромелиоративной системы.

Заключение. Функционально-физический анализ современных технико-технологических решений, применяемых и перспективных компоновочных схем оросительных гидромелиоративных систем, позволил выделить пять основных структурных элементов технологической функции, реализуемых в рамках единой потоковой функциональной модели. Выполнено описание компонентного состава функции водозабора, водоподготовки, транспортной функции, орошения и водооборотной функции. Каждый из этапов технологической функции является непосредственным узлом сопряжения с другими функциями гидромелиоративной системы. Использование представленной модели позволяет структурировать и привязать непосредственно к компонентам технической системы функции энергетического обеспечения, сохранения экологического равновесия, мониторинга и интеллектуального автоматизированного управления.

Библиографический список:

1. Бердоносков, В.Д. Функционально-стоимостный анализ технических систем [Текст]/ В.Д. Бердоносков, В.П. Гальетов, В.А. Михайлов. – Чебоксары: Изд-во Чувашского университета, 2005. – 39 с.
2. Бородычев, В.В. Мониторинг и управление орошением в режиме реального времени [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, Е.Э. Головинов. – М.: Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2017. – 154 с.
3. Бородычев, В.В. Аппаратное обеспечение мониторинга работы дождевальной техники на основе технологий глобального спутникового позиционирования [Текст]/ В.В. Бородычев, Е.Э. Головинов, М.Н. Лытов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 2 (62). – С. 48-52.
4. Владимиров, С.А. Алгоритм реконструкции и проектирования ландшафтно-мелиоративных систем нового поколения [Текст]/ С.А. Владимиров, В.П. Амелин, Е.И. Гронь // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 19. – С. 209-215.
5. Кирейчева, Л.В. Концепция создания устойчивых мелиорированных агроландшафтов [Текст]/ Л.В. Кирейчева, Н.М. Решеткина. – М.: ВНИИГиМ, 1997. – 54 с.
6. Кожанов, А.Л. Принципы построения классификаций мелиоративных систем [Текст]/ А.Л. Кожанов [и др.]. – Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ», 2012. – 130 с.
7. Максимов, А.Д. Методы технического творчества [Текст]/ А.Д. Максимов. – М.: МГМУ «МАМИ», 2009. – 64 с.
8. Мелиоративная энциклопедия [Текст]. – М.: ФГНУ: «Росинформагротех», 2003. – Т.1. – 672 с.
9. Мелиорация земель [Текст]/ А.И. Голованов, И.П. Айдаров, М.С. Григоров и др. – М.: Колос, 2011. – 825 с.
10. Нечипоренко, В.И. Структурный анализ и методы построения надежных систем [Текст]/ В.И. Нечипоренко. – М.: Советское радио, 1968. – 256 с.
11. Оросительные системы России: от поколения к поколению [Текст]: монография / В.Н. Щедрин, А.В. Колганов, С.М. Васильев и др. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – Ч.1-2. – 590 с.
12. Основные пути модернизации ирригационных систем и выбор современных технических средств орошения в водохозяйственных бассейнах Казахстана [Текст]/ Р.А. Кван, А.И. Парамонов, А.Е. Байзакова и др. // Наука и Мир. – 2015. – Т. 1. – № 9 (25). – С. 73-77.
13. Хатхоху, Е.И. Основные положения проектирования мелиоративных систем нового поколения [Текст] / Е.И. Хатхоху, Д.В. Прус, Г.Н. Фомина // Символ науки. – 2016. – № 5-3 (17). – С. 86-89.
14. Шадских, В.А. Основные принципы оптимизации экологической ситуации орошаемых агроландшафтов степной и сухостепной зон Поволжья [Текст] / В.А. Шадских, Л.Г. Романова, В.Е. Кижаяева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2017. – № 6. – С. 17-20.
15. Энергетическая оценка мелиоративных мероприятий для повышения плодородия почв [Текст]/ Л.В. Кирейчева, И.В. Белова, С.В. Перегудов и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – № 4 (16). – С. 32-43.
16. Fernández, J.E. Irrigation scheduling from stem diameter variations [Tekst]: a review/ J.E. Fernández, M.V. Cuevas // Agricultural and Forest Meteorology. – 2010. – Т. 150. – № 2. – P. 135-151.
17. Garb, Y. From transfer to translation: using systemic understandings of technology to understand drip irrigation uptake [Tekst]/ Y. Garb, L. Friedlander // Agricultural Systems. – 2014. – Т. 128. – P. 13-24.
18. Morid, S. Exploration of potential adaptation strategies to climate change in the Zayandeh rud irrigation system [Tekst]/ S. Morid, A.R.M. Bavani // Irrigation and Drainage. – 2010. – Т. 59. – № 2. – P. 226-238.
19. Srinivasa Raju K. Fuzzy data envelopment analysis for performance evaluation of an irrigation system [Tekst]/ Srinivasa Raju K., Nagesh Kumar D. // Irrigation and Drainage. – 2013. – Т. 62. – № 2. – P. 170-180.

Reference

1. Berdonosov, V. D. Funkcional'no-stoimostnyj analiz tehnikeskikh sistem [Tekst]/ V. D. Berdonosov, V. P. Gal'etov, V. A. Mihajlov. - Cheboksary: Izd-vo Chuvashskogo universiteta, 2005. - 39 s.
2. Borodychev, V. V. Monitoring i upravlenie orosheniem v rezhime real'nogo vremeni [Tekst]/ V. V. Borodychev, M. N. Lytov, E. Je. Golovinov. - M.: Redakciya zhurnala "Mehanizatsiya i jelektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva", 2017. - 154 s.
3. Borodychev, V. V. Apparatnoe obespechenie monitoringa raboty dozhdeval'noj tehniki na osnove tehnologij global'nogo sputnikovogo pozicionirovaniya [Tekst]/ V. V. Borodychev, E. Je. Golovinov, M. N. Lytov // Puti povysheniya jeffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. - 2016. - № 2 (62). - S. 48-52.
4. Vladimirov, S. A. Algoritmy rekonstrukcii i proektirovaniya landshaftno-meliorativnykh sistem novogo pokoleniya [Tekst]/ S. A. Vladimirov, V. P. Amelin, E. I. Gron' // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2009. - № 19. - S. 209-215.
5. Kirejcheva, L. V. Koncepciya sozdaniya ustojchivyh meliorirovannykh agrolandshaftov [Tekst]/ L. V. Kirejcheva, N. M. Reshetkina. - M.: VNIIGiM, 1997. - 54 s.
6. Kozhanov, A. L. Principy postroeniya klassifikacij meliorativnykh sistem [Tekst]/ A. L. Kozhanov i dr. - Novocherkassk: FGBNU "RosNIIPM", 2012. - 130 s.
7. Maksimov, A. D. Metody tehnikeskogo tvorchestva [Tekst]/ A. D. Maksimov. - M.: MGIMU "MAMI", 2009. - 64 s.
8. Meliorativnaya jenciklopediya [Tekst]. - M.: FGUN: "Rosinformagroteh", 2003. - T.1. - 672 s.
9. Melioratsiya zemel' [Tekst]/ A. I. Golovanov, I. P. Ajdarov, M. S. Grigorov i dr. - M.: Kolos, 2011. - 825 s.
10. Nechiporenko, V. I. Strukturnyj analiz i metody postroeniya nadezhnykh sistem [Tekst] / V. I. Nechiporenko. - M.: Sovetskoe radio, 1968. - 256 s.
11. Orositel'nye sistemy Rossii: ot pokoleniya k pokoleniyu [Tekst]: monografiya / V. N. Schedrin, A. V. Kolganov, S. M. Vasil'ev i dr. - Novocherkassk: Gelikon, 2013. - Ch.1-2. - 590 s.
12. Osnovnye puti modernizatsii irrigacionnykh sistem i vybor sovremennykh tehnikeskikh sredstv orosheniya v vodohozyajstvennykh bassejnakh Kazahstana [Tekst]/ R. A. Kvan, A. I. Paramonov, A. E. Bajzakova i dr. // Nauka i Mir. - 2015. - T. 1. - № 9 (25). - S. 73-77.
13. Hathohu, E. I. Osnovnye polozheniya proektirovaniya meliorativnykh sistem novogo pokoleniya [Tekst] / E. I. Hathohu, D. V. Prus, G. N. Fominova // Simvol nauki. - 2016. - № 5-3 (17). - S. 86-89.
14. Shadskih, V. A. Osnovnye principy optimizatsii jkologicheskoy situatsii oroshaemykh agrolandshaftov stepnoj i suhostepnoj zon Povolzh'ya [Tekst] / V. A. Shadskih, L. G. Romanova, V. E. Kizhaeva // Melioratsiya i vodnoe hozyajstvo. - 2017. - № 6. - S. 17-20.
15. Jenergeticheskaya ocenka meliorativnykh meropriyatij dlya povysheniya plodorodiya pochv [Tekst]/ L. V. Kirejcheva, I. V. Belova, S. V. Peregudov i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2009. - № 4 (16). - S. 32-43.
16. Fernández, J.E. Irrigation scheduling from stem diameter variations [Tekst]: a review/ J.E. Fernández, M.V. Cuevas // Agricultural and Forest Meteorology. - 2010. - T. 150. - № 2. - P. 135-151.
17. Garb, Y. From transfer to translation: using systemic understandings of technology to understand drip irrigation uptake [Tekst] / Y. Garb, L. Friedlander // Agricultural Systems. - 2014. - T. 128. - P. 13-24.
18. Morid, S. Exploration of potential adaptation strategies to climate change in the Zayandeh rud irrigation system [Tekst]/ S. Morid, A.R.M. Bavani // Irrigation and Drainage. - 2010. - T. 59. - № 2. - P. 226-238.
19. Srinivasa Raju K. Fuzzy data envelopment analysis for performance evaluation of an irrigation system [Tekst]/ Srinivasa Raju K., Nagesh Kumar D. // Irrigation and Drainage. - 2013. - T. 62. - № 2. - P. 170-180.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
КОМБИНИРОВАННОГО ОРОШЕНИЯ НА ОСНОВЕ
ФУНКЦИОНАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

**IMPROVEMENT OF TECHNICAL MEANS OF COMBINED IRRIGATION
ON THE BASIS OF FUNCTIONAL-MORPHOLOGICAL ANALYSIS**

Е.В. Мелихова, кандидат технических наук, доцент

А.Ф. Рогачев доктор технических наук, профессор

E.V. Melikhova, A.F. Rogachev

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Создание ресурсосберегающих оросительных средств нового поколения, характеризующихся меньшей материалоемкостью и большей экономичностью при эксплуатации, требует совершенствования общих подходов к их проектированию на основе методологии системного анализа и синтеза. Приведенный обзор результатов патентного анализа более 500 перспективных технических решений в области орошения представлен по категориям (Системы локального орошения, индекс международной патентной классификации (МПК) A01G 25/00; Капельницы и оросители, МПК A01G 25/02; Технологии и технологические параметры ресурсосбережения, МПК A01G 7/00, A01G 1/00; Способы возделывания сельскохозяйственных культур на орошении МПК C05D 11/00, A01G 1/00; Управление оросительными системами МПК A01G 13/00, A01M 7/00; Экологизация орошения МПК A01G 25/09). На основе системного анализа проблемных сторон капельного и комбинированного орошения, включающего сочетание капельного и мелкодисперсного дождевания, выявлены основные тенденции совершенствования и перспективные направления развития технологий и технических средств для орошения сельскохозяйственных культур. С применением морфологического анализа и синтеза на основе построенных функционально-морфологических и конструктивно-морфологических таблиц получены возможные варианты сочетаний функциональных признаков (инварианты) систем комбинированного орошения (пат. RU 2643730 C1, 154632 U1, 178110 U1 и др.). Даны рекомендации по совершенствованию технико-технологических решений в области ресурсосбережения при использовании оросительных мелиораций. Разработанные технологии, технические средства для их реализации и стендовое оборудование для исследования процессов влагопереноса способствуют повышению эффективности возделывания с.-х. культур, а также увеличению урожайности при капельном, мелкодисперсном и комбинированном, при их сочетании, способах орошения.

The creation of resource-saving irrigation tools of the new generation, characterized by lower material intensity and greater efficiency in the operation, requires the improvement of general approaches to their design based on the methodology of system analysis and synthesis. The review of the results of patent analysis of more than 500 promising technical solutions in the field of irrigation is presented in categories (Local irrigation systems, International Patent Classification Index (IPC) A01G 25/00; Droppers and irrigators, IPC A01G 25/02; Technologies and technological parameters of resource saving, IPC A01G 7/00, A01G 1/00; Methods of cultivation of agricultural crops on irrigation IPC C05D 11/00, A01G 1/00; Management of irrigation systems IPC A01G 13/00, A01M 7/00; Ecologization of irrigation IPC A01G 25/09). On the basis of the system analysis of the problem sides of drip and combined irrigation, including the combination of drip and fine sprinkling, the main trends of improvement and promising directions for the development of technologies and technical means for crop irrigation are identified. Using morphological analysis and synthesis based on the constructed functional-morphological and structural-morphological tables, possible variants of combinations of functional features (invariants) of combined irrigation systems were obtained (US Pat. RU 2643730 C1, 154632 U1, 178110 U1, etc.). Recommendations on the improvement of technical and technological solutions in the field of resource conservation when using irrigation reclamation are given. Developed technologies, technical means for their implementation and bench equipment for the study of the processes of moisture transfer contribute to improving the efficiency of cultivation of S.-H. crops, as well as increasing yields with drip, fine and combined, with their combination, irrigation methods.

Ключевые слова: системный анализ, функционально-морфологический анализ, капельное орошение, комбинированное орошение, фитоклимат, капельницы, оросители.

Key words: system analysis, functional-morphological analysis, drip irrigation, combined irrigation, phytoclimate, drippers, irrigators.

Введение. Сложившийся уровень развития отечественного сельскохозяйственного производства характеризуется падением объема орошаемых земель, парка оросительной техники, изношенностью подводящих ГТС, катастрофическим обвалом производства российской оросительной техники. Для решения отмеченной проблемы необходимо масштабное возрождение оросительных мелиораций хотя бы до уровня 80...90-х годов прошлого столетия.

Развитие оросительных мелиораций требует совершенствования средств поливной техники существующего IV и создаваемого V поколения, разработки новых ресурсосберегающих технологий, а также цифровых и интеллектуальных систем для управления орошаемым земледелием [8, 14].

Перспективные ресурсосберегающие технические средства для капельного и комбинированного орошения представлены в публикациях и патентах российских ученых Борового Е.П., Бородычева В.В., Васильева С.М., Канторовича И.И., Кузнецовой Н.В., Майера А.В., Новикова А.Е., Овчинникова А.С., Ольгаренко И.В., Салдаева А.М., Соколова А.Д., Фальковича А.С., Храброва М.Ю., Щедрина В.Н. и др. [1, 2, 4, 12, 15-18]. В то же время для создания высокоэкономичных ресурсосберегающих оросительных средств нового поколения, характеризующихся меньшей материалоемкостью и большей экономичностью при эксплуатации, требуется совершенствование общих подходов к их проектированию на основе методологии системного анализа и синтеза [3, 8].

Материалы и методы. В качестве основы методологии проектирования целесообразно использовать системный и функционально-морфологический анализ [7, 9, 15, 16], проводимый на основе патентных и научно-технических источников. Для обоснования конструктивно-технологических схем и параметров применялись методы математического моделирования и оптимизации [1, 6, 10]. В процессе патентного поиска было проанализировано свыше 500 российских и зарубежных патентов, а также более 150 конструктивно-технологических схем оросительной техники.

Результаты. Анализировались технико-технологические средства для комбинированного орошения (КБО), которые представляют собой сложную техническую систему (ТС), объединяющую функциональные возможности различных видов, например, капельного орошения и мелкодисперсного дождевания. Таблица морфологического анализа, составленная на основе функций, выполняемых оросительной системой, по данным научно-технической литературы и сети Интернет (таблица 1), позволила структурировать основные функции и варианты их исполнения для различных способов орошения, включая комбинированное [2, 4, 12]. При реализации каждого из различных видов орошения выполняются определенные базовые функции, которые в первой графе таблицы 1 обозначены символом Φ с порядковым номером. Основными из них являются тип оросительной сети, формирование области увлажнения и размер капель, подготовка ЖКУ и др. (таблица 1). Анализируя функции Φ , реализуемые при капельном и мелкодисперсном поливе, можно выявить возможности комбинированного (капельного + мелкодисперсного) орошения. В последней графе таблицы 1 методом морфологического синтеза получены возможные варианты функциональных признаков (инварианты) системы комбинированного орошения и её подсистем: капельной и мелкодисперсной.

Таблица 1 – Функционально-морфологический анализ
технических средств комбинированного орошения

Функция Φ	Вариант реализации функции	Виды орошения				
		Дождевание (Д)	Спринклерное (С)	Мелко дисперсное (М)	Капельное (К)	Комбинированное (КБ)
Забор воды ($\Phi 1$)	Глубинный	$\Phi 1^D_1$	$\Phi 1^C_1$	$\Phi 1^M_1$	$\Phi 1^K_1$	$\Phi 1^{KB}_1 = (\Phi 1^M_1 + \Phi 1^K_1) \cup (\Phi 1^M_1 + \Phi 1^K_2) \cup (\Phi 1^M_2 + \Phi 1^K_1) \cup (\Phi 1^M_2 + \Phi 1^K_2)$
	Поверхностный	$\Phi 1^D_2$	$\Phi 1^C_2$	$\Phi 1^M_2$	$\Phi 1^K_2$	
Тип оросительной сети ($\Phi 2$)	Закрытая	$\Phi 2^D_1$	$\Phi 2^C_1$	$\Phi 2^M_1$	$\Phi 2^K_1$	$\Phi 2^{KB}_1 = (\Phi 2^M_1 + \Phi 2^K_1) \cup (\Phi 2^M_1 + \Phi 2^K_2) \cup (\Phi 2^M_2 + \Phi 2^K_1) \cup (\Phi 2^M_1 + \Phi 2^K_2)$
	Открытая	$\Phi 2^D_2$	$\Phi 2^C_2$	$\Phi 2^M_2$	$\Phi 2^K_2$	
Очистка воды ($\Phi 3$)	Механическая	$\Phi 3^D_1$	$\Phi 3^C_1$	$\Phi 3^M_1$	$\Phi 3^K_1$	$\Phi 3^{KB}_1 = (\Phi 3^M_1 + \Phi 3^K_1) \cup (\Phi 3^M_1 + \Phi 3^K_2) \cup (\Phi 3^M_2 + \Phi 3^K_1) \cup (\Phi 3^M_2 + \Phi 3^K_2)$
	Физико-химич.	-	-	$\Phi 3^M_2$	$\Phi 3^K_2$	
Подготовка ЖКУ ($\Phi 4$)	Твердые	$\Phi 4^D_1$	$\Phi 4^C_1$	-	-	$\Phi 4^{KB}_1 = \Phi 4^K_2 \cup \Phi 4^M_2$
	Жидкие	$\Phi 4^D_2$	$\Phi 4^C_2$	$\Phi 4^M_2$	$\Phi 4^K_2$	
Давление воды ($\Phi 5$)	Низкое	$\Phi 5^D_1$	$\Phi 5^C_1$	-	$\Phi 5^K_1$	$\Phi 5^{KB}_1 = (\Phi 5^K_1 + \Phi 5^M_2)$
	Высокое	$\Phi 5^D_2$	$\Phi 5^C_2$	$\Phi 5^M_2$	-	
Уровни давления ($\Phi 6$)	Один	$\Phi 6^D_1$	$\Phi 6^C_1$	$\Phi 6^M_1$	$\Phi 6^K_1$	$\Phi 6^{KB}_1 = (\Phi 6^K_1 + \Phi 6^M_1) \cup (\Phi 6^K_1 + \Phi 6^M_2)$
	Несколько	$\Phi 6^D_2$	$\Phi 6^C_2$	$\Phi 6^M_2$	-	
Тип трубопроводов ($\Phi 7$)	Стационарное	$\Phi 7^D_1$	$\Phi 7^C_1$	$\Phi 7^M_1$	$\Phi 7^K_1$	$\Phi 7^{KB}_1 = (\Phi 7^K_1 + \Phi 7^M_2) \cup (\Phi 7^K_1 + \Phi 7^M_1) \cup (\Phi 7^K_2 + \Phi 7^M_1) \cup (\Phi 7^K_2 + \Phi 7^M_2)$
	Гибкие	$\Phi 7^D_2$	$\Phi 7^C_2$	$\Phi 7^M_2$	$\Phi 7^K_2$	
Распыление воды ($\Phi 8$)	Мелкие	$\Phi 8^D_1$	$\Phi 8^C_1$	$\Phi 8^M_1$	-	$\Phi 8^{KB}_1 = \Phi 8^K_2 + \Phi 8^M_1) \cup (\Phi 8^K_3 + \Phi 8^M_1)$
	Средние	$\Phi 8^D_2$	$\Phi 8^C_2$	-	$\Phi 8^K_2$	
	Крупные	$\Phi 8^D_3$	$\Phi 8^C_3$	-	$\Phi 8^K_3$	
Формирование области увлажнения ($\Phi 11$)	Сплошное	$\Phi 11^D_1$	$\Phi 11^C_1$	$\Phi 11^M_1$	-	$\Phi 11^{KB}_1 = (\Phi 11^M_1 + \Phi 11^K_2) \cup (\Phi 11^K_3 + \Phi 11^M_3) \cup (\Phi 11^K_2 + \Phi 11^M_3) \cup (\Phi 11^K_3 + \Phi 11^M_2)$
	Локальное	-	$\Phi 11^C_2$	$\Phi 11^M_2$	$\Phi 11^K_2$	
	Смыкание	$\Phi 11^D_3$	$\Phi 11^C_3$	$\Phi 11^M_3$	$\Phi 11^K_3$	

На втором этапе исследования был проведен структурно-морфологический анализ конструктивных вариантов реализации функций базовых подсистем на примере комбинированного орошения: мелкодисперсного и капельного. Для этого была выбрана наиболее характерная функция «распыление воды» – Ф8.

В таблице 2 приняты обозначения для «ФN»: нижний индекс – тип конструктивного выполнения (Д – дефлекторный; Р – с рассекателем; Щ – щелевого типа; У – управляемого типа; Г – с генератором аэрозоля); верхний индекс – тип подсистемы (М – мелкодисперсная, К – капельная, С – совмещенная).

Выполнение функционального и конструктивно-морфологического анализов (таблицы 1 и 2) позволяет выявить направление совершенствования оросительной техники по базовым категориям, а также возможные пути создания и модернизации конструктивно-технологических решений. Различные альтернативные технические решения представлены в таблице 3.

Для создаваемой в настоящее время оросительной техники V поколения (по классификации академика В.Н. Щедрина) требуется совершенствование ресурсосберегающих технических систем, характеристики которых значительно превосходят существующие [8, 14]. Кроме того, можно прогнозировать широкое внедрение цифровых и электронных технологий, прежде всего, в сфере управления мелиоративной деятельностью [3, 18].

Таблица 2 – Конструктивно-морфологический анализ реализации функции распыления воды (Ф8) при комбинированном орошении

Выполняемые функции	Подсистемы комбинированного орошения								Совмещенная (С)
	Мелкодисперсная (М)				Капельная (К)				
	Дефлектор	Рассекатель внешний	Щель	Генератор аэрозоля	Лабиринт	Управляемая давлением	Мембранные	Рассекатель внутренний	
Распыление воды (Ф8)	$\Phi 8_{Д\ 1}^M$	$\Phi 8_{Р\ 1}^M$	$\Phi 8_{Щ\ 1}^M$	$\Phi 8_{Г\ 1}^M$	$\Phi 8_{Л\ 2}^K$ $\Phi 8_{Л\ 3}^K$	$\Phi 8_{У\ 2}^K$ $\Phi 8_{У\ 3}^K$	$\Phi 8_{М\ 2}^K$ $\Phi 8_{М\ 3}^K$	$\Phi 8_{Р\ 2}^K$ $\Phi 8_{Р\ 3}^K$	$(\Phi 8_{У\ 2}^C) U$ $(\Phi 8_{У\ 3}^C) =$ $\Phi 8_{КБ\ 1}^K$

Рассмотрим подробнее наиболее интересные, по мнению авторов, технические решения для капельного и комбинированного орошения, защищенные патентами РФ.

Обсуждение. Исследования и разработки в области техники и технологий ресурсосберегающих способов орошения (капельного, мелкодисперсного, спринклерного и др.), проведенные учеными и конструкторами НПО «Радуга» (г. Коломна), РосНИИПМ и ДонГАУ (г. Новочеркасск), ГНУ ВНИИГиМ (г. Москва), ВолжНИИГиМ (г. Энгельс), Повожского НИИ эколого-мелиоративных технологий-филиала ФГБНУ ФНЦ «Агроэкологии комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН», ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ, ВНИИОЗ, Волгоградского ГАУ и других вузов, НИИ и ОКБ, позволили выявить основные направления их совершенствования (таблица 3).

Таблица 3 – Основные направления совершенствования ТС

Категории ТС	Основные направления совершенствования
1	2
Системы локального орошения	а) Ресурсосбережение; б) Создание естественных и искусственных сред для регулирования фитолимата
Капельницы и оросители	Повышение эксплуатационной надежности и упрощение конструкций

Окончание таблицы 3

1	2
Технологии и технологические параметры ресурсосбережения	а) оптимизация технологических параметров орошения; б) сочетания поливов с выполнением других технологических операций (фертигация, распыление средств защиты растений и др.); в) агромелиоративные приёмы основной обработки почвы, совмещенные с формированием внутрипочвенных полостей для влагоудержания; г) применение многофункциональных растворов, на пример, калийных и магниевых солей (бишофита); д) использование для орошения ионизированной и намагниченной воды и аэрозольных суспензий
Способы возделывания сельскохозяйственных культур на орошении	а) состав и последовательность проведения технологических операций ресурсосберегающего орошения; б) создание естественных и искусственных сред для регулирования фитоклимата; в) использование для орошения ионизированной и намагниченной воды и аэрозольных суспензий
Управление ОС	а) внедрения автоматизированных технологий управления поливами на основе информационно-управляющих систем с обратной связью; б) применение ГИС-технологий для мониторинга и оптимизации геометрических параметров орошаемых участков, в том числе с учетом севооборотов
Экологизация орошения	а) мониторинг уровня плодородия и деградации (засоление, водная и ветровая эрозия, дегумусофикация и др.) с применением современных средств дистанционного зондирования; б) использование систем дистанционного спутникового мониторинга на основе NDVI-показателей

Ниже приведен детализированный анализ перспективных технических решений по следующим категориям:

а) Системы локального и комбинированного орошения. Среди технических решений систем локального орошения можно отметить патенты RU 2322047 «Система капельного орошения» (рисунок 1а), RU 2464776 (A01G 25/00) «Способ регулирования фитоклимата в агрофитоценозах при капельном орошении» (рисунок 1б), RU 2338368 (A01G 25/00) «Вегетационная система для создания микроклимата» (рисунок 1в), RU 2567521 (A01G 15/00, B05B 12/12, B05B 3/12, A01G 25/02) «Оросительная система для регулирования фитоклимата поля» (рисунок 1г), система капельного орошения (Пат. 2231951 RU) и ряд других.

«Дождевально-опрыскивающий агрегат» по патенту RU №2173043 позволяет осуществлять несколько режимов дождевания при помощи одного агрегата, а также повысить эффективность защиты растений от температурного стресса путём нанесения водно-воздушной пены, образующейся в результате добавления поверхностно активных веществ в оросительную воду. Система комбинированного орошения для возделывания овощных культур (рисунок 1д) по патенту РФ № 178110 U1, A01 G 25/00 повышает эффективность использования поливной воды.

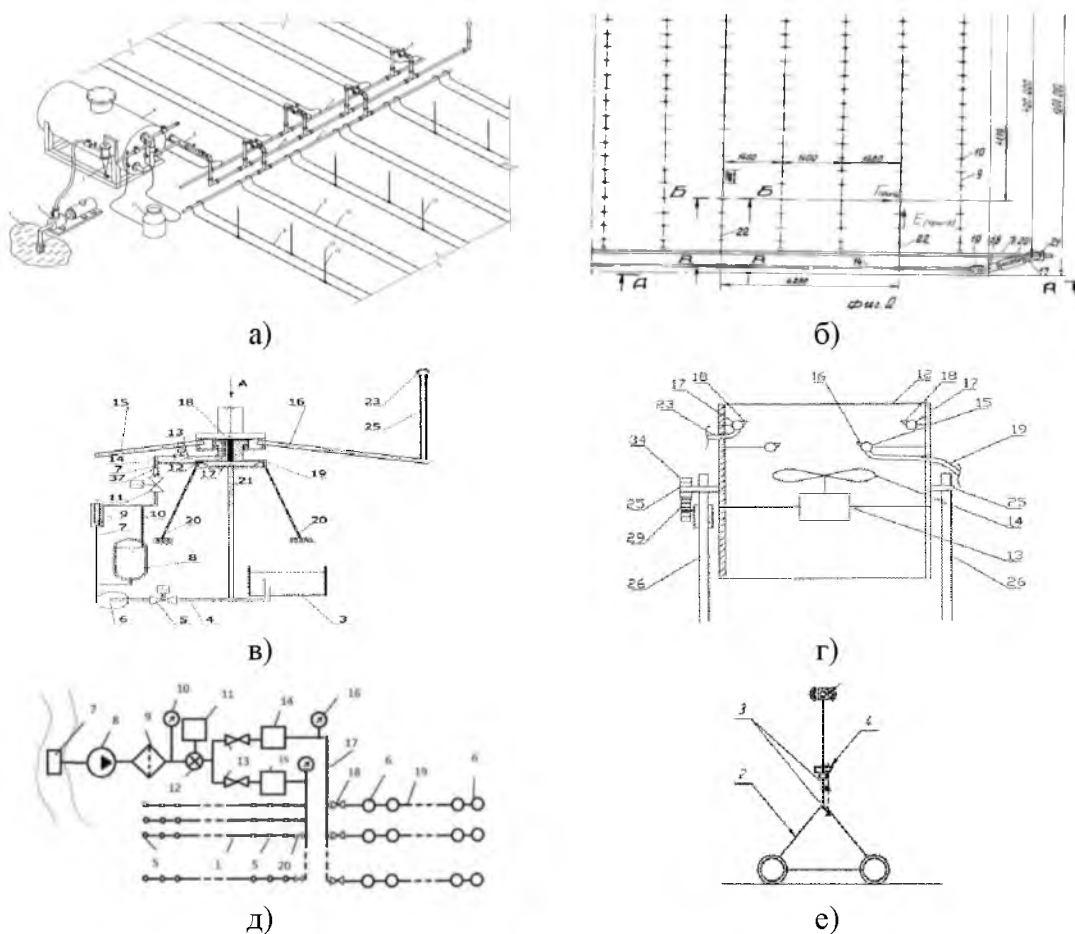


Рисунок 1 – Ресурсосберегающие системы орошения и их элементы

б) *Капельницы и оросители.* Технические решения, представленные на рисунке 2, направлены на совершенствование капельниц и оросителей и включают конструкции по патентам: RU 2298315 A01G 25/021 «Капельница» (рисунок 2а); RU 2075287 A01G25/02 «Низконапорная капельница» (рисунок 2б); RU 2543171 C2 МПК A01G 25/02, B05B «Капельница-дождеватель» (рисунок 2в); RU 166617 U1; A01G 25/00 «Дождевальная насадка» (рисунок 2г); РФ № 178110 U1, A01 G 25/00 «Распылительная насадка системы комбинированного орошения...» (рисунок 2д); «Капельница для комбинированного орошения» РФ 154632 U1 A01G25/02 (рисунок 2е). Интересное техническое решение для ММД - RU 12300876 A01G 25/02 «Дождевательный аппарат турбинного типа»; RU 2202174 A01G 25/02 «Капельница (с инжектором)», «Щелевая насадка» RU 2069106 B05B 1/04; «Импульсный дождевательный аппарат» RU 2028768 A01G 25/02, B05B 1/08 изобретения с упрощённой конструкцией, что позволяет снизить металлоёмкость и повысить надёжность и др.

Приведенные на рисунке 2 технические решения направлены на:

- повышение качества каплеобразования и упрощение конструкции;
- повышение качества полива путем индивидуальной регулировки расхода каждого водовыпуска в соответствии с потребностью растения.
- регулирование размеров капель и интенсивности дождя в процессе полива, повышение эксплуатационной надёжности работы аппарата при поливе оросительной водой, забираемой из открытых каналов с наносами и высоким содержанием минеральных примесей;
- повышение эксплуатационной надёжности и повышение срока службы.

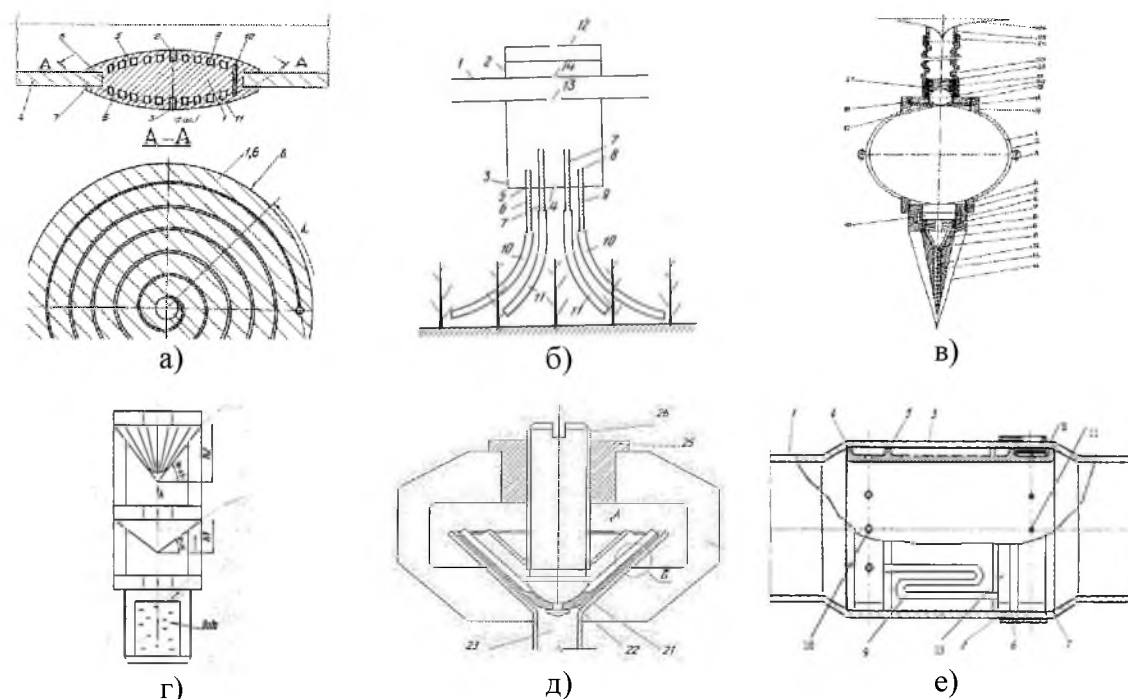


Рисунок 2 – Конструктивные схемы капельниц и оросителей

в) *Технологии и технологические параметры ресурсосберегающего орошения.* Выявленные технологические параметры и мелиоративные приемы ресурсосберегающего орошения, направленные на совершенствование оросительных мелиораций, описаны в патентах RU 2113110 A01G 25/00 «Способ определения сроков полива при мелкодисперсном дождевании», 1732864 A01 G25/02 Способ мелкодисперсного дождевания однолетних сельскохозяйственных культур, RU 2421980 A01G 7/00 A01G 1/00 «Способ снижения температурного стресса у растений», RU 2217902 A01G 25/00 «Способ мелкодисперсного дождевания сельскохозяйственных культур» и др.

Приведенные технические решения в области оптимизации технологических параметров орошения направлены на:

- учет особенностей физиологических процессов, депрессии фотосинтеза растений, снижение расхода оросительной воды;
- уменьшение температурного стресса у растений путем смещения времени наступления стрессового состояния;
- создание оптимального теплового режима посевов сельскохозяйственных культур, повышение эффективности МДД, снижение затрат воды и энергии;
- снижение расхода воды на транспирацию и рациональное использование воды по природно-климатическим зонам.

г) *Способы выращивания сельскохозяйственных культур на орошении.* Выявленные способы выращивания с.-х. культур на орошении направлены на повышение урожайности и сохранение плодородия земель и описаны в патентах RU № 2354095 A01B 79/02 «Способ возделывания картофеля на орошаемых землях»; RU 2527306 C05D 11/00 «Бишофитцеолитовое удобрение пролонгированного действия»; RU 2432728 A01B 79/02, A01G 1/00 «Способ возделывания овощных культур, преимущественно томатов» и др.

д) *Разрабатываемые в настоящее время оросительные системы* ориентированы на широкое использование компьютерных технологий управления оросительной техникой с применением различных датчиков, установленных на поле [8, 10, 11, 15, 9].

Как правило, эти датчики передают информацию в режиме текущего времени по беспроводной сети на центральный управляющий компьютер. Персональный компьютер, используя базу данных и ПО, выдаёт команды на контроллеры, управляющие работой клапанов и насосного оборудования (Патенты европейского патентного ведомства EP №№1872651 A1; 2201834 A1; 2215906 A1; 2243353 A1; Патент US 7792612). Аналогичные системы управления мелкодисперсными системами патентуются и в России (Пат. RU №№ 20989464; 2463773; 2492626 и др.).

Среди перспективных технических решений в области точного земледелия с использованием цифровых технологий особый интерес представляет разработанная в РосНИИПМ «Многоопорная дождевальная машина для прецизионного орошения» (рисунки 1е) по патенту № 2631896 A01G 25/09 (авторы Щедрин В.Н., Васильев С.М., Чураев А. А., Снопич Ю.Ф. и др.). В процессе полива ДМ получает данные о влажности почвы и наличия удобрений в корнеобитаемом слое с радиометрических датчиков GPS/ГЛОНАСС-приемников, данные о температуре, влажности воздуха, направлении и силе ветра – от метеостанции.

е) *Стендовое оборудование и методы исследования процессов влагопереноса и развития растений.* Выявленные технические решения в области специализированного стендового оборудования и методов исследования влагопереноса в процессе развития растений, направленные на совершенствование методики экспериментального изучения оросительных мелиораций, описаны в патентах RU № 88449, U1 «Стенд для моделирования фильтрации жидкости в пористой среде»; SU 1497540 G01 N 25/02 «Испаритель-конденсометр для определения параметров фазового перехода и паропереноса в воздухе»; SU 809090 G05 D 9/00 «Лизиметр»; SU 79158 G05 D 9/02, G01 W 1/00 «Устройство для автоматического регулирования уровня воды в грунтовом испарителе в зависимости от уровня грунтовых вод»; RU 123637 A01 G 25/09 «Информационно-измерительная система для определения энергоэффективности дождевальных машин». Стендовое оборудование для моделирования и исследования влагопереноса (Пат. РФ 2343695, 178110 U1, 154632 U1). Они способствуют дальнейшему совершенствованию оросительной техники на основе оптимизации ее параметров. «Способ определения потерь воды на испарение в воздухе при дождевании преимущественно подземными водами» демонстрирует интересный способ определения потерь воды на испарение в воздухе при дождевании (Пат. РФ 2206978, A01G 25/09) с использованием различных методов математического моделирования [3].

Заключение. Представленный анализ технических решений оросительной техники и выявленные тенденции ее совершенствования могут быть использованы для совершенствования техники и технологии ресурсосберегающего орошения, в том числе комбинированного.

На основе проведенных патентного и структурно-морфологического анализов, а также обзора технических решений для эффективного орошения выявлены основные направления перспективного развития и совершенствования технологий и технических средств капельного и комбинированного орошения.

Выполненные функциональный и конструктивно-морфологический анализы выявили основные направления совершенствования технологий и технических средств комбинированного орошения, которые можно использовать для модернизации оросительной техники V поколения.

Разработанные технологии, технические средства для их реализации и стендовое оборудование для исследования влагопереноса способствуют повышению эффективности возделывания с.-х. культур, увеличению урожайности при комбинированном орошении.

Библиографический список

1. Горев, П.М. Научное творчество: практическое руководство по развитию креативного мышления, методы и приёмы триз [Текст]/ П.М. Горев, В.В. Утёмов. – М.: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2017. – 112 с.
2. Комбинированное орошение сельскохозяйственных культур [Текст]/ А.С. Овчинников, В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 2 (38). – С. 6-12.
3. Конторович, И.И. Уровень техники и тенденции развития технических решений для интенсификации испарения с водной поверхности [Текст]/ И.И. Конторович // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2016. – № 1 (21). – С. 241-256.
4. Кружилин, И.П. Сочетание орошения дождеванием с агромелиоративными приемами обеспечивает сохранение и повышение плодородия почвы [Текст]/ И.П. Кружилин, Н.В. Кузнецова, О.В. Козинская // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2015. – № 57-1. – С. 84-89.
5. Майер, А.В. Технические средства и технология комбинированного орошения сельскохозяйственных культур [Текст]/ А.В. Майер, В.С. Бочарников, О.В. Бочарникова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 2 (26). – С. 137-144.
6. Мелихова, Е.В. Функционально-морфологический анализ и совершенствование технических средств комбинированного орошения [Текст]/ Е.В. Мелихова, В.В. Бородычев, А.Ф. Рогачев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2018. – № 4. – С. 30-36.
7. Одрин, В.М. Метод морфологического анализа технических систем [Текст] / В.М. Одрин. – М.: ВНИИПИ, 1989. – 312 с.
8. Поколения оросительных систем: прошлое, настоящее, будущее [Текст]: монография / под общ. ред. В. Н. Щедрина. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012. – 164 с.
9. Рогачев, А.Ф. Параметризация эконометрических зависимостей методом наименьших модулей [Электронный ресурс] /А.Ф. Рогачев // Управление экономическими системами. – 2011. – № 3 (27). – Режим доступа: <http://www.uecs.mcnip.ru/>
10. Рогачев, А.Ф. Математическое моделирование и эффективность внедрения технологических инноваций [Текст] /А.Ф. Рогачев, Н.Н. Скитер // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – № 4. – С. 109-113.
11. Романова, Л.Г. Сравнительный анализ расчетных формул для функции влагопроводности на основе данных капилляриметра [Текст] / Л.Г. Романова, А.С. Фалькович // Научная жизнь. – 2012. – № 1. – С. 86.
12. Система комбинированного орошения [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Ю. Храбров, В.К. Губин и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 1 (41). – С. 201-210.
13. Совершенствование технических средств комбинированного орошения [Текст] / Н.Н. Дубенок, В.Г. Абезин, С.Я. Семененко и др. // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 2. – С. 59-63.
14. Щедрин, В.Н. Комплексный подход к оценке поколений оросительных систем на основе средств имитационного моделирования сложных систем [Текст]/ В.Н. Щедрин, С.М. Васильев, А.А. Чураев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 4 (32). – С. 189-193.
15. Water pressure monitoring in irrigation piping as quality management tools of sprinkler irrigation / I. P. Kruzhilin, A. S. Ovchinnikov, N. V. Kuznetsova, O. V. Kozinskaya, S. D. Fomin, V. S. Bocharnikov, E. S. Vorontsova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – №13(13). – P. 4181-4184. – Retrieved from www.scopus.com
16. Ovchinnikov, A.S. Methodology of calculation and justification of the wetting parameters in the open field and greenhouse / A.S. Ovchinnikov, V.S. Bocharnikov, M.P. Meshcheryakov // Environmental Engineering. – 2012. – № 4. – P. 29.
17. Rogachev, A. Economic and Mathematical Modeling of Food Security Level in View of Import Substitution /A. Rogachev // Asian Social Science. – 2015. – Vol. 11. – №. 20. – P. 178-185.

18. Optimum control model of soil water regime under irrigation / A. S. Ovchinnikov, V. V. Borodychev, M. N. Lytov, V. S. Bocharnikov, S. D. Fomin, O. V. Bocharnikova, E. S. Vorontsova // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2018. – № 24(5). – P. 909-913. – Retrieved from www.scopus.com

Reference

1. Gorev, P. M. Nauchnoe tvorchestvo: prakticheskoe rukovodstvo po razvitiyu kreativnogo myshleniya, metody i prijomy triz [Tekst] / P. M. Gorev, V. V. Utjomov. - M.: Mezhhregional'nyj centr innovacionnyh tehnologij v obrazovanii, 2017. - 112 p.
2. Kombinirovannoe oroshenie sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, V. V. Borodychev, M. Yu. Hrabrov i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 2 (38). - P. 6-12.
3. Kontorovich, I. I. Uroven' tehniki i tendencii razvitiya tehniceskikh reshenij dlya intensifikacii ispareniya s vodnoj poverhnosti [Tekst] / I. I. Kontorovich // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. - 2016. - № 1 (21). - P. 241-256.
4. Kruzhilin, I. P. Sochetanie orosheniya dozhddevaniem s agromeliorativnymi priemami obespechivaet sohranenie i povysenie plodorodiya pochvy [Tekst] / I. P. Kruzhilin, N. V. Kuznecova, O. V. Kozinskaya // Puti povyseniya jeffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. - 2015. - № 57-1. - P. 84-89.
5. Majer, A. V. Tehnicheskie sredstva i tehnologiya kombinirovannogo orosheniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Tekst] / A. V. Majer, V. S. Bocharnikov, O. V. Bocharnikova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 2 (26). - P. 137-144.
6. Melihova, E. V. Funkcional'no-morfologicheskij analiz i sovershenstvovanie tehniceskikh sredstv kombinirovannogo orosheniya [Tekst] / E. V. Melihova, V. V. Borodychev, A. F. Rogachev // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2018. - № 4. - P. 30-36.
7. Odrin, V. M. Metod morfologicheskogo analiza tehniceskikh sistem [Tekst] / V. M. Odrin. - M.: VNIPI, 1989. - 312 p.
8. Pokoleniya orositel'nyh sistem: proshloe, nastoyashee, budushee [Tekst]: monografiya / pod obsch. red. V. N. Schedrina. - Novocherkassk: YuRGU (NPI), 2012. - 164 p.
9. Rogachev, A. F. Parametrizaciya jekonometricheskikh zavisimostej metodom naimen'shikh modulej [Elektronnyj resurs] / A. F. Rogachev // Upravlenie jekonomicheskimi sistemami. - 2011. - № 3 (27). - Rezhim dostupa: <http://www.uecs.mcnip.ru/>
10. Rogachev, A. F. Matematicheskoe modelirovanie i jeffektivnost' vnedreniya tehnologicheskikh innovacij [Tekst] / A. F. Rogachev, N. N. Skiter // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2009. - № 4. - P. 109-113.
11. Romanova, L. G. Sravnitel'nyj analiz raschetnyh formul dlya funkcii vlagoprovodnosti na osnove dannyh kapillyarimetra [Tekst] / L. G. Romanova, A. S. Fal'kovich // Nauchnaya zhizn'. - 2012. - № 1. - P. 86.
12. Sistema kombinirovannogo orosheniya [Tekst] / V. V. Borodychjov, M. Yu. Hrabrov, V. K. Gubin i dr. // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - № 1 (41). - P. 201-210.
13. Sovershenstvovanie tehniceskikh sredstv kombinirovannogo orosheniya [Tekst] / N. N. Dubenok, V. G. Abezin, S. Ya. Semenenko i dr. // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2018. - № 2. - P. 59-63.
14. Schedrin, V. N. Kompleksnyj podhod k ocenke pokolenij orositel'nyh sistem na osnove sredstv imitacionnogo modelirovaniya slozhnyh sistem [Tekst] / V. N. Schedrin, S. M. Vasil'ev, A. A. Churaev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - № 4 (32). - P. 189-193.
15. Water pressure monitoring in irrigation piping as quality management tools of sprinkler irrigation / I. P. Kruzhilin, A. S. Ovchinnikov, N. V. Kuznetsova, O. V. Kozinskaya, S. D. Fomin, V. S. Bocharnikov, E. S. Vorontsova // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. - 2018. - № 13(13). - P. 4181-4184. - Retrieved from www.scopus.com
16. Ovchinnikov, A.S. Methodology of calculation and justification of the wetting parameters in the open field and greenhouse / A.S. Ovchinnikov, V.S. Bocharnikov, M.P. Meshcheryakov // Environmental Engineering. - 2012. - № 4. - P. 29.

17. Rogachev, A. Economic and Mathematical Modeling of Food Security Level in View of Import Substitution / A. Rogachev // Asian Social Science. - 2015. - Vol. 11. - №. 20. - P. 178-185.

18. Optimum control model of soil water regime under irrigation / A. S. Ovchinnikov, V. V. Borodychev, M. N. Lytov, V. S. Bocharnikov, S. D. Fomin, O. V. Bocharnikova, E. S. Vorontsova // Bulgarian Journal of Agricultural Science. - 2018. - № 24(5). - P. 909-913. - Retrieved from www.scopus.com.

E-mail: mel-v07@mail.ru

УДК 629.3.014.2:631.3

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-45

ОСОБЕННОСТИ УЛУЧШЕНИЯ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ КОЛЕБАНИЯ НАГРУЗКИ

FEATURES OF IMPROVEMENT OF MACHINE-TRACTOR UNIT DURING THE REDUCTION OF THE VIBRATION OF THE LOAD

Д.Д. Нехорошев, кандидат технических наук, доцент

П.В. Коновалов, кандидат технических наук, доцент

А.Ю. Попов, кандидат технических наук, доцент

Д.А. Нехорошев, доктор технических наук, профессор

D.D. Nekhoroshev, P.V. Konovalov, A.J. Popov, D.A. Nekhoroshev,

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Использование в сельскохозяйственном производстве энергонасыщенной техники способствует увеличению рабочих скоростей машинно-тракторных агрегатов, а соответственно и динамической нагруженности узлов и агрегатов трансмиссии трактора. Чем выше мощность и тяговый класс трактора, тем значительнее потери потенциальных возможностей на повышенных скоростях работы агрегата. Устранение негативных явлений использования повышенных скоростей движения МТА связано с необходимостью разработки специальных устройств, обеспечивающих качественное использование современной техники. Но для снижения динамической составляющей взаимодействия МТА с обрабатываемой поверхностью поля необходимо уменьшить мгновенное снижение скорости или её усреднённое значение при ударе. Устранить их полностью нельзя, но можно снизить влияние путём изменения взаимодействия соударяющихся тел, введя упругий элемент в систему навески. Упругая пневмогидравлическая навеска позволяет разделить на две части машинно-тракторный агрегат, добавляя степень свободы сельскохозяйственной машине. Эффективность упругого элемента в этом случае будет зависеть от степени снижения энергии импульса крюкового усилия. Также следует отметить, что упругие элементы в навесной системе трактора обеспечивают гашение колебаний крутящего момента двигателя и снижение удельного расхода топлива. На основе анализа проведенных научных исследований теоретического и экспериментального характера обосновывается положительное влияние упругой навески на формирование динамических показателей трактора, и в частности, на тяговое сопротивление и буксование, что в свою очередь повышает эффективность работы машинно-тракторного агрегата. Использование пневмогидравлического упругого элемента в механизме навесного устройства снижает коэффициент буксования на 12-28 % в относительном измерении, увеличивает теоретическую и действительную скорости МТА. Экспериментальный материал доказал эффективность сочленения машины и трактора, обеспечивающего снижение расхода топлива, крюкового усилия, буксования ходовой системы и затрат энергии на выполнение заданных работ.

The use of energy-saturated machinery in agricultural production contributes to an increase in the operating speeds of the machine-tractor units, and, accordingly, the dynamic loading of the tractor transmission units and units. The higher the power and traction class of the tractor,

the greater the loss of potential at higher speeds of the unit. The elimination of the negative effects of the use of increased MTA speeds is associated with the need to develop special devices that ensure the qualitative use of modern technology. But in order to reduce the dynamic component of the interaction of the MTA with the field surface being treated, it is necessary to reduce the instantaneous decrease in velocity or its average value upon impact. They cannot be completely eliminated, but it is possible to reduce the effect by changing the interaction of the colliding bodies by introducing an elastic element into the hitch system. The elastic pneumohydraulic hitch allows the machine-tractor unit to be divided into two parts, adding the degree of freedom to the agricultural machine. The effectiveness of the elastic element in this case will depend on the degree of decrease in the pulse energy of the hook force. It should also be noted that the elastic elements in the hinged system of the tractor provide damping of engine torque fluctuations and reduction of specific fuel consumption. Based on the analysis of scientific studies of theoretical and experimental nature, the positive effect of the elastic hinge on the formation of dynamic indicators of the tractor, and in particular, on the traction resistance and skidding, which in turn increases the efficiency of the machine-tractor unit. The use of a pneumohydraulic elastic element in the mechanism of a hinged device reduces the slip ratio by 12–28% in relative measurement, and increases the theoretical and actual speed of the MTA. Experimental material proved the efficiency of the articulation of the machine and the tractor for reducing fuel consumption, hook effort, slipping of the undercarriage system and energy costs for the specified work.

Ключевые слова: *машинно-тракторные агрегаты, колесные тракторы, упругий элемент, упругая связь, пневмогидравлические навески, колебания нагрузки, буксование.*

Key words: *machine-tractor unit; a wheeled tractor elastic element; elastic connection; hydraulic linkage; load fluctuations; slippage.*

Введение. Трансмиссия движущегося трактора подвержена влиянию периодически изменяющегося момента сопротивления на полуосях ведущих колёс [13, 14], поэтому эксплуатация МТА в условиях сельскохозяйственного производства является совокупностью непрерывно чередующихся переходных процессов [3, 4]. Все это неизбежно приводит к ухудшению эксплуатационных показателей МТА [8, 11], снижению эффективности их применения [9, 10].

Существенным фактором в решении данной проблемы является разработка и совершенствование техники за счёт использования новых технических решений, таких как установка упругих элементов в системе передачи энергии МТА: в трансмиссии трактора [5], на ведущих колесах [12], в навесной системе [2], на рабочих органах [1].

В работах [15, 16] обоснован и исследован способ уменьшения динамической нагрузки трансмиссии на примере гусеничного трактора с помощью изменения крутильной жесткости реактивного элемента. На основе вычислительного моделирования было установлено, что при продольном движении с нагрузкой и без нагрузки на крюке снижение отношения максимального крутящего момента к среднему составляет 20 %. В устойчивом повороте с нагрузкой и без нагрузки на крюке на различных скоростях и на различных радиусах поворота, отношение максимального крутящего момента к среднему моменту уменьшается на 25 %. В режимах с наибольшей динамической нагрузкой, таких как вход в поворот и выход из поворота, отношение максимального крутящего момента к среднему уменьшается на 20–35 %.

Наиболее универсальным местом установки упругого элемента в сельскохозяйственном МТА, на наш взгляд, является навеска трактора.

С точки зрения улучшения работы двигателя и механизмов трансмиссии представляет интерес вопрос влияния пневмогидравлических упруго-демпфирующих элементов силовой передачи на снижение колебаний валов трансмиссии и двигателя, а также на качество выполнения технологических процессов МТА [3].

Материалы и методы. Снижение динамической нагруженности и повышение производительности МТА при одновременном снижении расхода топлива и повышении долговечности трансмиссии, можно обеспечить стабилизацией нагрузочных режимов как на установившемся режиме, так и на режиме разгона МТА путём использования в конструкции трактора эластичных элементов [1, 5, 10, 12].

С этой целью нами была создана навеска трактора с упругой связью, включающая упругий элемент пневмогидравлического типа, состоящий из пневмогидроаккумулятора мембранного типа и гидроцилиндра, включённых в гидросистему колесного трактора класса 1,4.

Звеном, воспринимающим нагрузку во время работы МТА, является дополнительный гидроцилиндр 2 навесного устройства, который располагается горизонтально (рисунок 1), он позволяет воспринимать полностью всю нагрузку. Штоковая полость 3 гидроцилиндра соединяется с жидкостной полостью пневмогидравлического аккумулятора 6 и магистралью 7 с гидрораспределителем трактора. Верхние 1 и нижние тяги 4 состоят из двух полутяг, которые соединены между собой шарнирно и могут перемещаться в вертикальной плоскости.

Навеска трактора работает следующим образом. Перед началом работы включается распределитель и от гидросистемы трактора по магистрали 7 в жидкостную полость гидропневмоаккумулятора 6 нагнетается масло и устанавливается необходимое давление, соответствующее виду работы. Это давление присутствует также и в штоковой полости 3 гидроцилиндра 2.

Во время работы трактора с сельскохозяйственной машиной усилие передается на треугольник 5, при этом нижние тяги 4 выпрямляются, и растягиваются верхние тяги 1. Шток гидроцилиндра 2 вытягивается, увеличивая давление в штоковой полости 3 и в жидкостной полости гидропневмоаккумулятора 6. В гидропневмоаккумуляторе 6 энергия накапливается. В момент, когда сопротивление почвы уменьшается, накопленная энергия из гидропневмоаккумулятора 6 возвращается в гидроцилиндр 2, тем самым уменьшая колебания крюковой нагрузки. Так как на навеску действует при работе постоянно изменяющаяся нагрузка, то данные процессы будут чередоваться, уменьшая амплитуду колебаний нагрузки на крюке. Данная конструкция навески трактора позволяет вести работу с валом отбора мощности и не требует переоборудования при замене навесных орудий на прицепные.

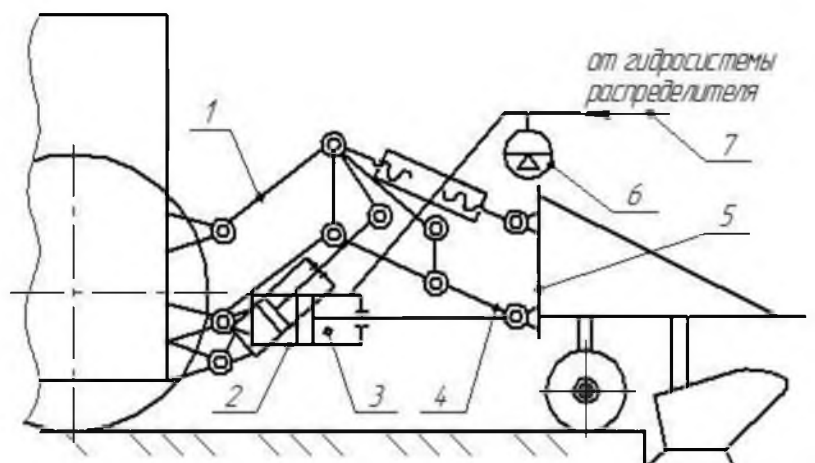


Рисунок 1 – Упругая навеска трактора:

1 – верхние тяги; 2 – гидроцилиндр; 3 – штоковая полость; 4 – нижние тяги;
5 – треугольник сцепного устройства; 6 – гидропневмоаккумулятор; 7 – гидравлическая магистраль соединения с гидрораспределителем трактора

Улучшение работы машинно-тракторного агрегата за счет снижения колебания нагрузки подтверждается при исследовании математической модели колёсного МТА [6, 7] и экспериментами, проведёнными в поле в условиях эксплуатации. Полевые эксперименты проводились на светло-каштановых типичных почвах на трех сельскохозяйственных операциях при различных агрофонах: вспашка многолетней залежи, культивация пара и сев на мягкой почве. Экспериментальные данные были обработаны методом быстрого преобразования Фурье.

Результаты и обсуждение. Было выявлено, что пневмогидравлическая навеска значительно сглаживает колебания действительной и теоретической скорости, крюкового усилия и соответственно буксования трактора.

Величина горизонтальной составляющей тягового усилия записывалась непрерывно в виде кривой и затем подвергалась обработке методом быстрого преобразования Фурье. Из полученных спектральных плотностей вытекает, что при использовании упругой навески происходят два основных энергетических всплеска, которые находятся: первый – на частотах 0,1-0,2 Гц и второй – на частотах 0,5-0,7 Гц. При работе с упругой навеской общий уровень колебаний значительно снижается. При разделении массы агрегата изменяется собственная частота колебаний сельскохозяйственной машины и, тем самым, снижается нагруженность. Первый всплеск уменьшается по амплитуде и является результатом нестационарности процесса, то есть возникает от неполного копирования сельхозмашиной поверхности поля из-за своих конструктивных особенностей. На вспашке первый всплеск значительно уменьшается (рисунок 2).

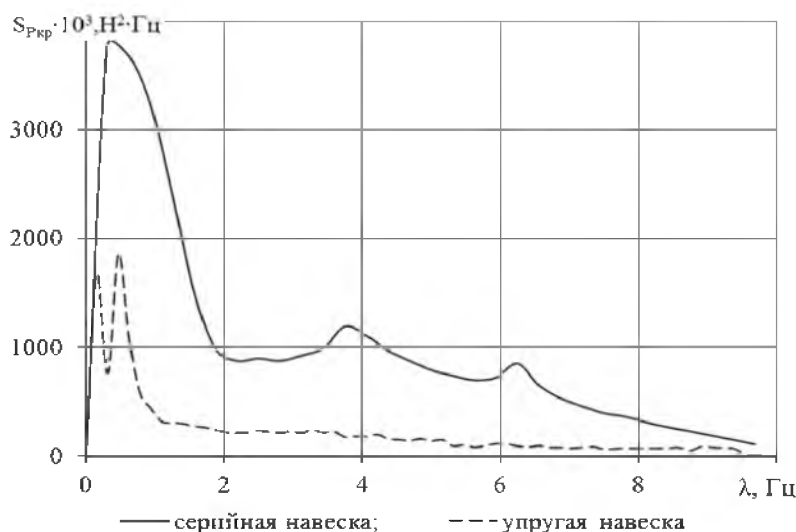


Рисунок 2 – Спектральная плотность горизонтальной составляющей тягового усилия на вспашке

Такая же тенденция наблюдается при исследовании скорости движения и буксования трактора [2]. Спектральная плотность теоретической скорости движения имеет один ярко выраженный пик на низкой частоте, у действительной скорости спектральная плотность имеют два пика. При использовании упругой связи, по сравнению с жесткой, данные пики также снижаются. Максимальные значения находятся в узкой полосе частот – от 0 до 3 с⁻¹, то есть при использовании упругой связи значительно снижается уровень низких спектров. Причём такой же эффект наблюдается и в области более высоких частот как на спектральной плотности коэффициента буксования, так и на теоретической и действительной скоростях движения и крюковом усилии трактора.

Анализ результатов эксперимента показывает, что установка упругого элемента в механизм навески снижает коэффициент буксования примерно на 13 % в относительном измерении, увеличивает теоретическую и действительную скорости, что, соответственно, ведет к увеличению несущей способности почвы (рисунок 3).

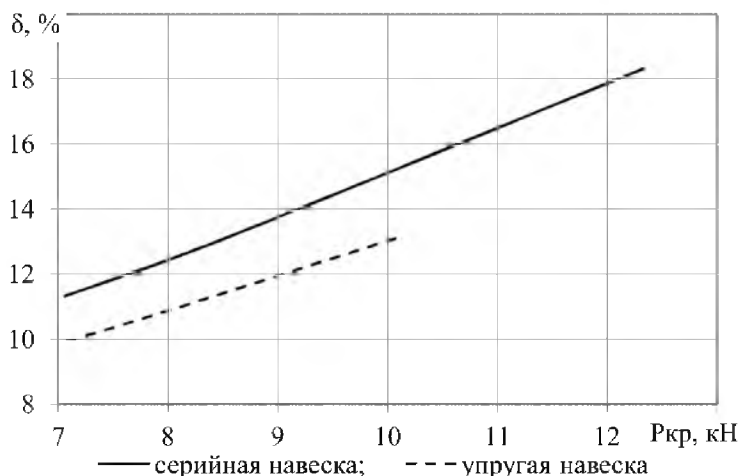


Рисунок 3 – Зависимость буксования от тягового усилия

Упругая пневмогидравлическая навеска позволяет сельскохозяйственной машине изменять свою координату относительно трактора (приближаться и удаляться от него) и, таким образом, появляется дополнительная степень свободы. Масса машинно-тракторного агрегата разделяется на две части: масса трактора и масса сельхозмашины. При этом колебания линейной скорости относительно среднего значения у сельхозмашины увеличиваются на величину перемещения штока гидроцилиндра упругого элемента, а у трактора уменьшаются.

По предварительным расчётам и поисковому эксперименту были определены оптимальные жёсткости упругого элемента для трех видов работ, критерием оптимальности служило снижение колебаний коэффициента буксования и тягового усилия, а также уменьшение их средних значений. Сравнительные эксплуатационно-технологические испытания показали, что вследствие повышения равномерности нагрузочного режима двигателя и уменьшения буксования улучшаются показатели МТА, особенно это видно на почвенных фонах с пониженной твердостью и вязкостью.

Заключение. Применение упругого элемента в навеске способствует уменьшению амплитуды колебаний коэффициента буксования, теоретической и действительной скоростей машинно-тракторного агрегата, что обеспечило улучшение взаимодействия рабочих органов сельхозмашин и ходовых систем тракторов с почвой. Основными причинами этому явились снижение крюковой нагрузки трактора и его колебаний. Более равномерное распределение нагрузки в трансмиссии позволяет стабилизировать нагрузочный режим двигателя, обеспечить снижение удельного расхода топлива и повысить долговечность деталей. Кроме этого, энергия, накопленная упругим элементом, воздействуя на сельхозмашину, помогает разрушить почвенную структуру при её обработке.

Таким образом, применение упругой связи положительно сказывается на режимах работы колёсного МТА, снижает динамическую нагруженность трансмиссии трактора, улучшает работу сельскохозяйственного машинно-тракторного агрегата за счет снижения колебания нагрузки. Кроме этого, следует отметить, что применение упругих элементов на агрегате содействует увеличению средней скорости МТА, повышению производительности и улучшению экономических показателей.

Библиографический список

1. Гапич, Д.С. Динамика движения упруго закрепленного рабочего органа культиваторного МТА [Текст] / Д.С. Гапич, С.Д. Фомин, Е.В. Ширяева // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 10. – С. 28-32.
2. Кузнецов, Н.Г. Автоматизация расчета технических характеристик горизонтальных стабилизаторов нагрузки МТА [Текст] / Н.Г. Кузнецов, Д.С. Гапич // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 4. – С. 36-38.
3. Нехорошев, Д.Д. Использование гидравлического насоса в качестве блокирующего устройства планетарной муфты сцепления [Текст] / Д.Д. Нехорошев, Д.А. Нехорошев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – №4. – С. 21-23.
4. Нехорошев, Д.Д. Планетарная муфта сцепления с регулируемым объемом упругого элемента [Текст] / Д.Д. Нехорошев, Д.А. Нехорошев // Сельский механизатор. – 2016. – №7. – С. 10-11.
5. Нехорошев, Д.Д. Расширение функциональных возможностей пневмогидравлического упругого элемента в конструкции планетарной муфты сцепления [Текст] / Д.Д. Нехорошев, Д.А. Нехорошев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2016. – №3. – С. 29-32.
6. Фомин, С.Д. Математическая модель для исследования неустойчивого криволинейного движения погрузочно-транспортного агрегата [Текст] / С.Д. Фомин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 1 (45). – С. 234-245.
7. Фомин, С.Д. Моделирование динамики взаимодействия масс подсистемы «трактор-прицеп» для неустойчивого криволинейного движения [Текст] / С.Д. Фомин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 4 (28). – С. 202-207.
8. Фомин, С.Д. Оценка влияния жесткости трансмиссии на устойчивость неуправляемого движения МТА с различным типом кинематической связи ведущих колес [Текст] / С.Д. Фомин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 1 (25). – С. 155-160.
9. Фомин, С.Д. Рациональный тип привода и кинематической связи ведущих колес трактора [Текст] / С.Д. Фомин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 3 (27). – С. 213-219.
10. Фомин, С.Д. Стабилизация курсовой устойчивости управляемого движения машинно-тракторного агрегата / С.Д. Фомин, В.И. Пындак, Д.С. Гапич // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 10. – С. 13-17.
11. Фомин, С.Д. Устойчивость движения транспортного агрегата с пневмогидравлическим упругодемпфирующим приводом ведущих колес [Текст] / С.Д. Фомин, В.И. Аврамов // Механизация и электрификация с.-х. – 2004. – № 8. – С. 17-19.
12. Фомин, С.Д. Энергоэффективность машинно-тракторного агрегата на переходных режимах [Текст] / С.Д. Фомин, В.И. Аврамов, Д.С. Гапич и др. // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2017. – № 1 (31). – С. 2-7.
13. Energy and agrotechnical indicators in the testing of machine-tractor units with subsoiler [Text]/ A. S. Ovchinnikov, A. S. Mezhevova, A. E. Novikov et al. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2017. – №12(24). – P. 7150-7160.
14. Some ways to reduce the dynamic loads of agricultural machine-tractor aggregates [Text]/ A.S. Ovchinnikov, N.G. Kuznetsov, D.D. Nekhoroshev et al. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – №13(22). – P. 8776-8779.
15. Shekhovtsov, V.V. Decreasing of the Dynamic Loading of Tractor Transmission by means of Change of the Reactive Element Torsional Stiffness [Text] /V.V. Shekhovtsov, N.S. Sokolov-Dobrev, P.V. Potapov //International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016 Procedia Engineering. – 2016. №150. – P. 1239-1244.
16. Influence of elements dynamic cohesiveness in power shafting on torsional vibrations spreading and dynamic equality of reducible model [Text]/V. Shehovtsov, N. Sokolov-Dobrev, M. Lyashenko et al. // Mechanika. – 2014. – Vol. 20(2). – P. 190-196.

Reference

1. Gapich, D. S. Dinamika dvizheniya uprugogo zakreplennogo rabocheho organa kul'tivatornogo MTA [Tekst] / D. S. Gapich, S. D. Fomin, E. V. Shiryaeva // Traktory i sel'hozmashiny. - 2017. - № 10. - P. 28-32.
2. Kuznecov, N. G. Avtomatizatsiya rascheta tehnikeskikh harakteristik gorizontalnykh stabilizatorov nagruzki MTA [Tekst] / N. G. Kuznecov, D. S. Gapich // Traktory i sel'hozmashiny. - 2014. - № 4. - P. 36-38.
3. Nehoroshev, D. D. Ispol'zovanie gidravlicheskogo nasosa v kachestve blokiruyushchego ustrojstva planetarnoy mufty sopleeniya [Tekst] / D. D. Nehoroshev, D. A. Nehoroshev // Mehanizatsiya i jelektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva. - 2015. - №4. - P. 21-23.
4. Nehoroshev, D. D. Planetarnaya mufta sopleeniya s reguliruemym ob'jomom uprugogo jelementa [Tekst] / D. D. Nehoroshev, D. A. Nehoroshev // Sel'skij mehanizator. - 2016. - №7. - P. 10-11.
5. Nehoroshev, D. D. Rasshirenie funktsional'nykh vozmozhnostej pnevmogidravlicheskogo uprugogo jelementa v konstrukcii planetarnoy mufty sopleeniya [Tekst] / D. D. Nehoroshev, D. A. Nehoroshev // Mehanizatsiya i jelektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva. - 2016. - №3. - P. 29-32.
6. Fomin, S. D. Matematicheskaya model' dlya issledovaniya neustanovivshegosya krivolinejnogo dvizheniya pogruzochno-transportnogo agregata [Tekst] / S. D. Fomin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 1 (45). - P. 234-245.
7. Fomin, S. D. Modelirovanie dinamiki vzaimodejstviya mass podsistemy "traktor-pricep" dlya neustanovivshegosya krivolinejnogo dvizheniya [Tekst] / S. D. Fomin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 4 (28). - P. 202-207.
8. Fomin, S. D. Ocenka vliyaniya zhestkosti transmissii na ustojchivost' neupravlyaemogo dvizheniya MTA s razlichnym tipom kinematicheskoy svyazi veduschih koles [Tekst] / S. D. Fomin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 1 (25). - S. 155-160.
9. Fomin, S. D. Ratsional'nyj tip privoda i kinematicheskoy svyazi veduschih koles traktora [Tekst] / S. D. Fomin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 3 (27). - P. 213-219.
10. Fomin, S. D. Stabilizatsiya kursovoj ustojchivosti upravlyaemogo dvizheniya mashinno-traktornogo agregata / S. D. Fomin, V. I. Pyndak, D. S. Gapich // Traktory i sel'hozmashiny. - 2015. - № 10. - P. 13-17.
11. Fomin, S. D. Ustojchivost' dvizheniya transportnogo agregata s pnevmogidravlicheskim uprugodempfiruyushchim privodom veduschih koles [Tekst] / S. D. Fomin, V. I. Avramov // Mehanizatsiya i jelektrifikatsiya s.-h. - 2004. - № 8. - P. 17-19.
12. Fomin, S. D. Jenergoeffektivnost' mashinno-traktornogo agregata na perehodnykh rezhimakh [Tekst] / S. D. Fomin, V. I. Avramov, D. S. Gapich i dr. // Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta MAMI. - 2017. - № 1 (31). - S. 2-7.
13. Energy and agrotechnical indicators in the testing of machine-tractor units with subsoiler [Text] / A. S. Ovchinnikov, A. S. Mezheva, A. E. Novikov et al. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. - 2017. - №12(24). - P. 7150-7160.
14. Some ways to reduce the dynamic loads of agricultural machine-tractor aggregates [Text] / A.S. Ovchinnikov, N.G. Kuznetsov, D.D. Nekhoroshev et al. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. - 2018. - №13(22). - P. 8776-8779.
15. Shekhovtsov, V.V. Decreasing of the Dynamic Loading of Tractor Transmission by means of Change of the Reactive Element Torsional Stiffness [Text] / V.V. Shekhovtsov, N.S. Sokolov-Dobrev, P.V. Potapov // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016 Procedia Engineering. - 2016. - №150. - P. 1239-1244.
16. Influence of elements dynamic cohesiveness in power shafting on torsional vibrations spreading and dynamic equality of reducible model [Text] / V. Shekhovtsov, N. Sokolov-Dobrev, M. Lyashenko et al. // Mechanika. - 2014. - Vol. 20(2). - P. 190-196.

E-mail: dmitr-nech@yandex.ru

УДК 620.197:631.3

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-46

**НОВАЯ ЗАЩИТНАЯ СМАЗКА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ****NEW PROTECTIVE LUBRICANT FOR STORAGE
OF AGRICULTURAL MACHINERY****Н.В. Степанов**, кандидат технических наук**С.Н. Шуханов**, доктор технических наук**N.V. Stepanov, S.N. Shukhanov***ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского»,
г. Иркутск**FGBOOU WAUGH «Irkutsk state agricultural university to them. A.A. Ezhevsky», Irkutsk*

Развитие агропромышленного комплекса на современном этапе предполагает создание технических средств и технологий, работающих на инновационных принципах. Устойчивая, долгосрочная и безотказная работа сельскохозяйственной техники во многом зависит от ее надлежащего технического обслуживания, ремонта и хранения. Обзор литературных источников и патентный поиск современных защитных масел для хранения агроинженерных систем технического обеспечения АПК позволил разработать новую защитную смазку. Проведенными исследованиями доказано, что повышение эффективности противокоррозионной защиты деталей сельскохозяйственной техники в условиях открытого хранения в нерабочий период может быть достигнуто за счет применения разработанной защитной смазки из отработанных авто-тракторных масел и отходов целлюлозной промышленности. Установлено, что оптимальный состав разработанной защитной композиции, должен содержать компоненты масс в следующем соотношении, %: первый вариант: отработанное моторное масло – 20,0; омыленный таловый пек – 2,0; серная кислота – 0,2; вода – остальное; второй вариант: отработанное моторное масло – 25,0; омыленный таловый пек – 2,5; серная кислота – 0,25; вода – остальное; третий вариант: отработанное моторное масло – 30; омыленный таловый пек – 3,0; серная кислота – 0,3; вода – остальное. Достаточной эффективной толщиной пленки защитного покрытия является 0,15 мм, что обеспечивает увеличение защитной способности в 2,73 раза, снижение расходов на консервацию на 20 %, а также повышение производительности труда в 1,5 раза при постановке машин на хранение. Применение смазочных смесей при постановке сельскохозяйственной техники на хранение позволит исключить коррозию за счет высокой адгезии смазок к поверхности деталей. Использование смазочных смесей на основе отходов промышленности таловый пек и отработанных моторных масел позволит отказаться от применения дорогостоящих масел и масляных нефтяных соединений.

Development of agro-industrial complex at the present stage assumes creation of the technical means and technologies working at the innovative principles. Steady, long-term and no-failure operation of agricultural machinery in many respects depends on its appropriate maintenance, repair and storage. The review of references and patent search of modern protective oils allowed to develop new protective lubricant for storage of agroengineering systems of technical support of agrarian and industrial complex. By the conducted researches it is proved that increase in efficiency anticorrosive can be sewn up details of agricultural machinery in the conditions of open storage during the non-working period it is reached due to use of the developed protective lubricant from the fulfilled autotractor oils and waste of the cellulose industry. It is established that the optimum structure of the developed protective composition, has to contain components of masses in the ratio, %: the first option: the fulfilled engine oil - 20.0; the saponified tall pitch – 2.0; sulfuric acid – 0.2; water – the rest; the second option: the fulfilled engine oil - 25.0; the saponified tall pitch – 2.5; sulfuric acid – 0.25; water – the rest; the fulfilled engine oil – 30; the saponified tall pitch – 3.0; sulfuric acid – 0.3; water – the rest. Sufficient effective thickness of a film of a protective coating are 0.15 mm that provides increase in protective ability by 2.73 times, decrease in expenses on preservation by 20% and also increase in labor produc-

tivity by 1.5 times at statement of cars on storage. Use of lubricant mixes at statement of agricultural machinery on storage will allow to exclude corrosion due to high adhesion of lubricants to a surface of details. Use of lubricant mixes on the basis of industry waste tall pitch and the fulfilled engine oils will allow to refuse use of expensive oils and oil connections.

Ключевые слова: защитные смазки, коррозия, сельскохозяйственная техника, хранение.

Key words: protective lubricant, corrosion, agricultural machinery, agro-industrial complex, storage.

Введение. Развитие агропромышленного комплекса на современном этапе предполагает создание технических средств и технологий, работающих на инновационных принципах [1-10]. Устойчивая, долгосрочная и безотказная работа сельскохозяйственной техники во многом зависит от ее надлежащего технического обслуживания, ремонта и хранения. Для надежного хранения машин и аппаратов агропромышленного назначения необходимо разработать защитную смазку на уровне патентопригодности.

Материалы и методы. Обзор литературных источников и патентный поиск современных защитных масел для хранения агроинженерных систем технического обеспечения АПК. Испытание защитных свойств смазок и анализ полученных результатов.

Результаты и обсуждение. При эксплуатации сельскохозяйственной техники происходит неуклонное снижение надежности как в процессе использования, так и при хранении. Величина износа зависит от конструктивных особенностей машин, от условий и интенсивности их эксплуатации, от качества изготовления, консервации и условий хранения. ГОСТ 7751-2009 устанавливает требования к подготовке техники к длительному хранению, в том числе обязательную консервацию деталей и составных частей.

Это позволит увеличить долговечность и повысить техническую готовность машин, сократить количество отказов, снизить затраты на эксплуатацию. Установлено, что основными климатическими факторами, влияющими на изменение качественного состояния сельскохозяйственной техники в условиях открытого хранения, являются среднегодовые значения относительной влажности воздуха и концентрации сернистого газа. Они оказывают наиболее существенное влияние на интенсивность коррозионного износа.

Существуют многочисленные варианты классификации ингибиторов коррозии. По действию на процесс коррозии ингибиторы разделяют на анодные и экранирующие. Их можно объединить также в две группы: А – ингибиторы, создающие на поверхности защитную пленку, и Б – ингибиторы, уменьшающие агрессивность среды по отношению к металлу. Могут быть ингибиторы смешанного типа А-Б или Б-А. Каждую из групп можно разделить на три класса: 1 – ингибиторы, тормозящие коррозионный процесс; 2 – ингибиторы, удлиняющие индукционный период коррозии (иммунизаторы); 3 – ингибиторы, пассивирующие поверхность металла вследствие образования на ней защитной пленки.

В настоящее время появился большой класс маслорастворимых ингибиторов, образующих коллоидные растворы в минеральных маслах. Эти ингибиторы не полностью поддаются классификации по данной системе. Исходя из практических результатов применения различных нефтяных защитных покрытий и ингибиторов все ингибиторы для защиты металлов от атмосферной коррозии можно условно разделить на три основные группы: водорастворимые, водомаслорастворимые и маслорастворимые.

Водорастворимые ингибиторы, образующие коллоидные растворы в воде, но не растворяющиеся в минеральных маслах, – это соединения, вырабатываемые в химической промышленности и применяющиеся в виде водных и загущенных растворов, порошков и в виде жидкости для пропитки бумаги.

Водомаслорастворимые ингибиторы коррозии растворяются и в воде, и в масле. Растворимость их может быть различной. Водомаслорастворимые ингибиторы - сильные эмульгаторы. В водных средах они способны эмульгировать или даже растворять неполярные углеводородные соединения. Маслорастворимые ингибиторы – вещества: окисленный петролатум, маслорастворимые сульфонаты, нитрованное масло. Эти соединения применяются главным образом для введения в масла и смазки.

Водорастворимые ингибиторы, в свою очередь, по химическому составу делятся на неорганические и органические. Неорганические ингибиторы – нитрат натрия, хроматы, фосфаты и силикаты. Неорганические водорастворимые ингибиторы коррозии – сильные пассиваторы металла. Они переводят двухвалентные соединения железа, олова, меди в трехвалентные окисные соединения, создающие защитные пассивирующие пленки. Органических водорастворимых ингибиторов атмосферной коррозии известно очень много, но несмотря на их многообразие, все они содержат в молекуле две основные части: органический радикал и активную группу, например NO_2 , NH_2 , CO_4 .

Механизм действия органических ингибиторов коррозии очень сложен, и в результате происходят следующие основные явления: физическая адсорбция ингибиторов на металле; образование защитной пленки коллоидно – дисперсного ингибитора; образование поверхностных химических соединений.

Отработанные моторные масла являются отходами смазочных материалов двигателей и представляют собой высокотоксичные продукты. Повторное использование их осуществляется по нескольким направлениям: добавление отработанного масла и сырой нефти на нефтеперерабатывающих предприятиях, сжигание на энергетических установках в качестве топлива, регенерация с целью повторного применения по прямому назначению и использование для защиты деталей сельскохозяйственной техники от атмосферной коррозии при ее хранении.

Для приготовления композиций на основе эмульсионных смазок нами предлагается использовать отработанное масло автотракторных двигателей и омыленный таловый пек – отходы сульфатно-целлюлозного производства Братского ЛПК (ОСТ 1-13-142-82), являющейся поверхностно-активным веществом.

Омыленный таловый пек – побочный продукт сульфатноцеллюлозного производства ЛПК. Таловый пек, которого на Братском ЛПК образуется несколько сотен тонн в год, представляет собой сложную смесь продуктов этерификации гидроксилсодержащих соединений талового масла (стеарины, фенолы, спирты жирного ряда, спирты смоляные), смоляных и жирных кислот, а также продуктов полимеризации ненасыщенных жирных кислот.

Таловый пек является кубовым остатком при ректификации сырого талового масла. Сырое таловое масло состоит из смеси смоляных и жирных кислот, с содержанием 1 % лигнина. Продуктом ректификации являются дистиллированное таловое масло и канифоль. Количество кубового остатка (таловый пек) составляет 250 кг на 1 тонну сырого талового масла. Он представляет собой твердый гидрофобный продукт с низкой температурой размягчения. Растворимая форма талового пека (омыленный) осуществляется обработкой его раствором едкого натрия.

Омыленный таловый пек – твердый продукт в виде непрозрачной темно-коричневой массы, размягчающейся при нагревании, полностью растворяющейся в воде, щелочных растворах. Содержит натриевые мыла смоляных и жирных кислот и неомыляемые вещества. Температура размягчения 40 °С, щелочность составляет 3-10 %, пенообразующая способность не менее 60 мл. Концентрация водных растворов омыленного талового пека при отдельном дозировании составляет 1,006 г/см³. Хранят омыленный таловый пек при температуре выше 10 °С.

Введение в обработанное моторное масло омыленного талового пека обеспечивает получение стабильной эмульсии за счет наличия в составе смоляных и жирных кислот. В результате реакций компонентов и серной кислоты образуются натриевые мыла, которые являются гидрофильными эмульгаторами и дают эмульсию типа водомаслорастворимых ингибиторов коррозии.

Смазку готовили путем эмульгирования расчетных компонентов в отработанном моторном масле, при комнатной температуре с механическим перемешиванием в лопастном смесителе до получения однородной пасты. Продолжительность приготовления составляет 10-20 минут. Смазка на основе обработанных моторных масел по консистенции представляет собой пасту серовато-желтого цвета, легко наносимую на поверхность деталей кистью или разбрызгиванием. Смазка обладает высокой адгезией к поверхности металлических деталей и обеспечивает нанесение смазки равномерным тонким слоем как в холодном, так и в горячем состояниях.

Ниже представлены варианты разработанной смазки, позволяющие исключить коррозию на поверхностях деталей сельскохозяйственной техники, при следующем соотношении компонентов, масс. %

	1	2	3
Отработанное моторное масло	20,0	25,0	30,0;
Омыленный таловый пек	2,0	2,5	3,0;
Серная кислота	0,2	0,25	0,30
Вода	Остальное		

Все компоненты, кроме отработанного моторного масла, используются в виде водных растворов. При приготовлении смазки рекомендуется следующая последовательность загрузки составляющих компонентов: омыленный таловый пек + отработанное моторное масло + серная кислота вместе с расчетным количеством воды. После длительного хранения смазку необходимо перемешивать в течение 1-2 минут.

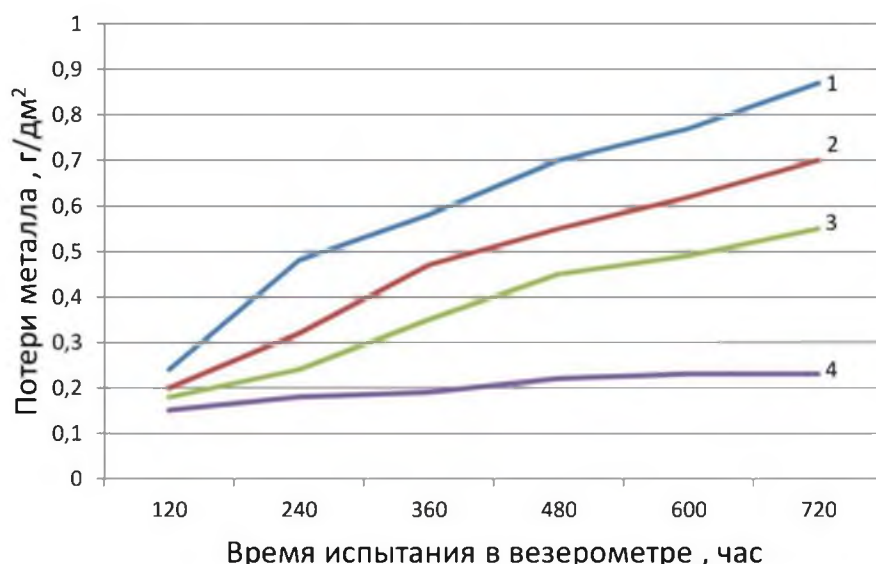


Рисунок – Коррозионный износ защитных смазочных покрытий при испытании в камере везерометра в течение 720 часов:

- 1 – отработанное моторное масло; 2 – смазка К-17; 3 – смазка НГ-204;
4 – отработанное моторное масло + омыленный таловый пек + серная кислота + вода

Перед проведением производственных испытаний смазки были проведены ускоренные лабораторные испытания. Исследования проводились в камере везерометра АВК-2, где защитные смазки подвергались интенсивному воздействию факторов, имеющих место при длительном хранении машин на открытых площадках. На рисунке приведены результаты испытаний различных видов смазок.

Проведенные испытания по выявлению защитной способности масел и их смесей показывают высокий коэффициент защитной способности $K=0,92-0,97$ (таблица). Эти смазки могут быть рекомендованы и использованы для защиты от коррозии сельскохозяйственной техники при хранении на открытых площадках.

Таблица – Результаты коррозионных испытаний и защитных свойств смазок

Наименование смазочного покрытия на образцах	Коррозионный износ за 720 часов испытаний в камере везерометра. г/ дм ²	Коэффициент защитной способности. $K_{\text{защ}}$
Отработанное моторное масло	0,97	0,12-0,35
Смазка К-17; К-19	0,70	0,47-0,57
Смазка НГ -204	0,55	0,65-0,71
ОММ+ОТП+H ₂ SO ₄ +H ₂ O	0,23	0,92-0,97

Процессом торможения электродного механизма атмосферной коррозии является введение в отработанные масла пассивирующих веществ. В данном случае в составе смазки используется омыленный талловый пек.

Заключение. Проведенными исследованиями доказано, что повышение эффективности противокоррозионной защиты деталей сельскохозяйственной техники в условиях открытого хранения в нерабочий период может быть достигнуто за счет применения разработанной защитной смазки из отработанных автотракторных масел и отходов целлюлозной промышленности.

Установлено, что оптимальный состав разработанной защитной композиции должен содержать компоненты масс в следующем соотношении, %:

	1	2	3
Отработанное моторное масло	20,0	25,0	30,0;
Омыленный талловый пек	2,0	2,5	3,0;
Серная кислота	0,2	0,25	0,30
Вода	Остальное		

Достаточной эффективной толщиной пленки защитного покрытия является 0,15 мм, что обеспечивает увеличение защитной способности в 2,73 раза, снижение расходов на консервацию на 20 %, а также повышение производительности труда в 1,5 раза при постановке машин на хранение.

Применение смазочных смесей при постановке сельскохозяйственной техники на хранение позволит исключить коррозию за счет высокой адгезии смазок к поверхности деталей. Использование смазочных смесей на основе отходов промышленности: талового пека и отработанных моторных масел – позволит отказаться от применения дорогостоящих масел и масляных нефтяных соединений.

Экономические расчеты и результаты производственных испытаний показывают, что использование защитной композиции активного действия в качестве единого консервационного материала защиты деталей сельскохозяйственной техники от атмосферной коррозии повышает защитную способность и дает значительную экономию средств на постановку машин на хранение на открытых площадках.

Библиографический список

1. Алтухов, И.В. Экспериментальная ИК – установка для сушки плодов и овощей [Текст]/ И.В. Алтухов, В.Д. Очиров, В.А. Федотов // Вестник ИрГСХА. – 2017. – № 81-2. – С. 90-96.
2. Алтухов, С.В. Анализ гидродинамических характеристик распылителей форсунок ДВС [Текст]/ С.В. Алтухов, С.Н. Шуханов // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 3. – С. 3-6.
3. Болоев, П.А. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в условиях Восточной Сибири [Текст]/ П.А. Болоев, С.Н. Шуханов, Г.Н. Поляков // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 10. – С. 31-34.
4. Болоев, П.А. Оценка глубины заделки семян зерновых культур посевными комплексами [Текст]/ П.А. Болоев, Г.Н. Поляков, С.Н. Шуханов // Пермский аграрный вестник. – 2016. – 1 (13). – С. 45-50.
5. Бутенко, А.Ф. Экспериментальное определение параметров активного питателя ленточного метателя зерна [Текст] / А.Ф. Бутенко, А.В. Асатурян, С.М. Чепцов // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № 1 (17). – С. 17-21.
6. Бутенко А.Ф. К обоснованию эффективности использования комбинированного ленточного метателя зерна [Текст]/ А.Ф. Бутенко, А.В. Асатурян // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – № 1. – С. 80-86.
7. Поляков, Г.Н. Оценка качества семян с помощью комплексного показателя [Текст]/ Г.Н. Поляков, С.Н. Шуханов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 5 (61). – С. 60-62.
8. Сухаева, А.Р. Состояние вопроса самонагревания хлебной массы в скирдах [Текст]/ А.Р. Сухаева, С.Н. Шуханов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3 (71). – С. 165-167.
9. Шуханов, С.Н. Определение концентрации газа в смазочном материале трансмиссий энергонасыщенных тракторов сельскохозяйственного назначения [Текст]/ С.Н. Шуханов // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 8. – С. 37-40.
10. Шуханов, С.Н. Усовершенствованный способ возделывания корнеплодов в сухостепной зоне [Текст]/ С.Н. Шуханов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (69). – С. 112-113.
11. Шуханов, С.Н. Совершенствование измельчителя корнеплодов [Текст]/ С.Н. Шуханов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 14(72). – С. 185-186.
12. Nuralin, B. Constructive – regime parameters of rotor – brush cleaner for tuberous roots dry cleaning [Текст]/ B. Nuralin, A. Bakushev, M. Janaliev, Z. Kubashev, N. Omarova, V. Zakharov // Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. – 2018. – T. 40. – № 2. – P. 113.

Reference

1. Altuhov, I. V. Jeksperimental'naya IK - ustanovka dlya sushki plodov i ovoshej [Tekst]/ I. V. Altuhov, V. D. Ochirov, V. A. Fedotov // Vestnik IrGSXA. - 2017. - № 81-2. - P. 90-96.
2. Altuhov, S. V. Analiz gidrodynamiceskikh harakteristik raspylitelej forsunok DVS [Tekst]/ S. V. Altuhov, S. N. Shuhanov // Traktory i sel'hozmashiny. - 2018. - № 3. - P. 3-6.
3. Boloev, P. A. Resursosberegayushchie tehnologii vzdelyvaniya zernovykh kul'tur v usloviyah Vostochnoj Sibiri [Tekst]/ P. A. Boloev, S. N. Shuhanov, G. N. Polyakov // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2015. - № 10. - P. 31-34.
4. Boloev, P. A. Ocenka glubiny zadelki semyan zernovykh kul'tur posevnymi kompleksami [Tekst]/ P. A. Boloev, G. N. Polyakov, S. N. Shuhanov // Permskij agrarnyj vestnik. - 2016. - 1 (13). - P. 45-50.
5. Butenko, A. F. jeksperimental'noe opredelenie parametrov aktivnogo pitatelya lentochного metatelya zerna [Tekst] / A. F. Butenko, A. V. Asaturyan, S. M. Chepcov // Vestnik APK Stavropol'ya. - 2015. - № 1 (17). - P. 17-21.
6. Butenko A. F. K obosnovaniyu jeffektivnosti ispol'zovaniya kombinirovannogo lentochного metatelya zerna [Tekst]/ A. F. Butenko, A. V. Asaturyan // Mezhdunarodnyj tekhniko-jekonomicheskij zhurnal. - 2018. - № 1. - P. 80-86.

7. Polyakov, G. N. Ocenka kachestva semyan s pomosch'yu kompleksnogo pokazatelya [Tekst]/ G. N. Polyakov, S. N. Shuhanov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2016. - № 5 (61). - P. 60-62.

8. Suhaeva, A. R. Sostoyanie voprosa samonagrevaniya hlebnok massy v skirdah [Tekst]/ A. R. Suhaeva, S. N. Shuhanov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2018. - № 3 (71). - P. 165-167.

9. Shuhanov, S. N. Opredelenie koncentracii gaza v smazochnom materiale transmissij jenergonasyschennykh traktorov sel'skohozyajstvennogo naznacheniya [Tekst]/ S. N. Shuhanov // Traktory i sel'hoz mashiny. - 2017. - № 8. - P. 37-40.

10. Shuhanov, S. N. Uovershenstvovannyj sposob vozdeystviya korneplodov v suhostepnoj zone [Tekst]/ S. N. Shuhanov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2018. - № 1 (69). - P. 112-113.

11. Shuhanov, S. N. Sovershenstvovanie izmel'chatelya korneplodov [Tekst]/ S. N. Shuhanov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2018. - № 14(72). - P. 185-186.

12. Nuralin, B. Constructive - regime parameters of rotor - brush cleaner for tuberous roots dry cleaning [Tekst]/ B. Nuralin, A. Bakushev, M. Janaliev, Z. Kubashev, N. Omarova, V. Zakharov // Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. - 2018. - T. 40. - № 2. - P. 113.

E-mail: Shuhanov56@mail.ru

УДК 620.193:629.3.083.5

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-47

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОЙКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЕЙ

INCREASE THE EFFICIENCY OF WASHING DETAILS DURING REPAIRING CARS

В.В. Быков¹, доктор технических наук, профессор

Б.П. Загородских², доктор технических наук, профессор

Ш.В. Садетдинов³, доктор химических наук, профессор

В.М. Юдин⁴, доктор технических наук, профессор

V.V. Bykov¹, B.P. Zagorodskikh², Sh.V. Sadetdinov³, V.M. Yudin⁴

¹Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,

²Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

³Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, г. Чебоксары

⁴Российский государственный аграрный заочный университет, г. Балашиха

1Moscow State Technical University named after N.E. Bauman

2Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilova

3Chuvash State University. I.N. Ulyanova, Cheboksary,

4Russian State Agrarian Correspondence University, Balashikha

Для удаления различных загрязнений с поверхности деталей при ремонте агрегатов раньше использовали нефтепродукты, что приводило к загрязнению окружающей среды и нерациональному использованию природных ресурсов. В настоящее время в ремонтном производстве для мойки деталей в моечных машинах и установках различного типа применяют синтетические моющие средства (СМС) Тракторин, МЛ-51, МЛ-52, Лабами-101, Лабами-202, Лабами-203, Лабами-204, АМ-15, Аэрол, МС-6, МС-8, Темп и др. Однако они обладают низким пассивирующим действием по отношению к очищаемой поверхности и нуждаются в повышении противокоррозионных свойств. Для решения этой проблемы в работе разработаны новые составы технических моющих препаратов на основе амидоборатного соединения (тетраформамидпентаборат аммония – ТФПА), полученного исследованием системы пентаборат аммония – формамид – вода при 25 °С. Результаты испытаний моющей способности 3 %-х растворов АМ-15, МЛ-52 и МС-6 и составов с добавкой пентабората аммония, формамида и ново-

го соединения ТФПА на их основе показывают, что добавления пентабората аммония и формамида практически не влияют на моющую способность растворов и смачиваемость, а при добавлении 5 г/л ТФПА в 3 %-й раствор МС-6 моющая способность достигает 97,5 %, а смачиваемость 36 секунд. Для сравнения в 3 %-м растворе МС-6 без добавки эти показатели составляют 83,6 % и 27 секунд. Изучение коррозионной стойкости стали 3 к водным растворам МС-6 и МЛ-52 без ТФПА и в присутствии ТФПА показало, что большей коррозионной активностью из них обладает средство МС-6, в присутствии ТФПА скорость коррозии стали в растворе МС-6 понижается. При этом степень защиты составляет 84 %, коэффициент торможения – 5. Следовательно, ТФПА можно рекомендовать к применению в качестве ингибитора коррозии при мойке деталей автотранспортных средств.

To remove various contaminants from the surface of parts during the repair of units, oil products used to be used, which led to environmental pollution and inefficient use of natural resources. Currently, in the repair industry, synthetic detergents (SMS) Traktorin, ML-51, ML-52, Labamid-101, Labamid-202, Labamid-203, Labamid-204, AM are used to wash parts in washers and installations of various types. -15, Aerol, MS-6, MS-8, Temp, etc. However, they have a low passivation effect in relation to the surface being cleaned and need to be enhanced anti-corrosion properties. To solve this problem, new formulations of technical detergent preparations based on an amide borate compound (ammonium tetraformamide pentaborate - TFPA), obtained by studying the ammonium pentaborate system - formamide - water at 25 ° C, have been developed. The test results of the detergency of 3% solutions of AM-15, ML-52 and MS-6 and compositions with the addition of ammonium pentaborate, formamide and a new compound TPPA based on them show that the addition of ammonium pentaborate and formamide practically do not affect the washing ability of solutions and wettability, and the addition of 5 g / l TFPA in 3% solution MS-6 detergency reaches 97,5%, and wettability 36 seconds. For comparison, in a 3% MS-6 solution without an additive, these figures are 83,6 % and 27 seconds. The study of the corrosion resistance of steel 3 to aqueous solutions MS-6 and ML-52 without TFPA and in the presence of TFPA showed that the tool MC-6 has the most corrosive activity; in the presence of TFPA, the corrosion rate of steel in the MS-6 solution decreases. The degree of protection is 84%, the drag coefficient is 5. Therefore, TFPA can be recommended for use as a corrosion inhibitor when washing parts of motor vehicles.

Ключевые слова: загрязнения поверхности, мойка деталей, синтетические моющие средства, ингибитор коррозии, тетраформамидпентаборат аммония, скорость коррозии.

Key words: contamination of surface, the washing of details, synthetic detergents, inhibitor of corrosion, ammonium tetraformamide pentaborate, corrosion rate.

Введение. Детали узлов и агрегатов автомобилей при их эксплуатации загрязняются различными видами загрязнений: нагаром, накипью, продуктами коррозии, лаковыми отложениями, жировыми пленками и др. [1].

Указанные загрязнения имеют сложный химический состав и удаляются с применением механических и физико-химических процессов, в основе которых лежат различные способы разрушения и удаления загрязнений с поверхности деталей [7].

Для очистки поверхностей деталей от большинства загрязнений раньше использовали нефтепродукты (бензин, керосин, дизельное топливо, уайт-спирит и др.), что не обеспечивало качества очистки деталей, загрязняло окружающую среду и приводило к нерациональному использованию природных ресурсов. В последние годы с целью повышения эффективности мойки начали использовать специальные препараты, моющее действие растворов которых основывается на процессах растворения, адсорбции, эмульгирования, диспергирования и других [10].

Широкое применение для мойки деталей в ремонтном производстве транспортных предприятий получили синтетические моющие средства (СМС): Тракторин, МЛ-51, МЛ-52, Лабамид-101, Лабамид-202, Лабамид-203, Лабамид-204, АМ-15,

Аэрол, МС-6, МС-8, Темп и др., – которые предназначены для очистки деталей в моечных машинах и установках различного типа [9]. Однако эти препараты не обладают достаточным пассивирующим действием по отношению к очищаемой поверхности и нуждаются в повышении противокоррозионных свойств [2]. В связи с этим исследования по улучшению моющих и противокоррозионных свойств растворов СМС являются актуальными.

Материалы и методы. В порядке дальнейшего совершенствования СМС разработаны новые составы технических моющих препаратов на основе амидоборатного соединения, полученного исследованием системы пентаборат аммония – формамид – вода при 25 °С.

Исследование системы проводили по методике, приведенной в [4]. В пробах жидких фаз и донных «остатков» содержание формамида находили по Кьельдалю, пентаборат-ион – алкалометрическим титрованием в присутствии маннита. Идентификацию твердой фазы проводили графически по Скрейнемакерсу и контролировали методом микрокристаллооптики. Результаты экспериментов по изучению фазовых равновесий этой системы представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Растворимость и твердая фаза в системе $\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8\text{--HCONH}_2\text{--H}_2\text{O}$ при 25 °С

Жидкая фаза, масс. %		Твердый остаток, масс. %		Твердая фаза
$\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8$	HCONH_2	$\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8$	HCONH_2	
8,70	–	73,53	–	$\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
10,06	7,85	73,02	0,32	–/–/–
12,14	14,96	72,94	0,46	–/–/–
15,24	25,30	72,80	0,82	–/–/–
17,60	34,81	72,76	0,88	–/–/–
15,06	37,30	48,08	43,27	$\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
11,48	44,60	48,02	43,30	–/–/–
8,25	50,72	48,06	43,34	–/–/–
5,60	59,64	48,12	43,28	–/–/–
2,14	66,52	–	–	нет
–	78,16	–	–	$\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

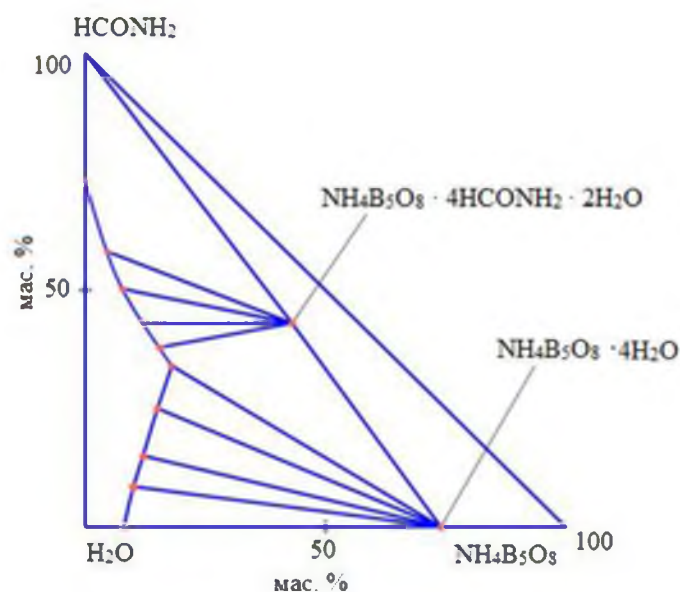


Рисунок 1 – Изотерма растворимости системы $\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8\text{--HCONH}_2\text{--H}_2\text{O}$ при 25° С

Как видно из рисунка 1, изотерма растворимости системы пентаборат аммония – формамид – вода при 25 °С представлена участками кристаллизации тетрагидрата пентабората аммония и нового соединения состава: 48,08 % $\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8$; 43,27 % HCONH_2 ; 8,65 % H_2O , что в пересчете на молекулярное соотношение отвечает химической формуле $\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8 \cdot 4\text{HCONH}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (тетраформамидпентаборат аммония).

Показатель преломления кристаллосольвата, измеренный иммерсионным методом, равен 1,389, а его плотность, найденная в бензоле и толуоле, – 1,512 г/см³.

Моющая способность определяется весовым методом, при котором определяется процент смываемости загрязнений с поверхности детали [5, 3]. Для испытания применяли детали с шероховатостью поверхности 0,32-0,61 размером 100×50×1,5 мм. Их обезжиривали эфиром и выдерживали 5-10 минут до полного испарения эфира и принятия ими постоянной температуры. Детали взвешивали на аналитических весах с точностью до 0,0001 г. Затем стеклянной палочкой наносили равномерным слоем загрязнения. Количество нанесенного загрязнения должно быть примерно одинаковым на всех деталях и составлять 0,08-0,085 г. Затем загрязненные детали помещали в лабораторную моечную машину и мыли в течение 2 минут. После мойки детали промывали дистиллированной водой и сушили путем обдува воздухом от вентилятора при комнатной температуре. После сушки их взвешивали. Процент удаленного загрязнения с поверхности определяли по формуле [8]:

$$\% = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_0},$$

где P_0 – начальный вес образца (чистого), г; P_1 – вес загрязненного образца, г; P_2 – вес образца после мойки, г.

Смачивающая способность определялась последовательным погружением образцов в моющий раствор и в деминерализованную воду на 10 секунд. После выемки образцов из воды визуально фиксировали продолжительность времени до нарушения сплошности водяной пленки. Разрыв пленки на поверхности от краев образцов менее 10 мм не учитывали. Смачиваемость определяется продолжительностью времени в секундах с момента выемки образцов из воды до нарушения сплошности пленки.

Результаты и обсуждение. Результаты исследования моющей способности 3 %-х растворов АМ-15, МЛ-52 и МС-6 и составов с добавкой пентабората аммония, формамида и нового соединения тетраформамидпентабората аммония (ТФПА) на их основе приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Моющая способность и смачиваемость различных составов растворов синтетических моющих средств

Состав моющего средства	Моющая способность, %	Смачиваемость, сек
3 %-й раствор АМ-15	80,4	24
3 %-й раствор МЛ-52	81,2	25
3 %-й раствор МС-6	83,6	27
3 %-й раствор АМ-15 + 5г/л $\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8$	80,8	28
3 %-й раствор МЛ-52 + 5г/л $\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8$	81,6	29
3 %-й раствор МС-6 + 5г/л $\text{NH}_4\text{B}_5\text{O}_8$	85,8	30
3 %-й раствор АМ-15 + 5г/л HCONH_2	82,4	29
3 %-й раствор МЛ-52 + 5г/л HCONH_2	83,2	30
3 %-й раствор МС-6 + 5г/л HCONH_2	86,8	31
3 %-й раствор АМ-15 + 5г/л ТФПА	86,8	32
3 %-й раствор МЛ-52 + 5г/л ТФПА	87,6	32
3 %-й раствор МС-6 + 5г/л ТФПА	97,5	36

Как видно из таблицы 2, добавление пентабората аммония и формамида практически не влияют на моющую способность растворов и смачиваемость. В то же время соединение на их основе ТФПА значительно повышает изучаемые свойства растворов и наибольший эффект был получен при введении его в раствор МС-6. Так, при введении в 3 %-й раствор МС-6 5 г/л тетраформамид пентабората аммония моющая способность достигает 97,5 %, а смачиваемость 36 секунд. Для сравнения в 3 %-м растворе МС-6 эти показатели составляют 83,6 % и 27 секунд.

Изучение коррозионной стойкости стали 3 к водным растворам моющих средств МС-6 и МЛ-52 без ингибитора и в присутствии ингибитора коррозии показали, что относительно большей коррозионной активностью из них обладает моющее средство МС-6 (рисунок 2).

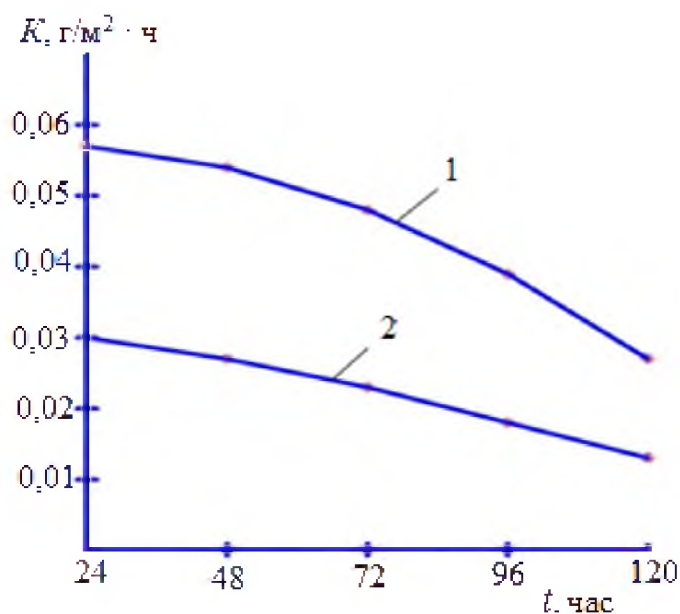


Рисунок 2 – Влияние тетраформамидпентабората аммония на скорость коррозии стали:

1 – 3 %-й раствор МС-6;

2 – 3 %-й раствор МС-6 + 5 г/л тетраформамидпентабората аммония

Скорость коррозии стали после 24 и 120 ч испытания составила 0,0572 и 0,0278 (г/м² · ч). Для повышения коррозионной стойкости стали к 3 %-му раствору моющего средства МС-6 добавили 5 г/л тетраформамид-пентабората аммония (ТФПА) и изучали скорость коррозии согласно [8, 4]. В присутствии ингибитора ТФПА скорость коррозии стали в растворе изучаемого моющего средства понижалась (рисунок 2). При этом степень защиты составляет 84 %, коэффициент торможения равен 5.

Закключение. Результаты исследований позволяют рекомендовать изученный состав тетраформамидпентабората аммония к применению в качестве ингибитора коррозии при мойке деталей автотранспортных средств в ремонтном производстве.

Библиографический список

1. Фадеев, И.В. Новые моющие средства для узлов и агрегатов автотранспортных средств [Текст]/ И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов // Автотранспортное предприятие. – 2014. – № 6. – С. 54–56.
2. Фадеев, И.В. Применение тетраборатов лития, натрия, калия в качестве экологически чистых добавок к моющим средствам [Текст]/ И.В. Фадеев, В.В. Белов, Ш.В. Садетдинов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2015. – № 21. – С. 52–55.

3. Фадеев, И.В. Теоретические основы разработки новых ингибиторов коррозии для автотранспортного комплекса [Текст]/ И.В. Фадеев, А.М. Новоселов, Ш.В. Садетдинов // Вестник МАДИ. – 2014. – Вып. 4(39). – С. 17-21.
4. Фадеев, И.В. Моющие и противокоррозионные свойства синтетических моющих средств для узлов и деталей транспортных средств в присутствии некоторых боратов [Текст]/ И.В. Фадеев, А.Н. Ременцов, Ш.В. Садетдинов // Грузовик. – 2016. – № 6. – С. 17-20.
5. Фадеев, И.В. Экологически безвредный материал для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии [Текст] / И.В. Фадеев, Н.Н. Белова, Ш.В. Садетдинов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2015. – №21. – С. 56-59.
6. Фадеев, И.В. Повышение противокоррозионных свойств технических моющих средств с применением амидоборатных соединений [Текст]/ И.В. Фадеев, А.Н. Ременцов, Ш.В. Садетдинов // Грузовик. – 2015. – №4. – С. 13-16.
7. Фадеев, И.В. Разработка синтетических моющих средств на основе боратов для очистки поверхности металлов [Текст]: монография / И.В. Фадеев, Ш.В. Садетдинов, И.Е. Илларионов; под общ. ред. И.Е. Илларионова. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. гос. ун-та, 2016. – 185с.
8. Experimental studies of contact angle hysteresis phenomena on polymer surfaces-toward the understanding and control of wettability for different applications / K. Grundke et al. // Advances in Colloid and Interface Science. – 2015. – №. 222. – P. 350-376.
9. Reliable measurement of the receding contact angle / J. Korhonen, T. Huhtamäki, O. Ikkala et al // Langmuir. – 2013. – № 29. – P. 3858-3863.
10. Volpe, D. The Wilhelmy method: a critical and practical review / D. Volpe, S. Siboni // Surface Innovations. – 2018. – № 6. – P. 120-132.

Reference

1. Fadeev, I. V. Novye moyushchie sredstva dlya uzlov i agregatov avtotransportnyh sredstv [Tekst]/ I. V. Fadeev, Sh. V. Sadetdinov // Avtotransportnoe predpriyatie. - 2014. - № 6. - P. 54-56.
2. Fadeev, I. V. Primenenie tetraboratov litiya, natriya, kaliya v kachestve jeologicheskichistyh dobavok k moyuschim sredstvam [Tekst]/ I. V. Fadeev, V. V. Belov, Sh. V. Sadetdinov // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. - 2015. - № 21. - P. 52-55.
3. Fadeev, I. V. Teoreticheskie osnovy razrabotki novyh ingibitorov korrozii dlya avtotransportnogo kompleksa [Tekst]/ I. V. Fadeev, A. M. Novoselov, Sh. V. Sadetdinov // Vestnik MADI. - 2014. - Vyp. 4(39). - P. 17-21.
4. Fadeev, I. V. Moyushchie i protivokorroziionnye svoystva sinteticheskikh moyuschih sredstv dlya uzlov i detalej transportnyh sredstv v prisutstvii nekotoryh boratov [Tekst]/ I. V. Fadeev, A. N. Remencov, Sh. V. Sadetdinov // Gruzovik. - 2016. - № 6. - P. 17-20.
5. Fadeev, I. V. }kologicheskibezvrednyj material dlya zaschity sel'skohozyajstvennoj tehnikiot korrozii [Tekst] / I. V. Fadeev, N. N. Belova, Sh. V. Sadetdinov // Izvestiya Mezhdunarodnoj akademii agrarnogo obrazovaniya. - 2015. -- №21. -- P. 56-59.
6. Fadeev, I. V. Povyshenie protivokorroziionnyh svoystv tehniceskikh moyuschih sredstv s primeneniem amidoboratnyh soedinenij [Tekst]/ I. V. Fadeev, A. N. Remencov, Sh. V. Sadetdinov // Gruzovik. - 2015. - №4. - P. 13-16.
7. Fadeev, I. V. Razrabotka sinteticheskikh moyuschih sredstv na osnove boratov dlya ochistkipoverhnosti metallov [Tekst]: monografiya / I. V. Fadeev, Sh. V. Sadetdinov, I. E. Illarionov; pod obsh. red. I. E. Illarionova. - Cheboksary: Izd-vo Chuvash. gos. un-ta, 2016. – 185 p.
8. Experimental studies of contact angle hysteresis phenomena on polymer surfaces-toward the understanding and control of wettability for different applications / K. Grundke et al. // Advances in Colloid and Interface Science. - 2015. - №. 222. - P. 350-376.
9. Reliable measurement of the receding contact angle / J. Korhonen, T. Huhtam?ki, O. Ikkala et al // Langmuir. - 2013. - № 29. - P. 3858-3863.
10. Volpe, D. The Wilhelmy method: a critical and practical review / D. Volpe, S. Siboni // Surface Innovations. - 2018. - № 6. - P. 120-132.

E-mail: avgustaf@list.ru

УДК 631.171:631.372

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-48

**ВЫБОР ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ РУЛОНОВ СЕНА
ПО ЗАТРАТАМ НА ТОПЛИВО-СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ****THE CHOICE OF VEHICLE TO TRANSPORT BALES OF HAY COST
OF FUEL-LUBRICATING MATERIALS**

А.И. Ряднов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
О.А. Федорова¹, доктор технических наук, доцент
И.В. Алмазов², кандидат технических наук, главный инженер

A.I. Ryadnov¹, O.A. Fedorova¹, I.V. Almazov²

¹Волгоградский государственный аграрный университет,

²ИП П.С. Алмазова Кумылженского района Волгоградской области

¹Volgograd State Agrarian University,

²ИП P. S. Almazova Kumylzhenskiy district, Volgograd region

При постоянно увеличивающемся объеме перевозок сельскохозяйственных грузов не следует допускать увеличения себестоимости транспортных работ, которая во многом определяется затратами денежных средств на топливо-смазочные материалы. На транспортных работах сельскохозяйственных грузов, в том числе сена, спрессованного в рулоны, применяется как серийный, так и специализированный транспорт различного типажа. Выбор транспортного средства, обеспечивающего минимальные затраты денежных средств на приобретение топливо-смазочных материалов, является актуальной задачей. Цель настоящей работы – дать оценку затрат денежных средств на топливо-смазочные материалы и технические жидкости, приходящихся на транспортировку одного рулона сена на расстояние в один километр, по результатам которой рекомендовать транспортное средство для перевозки рулонов сена. Результаты исследований транспортировки рулонов сена в хозяйствах Волгоградской области в течение 3 лет, а также необходимая статистическая информация дали возможность определить затраты на приобретение топлива, смазочных материалов и технических жидкостей, приходящиеся на транспортировку одного рулона сена на один километр применительно к транспортным средствам, наиболее часто используемым в условиях Волгоградской области на внутриусадебных, внутрихозяйственных и внехозяйственных перевозках. Исследовали расход топливо-смазочных материалов и технических жидкостей трактором МТЗ-82.1 с прицепом 2ПТС-4,5, автомобилями ГАЗ-3302 «Газель», ГАЗ-САЗ-3507 и КАМАЗ 45144 с прицепом. С точки зрения минимума затрат денежных средств на приобретение топлива, смазочных материалов и технических жидкостей, приходящихся на транспортировку одного рулона сена на один километр, выгодно использовать колесный трактор с тележкой на перевозке рулонов сена на небольшие расстояния (до 3 км), а автомобиль большой грузоподъемности с прицепом – на больших расстояниях.

With the ever-increasing volume of transportation of agricultural goods should not be allowed to increase the cost of transport work, which is largely determined by the cost of funds for fuel and lubricants. In the transport work of agricultural goods, including hay, compressed into rolls, used as a serial and specialized transport of various types. The choice of the vehicle providing the minimum expenses of money for acquisition of fuel and lubricants is an actual task. The purpose of this work is to estimate the cost of funds for fuel, lubricants and technical liquids, attributable to the transportation of one roll of hay at a distance of one kilometer, the results of which recommend a vehicle for the transport of hay rolls. Using the results of studies of hay rolls transportation in the farms of the Volgograd region for 3 years, as well as the necessary statistical information, the costs for the purchase of fuel, lubricants and technical liquids, attributable to the transportation of one roll of hay per kilometer in relation to vehicles, most often used in the conditions of the Volgograd region for the transportation of hay rolls on domestic, on-farm and off-farm transportation, are determined. The consumption of fuel and lubricants and technical liquids by MTZ-82.1 tractor with trailer 2PTS-4,5, GAZ-3302 "Gazelle", GAZ-SAZ-3507 and KAMAZ 45144 with trailer was investigated. From the point of view of the minimum cost of funds for the purchase of fuel, lubricants and

technical liquids, coming to the transportation of one roll of hay per kilometer, it is advantageous to use a wheeled tractor with a cart for the transportation of hay rolls for small distances (up to 3 km), and a heavy-duty car with a trailer-at.

Ключевые слова: транспортные средства, рулоны сена, затраты денежных средств на топливо-смазочные материалы, перевозка рулонов сена.

Key words: vehicle, bales of hay, the cost of funds for fuel and lubricants, transportation of hay rolls.

Введение. При возделывании и уборке сельскохозяйственных культур наряду с основными технологическими и вспомогательными операциями широко используются транспортные работы [6, 7]. Объем транспортных работ неразрывно связан с уровнем урожайности зерновых и других сельскохозяйственных культур, с применяемыми технологиями их возделывания и уборки, организацией работ [5, 11], качеством технического обслуживания [9] и другими факторами. При постоянно увеличивающемся объеме внутриусадебных, внутрихозяйственных и внехозяйственных перевозок сельскохозяйственных грузов следует не допускать увеличения себестоимости транспортных работ, которая, как известно, во многом определяется затратами денежных средств на топливо-смазочные материалы [5, 8, 12]. На транспортных работах сельскохозяйственных грузов, в том числе сена, спрессованного в рулоны, применяется как серийный, так и специализированный транспорт различного типажа [1, 2, 3, 10]. Выбор транспортного средства, обеспечивающего минимальные затраты денежных средств на приобретение топливо-смазочных материалов, является актуальной задачей.

Цель настоящей работы – дать оценку затрат денежных средств на топливо-смазочные материалы и технические жидкости, приходящихся на транспортировку одного рулона сена на расстояние в один километр, по результатам которой рекомендовать транспортное средство для перевозки рулонов сена.

Материалы и методы. Для достижения цели настоящей работы были определены средняя цена бензина и дизельного топлива для транспортных средств, используемых на перевозке рулонов сена в условиях Волгоградской области, и объем перевозок рулонов сена различными транспортными средствами.

Цена бензина и дизельного топлива определялась как средневзвешенная на АЗС, функционируемых в сельской местности Волгоградской области.

Объем перевозок рулонов сена различными транспортными средствами определялся методом хронометража их работы. При этом для исследуемых транспортных средств определяли количество рулонов сена, перевозимых за один рейс, число рейсов, расстояние транспортировки рулонов сена, пробег автомобиля и наработки трактора в моточасах, расход бензина, дизельного топлива, моторного, трансмиссионного и гидравлического масла и других жидкостей.

Хронометражные наблюдения выполнялись в соответствии с ГОСТ 28722-90.

Относительная ошибка среднеарифметической исследуемой величины была принята равной 5...10 %.

Результаты и обсуждение. Затраты на приобретение топлива, смазочных материалов и технических жидкостей, приходящиеся на транспортировку одного рулона сена на один километр, определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{ТСМ}} = \frac{3_{\text{т}} + 3_{\text{м}} + 3_{\text{тж}}}{l_{\text{т}} N_{\text{р}}}, \quad (1)$$

где $3_{\text{т}}$ – затраты на приобретение топлива, руб.; $3_{\text{м}}$ – затраты на приобретение моторного, трансмиссионного и гидравлического масел, руб.; $3_{\text{тж}}$ – затраты на приобретение технических жидкостей, руб.; $l_{\text{т}}$ – расстояние транспортировки рулонов сена, км; $N_{\text{р}}$ – количество рулонов сена, перевезенных транспортным средством за учетный период (сезон), шт.

Рассмотрим составляющие формулы (1) применительно к транспортным средствам, наиболее часто используемые в условиях Волгоградской области на перевозке рулонов сена: трактор класса 14 кН с прицепом, например, МТЗ-82.1 + 2ПТС-4,5, автомобили ГАЗ-3302 «Газель», ГАЗ-САЗ-3507 и КАМАЗ 45144. Известно, что автомобили ГАЗ-3302 «Газель» и ГАЗ-САЗ-3507 заправляют бензином АИ-92, а трактор МТЗ-82.1 и КАМАЗ 45144 – дизельным топливом. Для расчетов принята цена 1 литра дизельного топлива 45,7 руб., а бензина АИ-92 – 41,9 руб.

По результатам исследований транспортировки рулонов сена в хозяйствах Волгоградской области в течение 3 лет установлено, что среднее расстояние перевозки рулонов сена автомобилями КАМАЗ 45144 составило 93 км, ГАЗ-САЗ-3507 – 16 км, ГАЗ-3302 «Газель» – 37 км и тракторами типа МТЗ с прицепом 2ПТС-4,5 – 2,6 км.

Среднее количество рулонов N_p , перевозимых различными транспортными средствами в течение года для различных расстояний, представлено в таблице.

Таблица – Среднее количество рулонов, перевозимых транспортными средствами

Марка транспортного средства	Показатель	Количество перевезенных рулонов на расстояние		
		до 3 км	от 3 км до 20 км	от 20 км до 100 км и более
МТЗ-82.1 + 2ПТС-4,5	всего	1361	-	-
	на одно ТС за один рейс от ПР-Ф-110	14,2	-	-
	на одно ТС за один рейс от ППР-120	12,7	-	-
ГАЗ-3302 «Газель»	всего	3991	1406	1072
	на одно ТС за один рейс от ПР-Ф-110	9,28	8,9	8,6
	на одно ТС за один рейс от ППР-120	5,71	5,2	4,8
ГАЗ-САЗ-3507/35071	всего	2974	704	-
	на одно ТС за один рейс от ПР-Ф-110	10,1	8,2	-
	на одно ТС за один рейс от ППР-120	10,6	9,0	-
КАМАЗ 45144 с прицепом	всего	-	-	5124
	на одно ТС за один рейс от ПР-Ф-110	-	-	38,1
	на одно ТС за один рейс от ППР-120	-	-	36,7

Статистические данные позволили определить среднюю стоимость топлива на перевозку одного рулона сена, сформированного пресс-подборщиками ПР-Ф-110 и ПРП-120, на расстояние один километр.

Затраты на приобретение топлива, приходящиеся на транспортировку одного рулона сена на один километр, оценивали по формуле:

$$З_T = \frac{P_T}{l_r N_p}, \quad (2)$$

где P_T – расход топлива на перевозках N_p рулонов сена на расстояние l_r , л.

Результаты расчета затрат на приобретение топлива, приходящихся на транспортировку одного рулона сена на один километр, на различных видах перевозок показаны на рисунках 1-3.

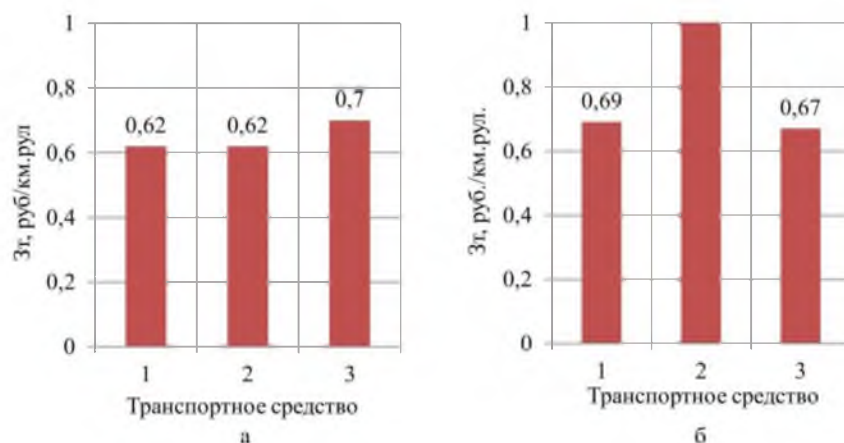


Рисунок 1 – Затраты на приобретение топлива, расходуемого МТЗ-82.1 (1), ГАЗ-3302 «Газель» (2) и ГАЗ-САЗ-3507/35071 (3) на перевозке рулонов сена, сформированных пресс-подборщиками ПР-Ф-110 (а) и ПРП-120 (б), на расстояние до 3 км

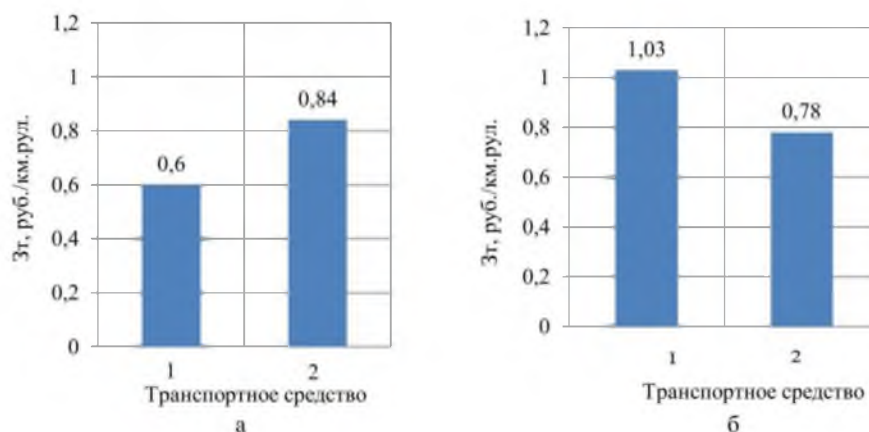


Рисунок 2 – Затраты на приобретение топлива, расходуемого ГАЗ-3302 «Газель» (1) и ГАЗ-САЗ-3507/35071 (2) на перевозке рулонов сена, сформированных пресс-подборщиками ПР-Ф-110 (а) и ПРП-120 (б), на расстояние от 3 км до 20 км

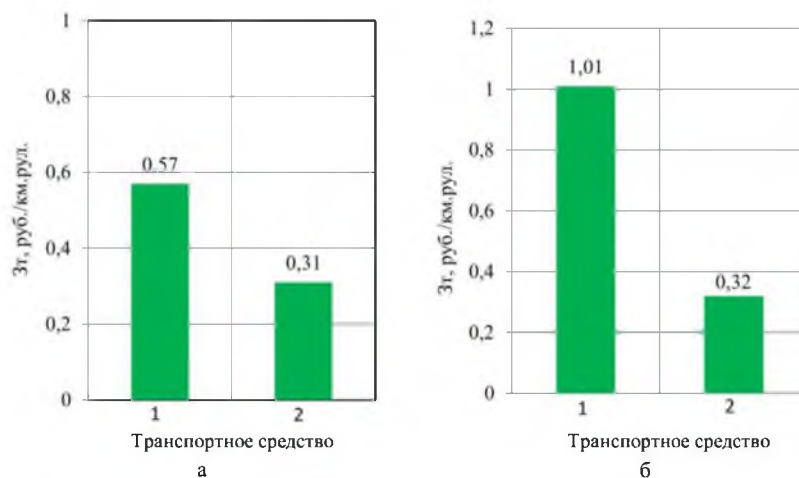


Рисунок 3 – Затраты на приобретение топлива, расходуемого ГАЗ-3302 «Газель» (1) и КАМАЗ 45144 (2) на перевозке рулонов сена, сформированных пресс-подборщиками ПР-Ф-110 (а) и ПРП-120 (б), на расстояние более 20 км

Из результатов исследований следует, что по средним затратам на приобретение топлива, приходящимся на транспортировку одного рулона сена на один километр, при транспортировках рулонов сена малой массы на расстояние до 3 км (внутриусадебные перевозки) более выгодными являются автомобиль ГАЗ-3302 «Газель» и машинно-тракторный агрегат МТЗ-82.1 + 2ПТС - 4,5, при транспортировке рулонов большей массы – МТЗ-82.1 + 2ПТС - 4,5 и автомобиль ГАЗ-САЗ-3507. На расстоянии перевозок рулонов сена от 3 км до 20 км (внутрихозяйственные перевозки) выгоднее использовать автомобили малой (ГАЗ-3302) или средней (ГАЗ-САЗ-3507) грузоподъемности. При транспортировке рулонов сена на существенные расстояния следует применять автомобили большой грузоподъемности с прицепом, например, КАМАЗ 45144.

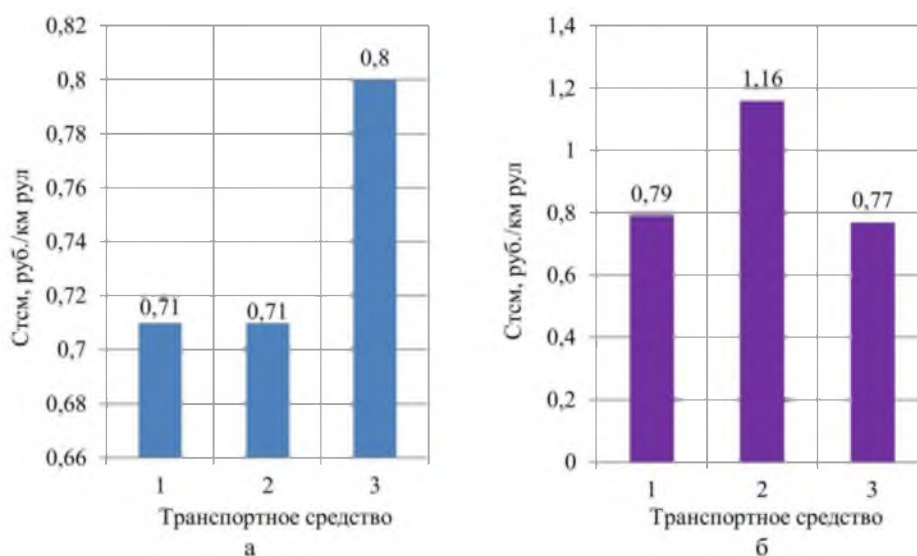


Рисунок 4 – Затраты на приобретение топлива, смазочных материалов и технических жидкостей, приходящиеся на транспортировку одного рулона сена, сформированного ПР-Ф-110 (а) и ПРП-120 (б), на один километр МТЗ-82.1 (1), ГАЗ-3302 «Газель» (2) и ГАЗ-САЗ-3507/35071 (3) при расстоянии перевозки до 3 км

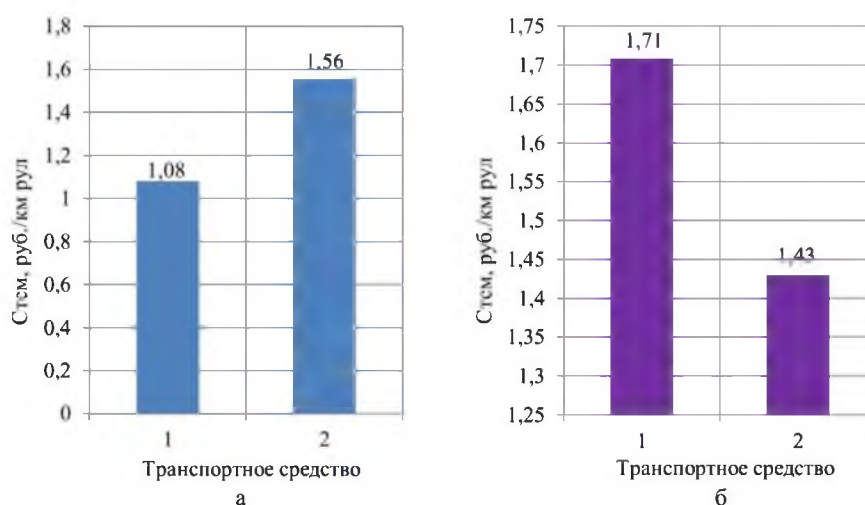


Рисунок 5 – Затраты на приобретение топлива, смазочных материалов и технических жидкостей, приходящиеся на транспортировку одного рулона сена, сформированного ПР-Ф-110 (а) и ПРП-120 (б), на один километр ГАЗ-3302 «Газель» (1) и ГАЗ-САЗ-3507/35071 (2) при расстоянии перевозки от 3 км до 20 км

Затраты на приобретение моторного масла, пластических смазок и технических жидкостей определяли исходя из их расхода и цены. Расход указанных материалов определяли в процентном отношении от расхода бензина (дизельного топлива). Для расчетов приняли 1 % для моторного масла и 0,3 % для пластических смазок и технических жидкостей.

Цена моторного масла принята равной 395 руб./л, охлаждающей жидкости – 115 руб./л и тормозной жидкости – 247 руб./л.

Расчет затрат на приобретение топлива, смазочных материалов и технических жидкостей, приходящихся на транспортировку одного рулона сена на один километр, выполнили по зависимости (1). Результаты расчетов $C_{ТСМ}$ представлены на рисунках 4 - 6.

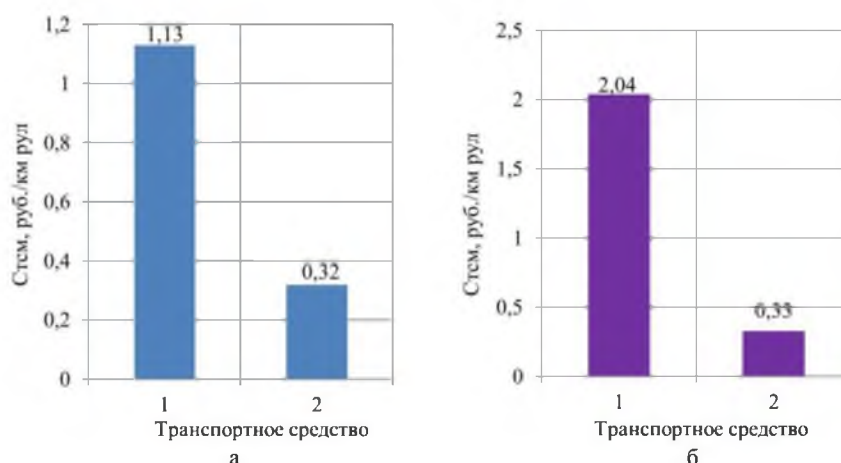


Рисунок 6 – Затраты на приобретение топлива, смазочных материалов и технических жидкостей, приходящиеся на транспортировку одного рулона сена, сформированного ПР-Ф-110 (а) и ПРП-120 (б), на один километр ГАЗ-3302 «Газель» (1) и КАМАЗ 45144 (2) при расстоянии перевозки более 20 км

Представленные на рисунках 4-6 данные позволяют выбирать транспортное средство для перевозки рулонов, сформированных двумя марками пресс-подборщиков, на различные расстояния.

Заключение. Таким образом, с точки зрения минимума затрат денежных средств на приобретение топлива, смазочных материалов и технических жидкостей, приходящиеся на транспортировку одного рулона сена на один километр, выгодно использовать колесный трактор с тележкой на перевозке рулонов сена на небольшие расстояния (до 3 км), а автомобиль большой грузоподъемности с прицепом – на больших расстояниях.

Библиографический список

1. Гуськов, Ю.А. Использование специализированных транспортных средств в технологиях сбора и транспортировки прессованной в рулоны растительной массы в условиях Сибири [Текст] / Ю.А. Гуськов, И.В. Тихонкин, Ю.Н. Блынский // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – №2(46). – С. 146-151.
2. Каплиев, К.И. Многофункциональные машины в животноводстве – универсальность и импортозамещение [Текст] / К.И. Каплиев, Д.В. Казанский // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – №4(20). – С. 233 - 235.
3. Классификация типажа машин для заготовки прессованного сена [Текст] / И.И. Пиуновский, В.Р. Греков, Н.И. Дудко и др. // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №4. – С. 133-138.
4. Оробинский, Д.Ф. Оптимизация транспортных средств на перевозке льносырья [Текст] / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков // Отраслевая экономика. – 2012. – №5(23). – С. 136-142.

5. Паук, В.Г. Зависимость расходов на внутрихозяйственные перевозки по площади угодий сельхозпредприятий [Электронный ресурс] / В.Г. Паук // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – №55(01). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/01/pdf/10.pdf>.

6. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей [Текст] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др. // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 38-39.

7. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутрихозяйственных перевозках [Электронный ресурс] / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №88(04). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/35.pdf>.

8. Попондопуло, Ю. А. Особенности состава и классификации затрат на содержание автомобильного транспорта в сельскохозяйственной организации [Текст] / Ю.А. Попондопуло // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – №86 (02). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/37.pdf>.

9. Ряднов, А.И. Стратегии технического обслуживания воздухоочистителя двигателя внутреннего сгорания [Текст] / А.И. Ряднов, О.А. Федорова, В.А. Кочергин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 1 (45). – С. 226-234.

10. Ряднов, А.И. Усовершенствованная грузовая платформа автомобиля ГАЗ-3302 «Газель» [Текст] / А. И. Ряднов, Р. В. Шарипов, И. В. Алмазов // Сельский механизатор. – 2015. – № 5. – С. 14.

11. Decision Support System to Improve Delivery of Large and Heavy Goods by Road Transport [Текст] / A. Pashkevich, K. Shubenkova, I. Makarova, D. Sabirzyanov // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2019. – Vol. 844. – P. 13-22.

12. Сумець, А.М. Економічне обґрунтування вибору транспортних засобів – основа ефективної логістичної діяльності та безпеки агропідприємств [Текст] / А.М. Сумець // Вісник економіки транспорту і промисловості, – 2013. – №44. – С. 188-192.

Reference

1. Gus'kov, Yu. A. Ispol'zovanie specializirovannyh transportnyh sredstv v tehnologiyah sbora i transportirovki pressovannoy v rulony rastitel'noy massy v usloviyah Sibiri [Текст] / Yu. A. Gus'kov, I. V. Tihonkin, Yu. N. Blynskiy // Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. - 2018. - №2(46). - P. 146-151.

2. Kapliev, K. I. Mnogofunkcional'nye mashiny v zhivotnovodstve - universal'-nost' i imprortozameschenie [Текст] / K. I. Kapliev, D. V. Kazanskiy // Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mehanizatsii zhivotnovodstva. - 2015. - №4(20). - P. 233 - 235.

3. Klassifikatsiya tipazha mashin dlya zagotovki pressovannogo sena [Текст] / I. I. Piunovskiy, V. R. Grekov, N. I. Dudko i dr. // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2012. - №4. - P. 133-138.

4. Orobinskiy, D. F. Optimizatsiya transportnyh sredstv na perevozke l'nosyr'ya [Текст] / D. F. Orobinskiy, R. A. Shushkov // Otraselevaya jekonomika. - 2012. - №5(23). - P. 136-142.

5. Pauk, V. G. Zavisimost' rasxodov na vnutrihozyajstvennye perevozki po ploschadi ugodij sel'hozpredpriyatij [Jelektronnyj resurs] / V. G. Pauk // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2010. - №55(01). - Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2010/01/pdf/10.pdf>.

6. Povyshenie jeffektivnosti tehnikeskoj jekspluatatsii avtomobilej [Текст] / N. V. Byshov, S. N. Borychev, G. D. Kokorev i dr. // Sel'skij mehanizator. - 2015. - № 7. - P. 38-39.

7. Povyshenie jeffektivnosti jekspluatatsii avtotransporta i mobil'-noj sel'skohozyajstvennoj tehniki pri vnutrihozyajstvennyh perevozkah [Jelektronnyj resurs] / N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspenskiy i dr. // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - №88(04). - Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/35.pdf>.

8. Popondopulo, Yu. A. Osobennosti sostava i klassifikatsii zatrat na sodержание avtomobil'nogo transporta v sel'skohozyajstvennoj organizatsii [Текст] / Yu. A. Popondopulo // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - №86 (02). - Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/37.pdf>.

9. Ryadnov, A. I. Strategii tehničeskogo obsluzhivaniya vozduhoohistitelya dvigatelya vnutrennego sgoraniya [Tekst] / A. I. Ryadnov, O. A. Fedorova, V. A. Kochergin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2017. - № 1 (45). - P. 226-234.

10. Ryadnov, A. I. Uovershenstvovannaya gruzovaya platforma avtomobilya GAZ-3302 "Gazel" [Tekst] / A. I. Ryadnov, R. V. Sharipov, I. V. Almazov // Sel'skij mehanizator. - 2015. - № 5. - P. 14.

11. Decision Support System to Improve Delivery of Large and Heavy Goods by Road Transport [Tekst] / A. Pashkevich, K. Shubenkova, I. Makarova, D. Sabirzyanov // Advances in Intelligent Systems and Computing. - 2019. - Vol. 844. - P. 13-22.

12. Sumec', A. M. Ekonomichne obruntuvannya viboru transportnih zasobiv - osnova effektivnoï logistichnoï diyal'nosti ta bezpeki agropidpriemstv [Tekst] / A. M. Sumec // Visnik ekonomiki transportu i promislovosti, - 2013. - №44. - P. 188-192.

E-mail: alex.rjadnov@mail.ru

УДК 623.437.422:631.3

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-49

ФОРМИРОВАНИЕ КРЮКОВОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ТРАКТОРА В СОСТАВЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА

THE FORMATION OF THE HOOK LOAD OF THE TRACTOR PART OF THE TRACTOR UNIT

Р.А. Косульников, кандидат технических наук, доцент

А.А. Карсаков, кандидат технических наук, доцент

С.Д. Фомин, доктор технических наук, доцент

В.А. Привалов, аспирант

R.A. Kosulnikov, A.A. Karsakov, S.D. Fomin, V.A. Privalov

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Характер формирования крюкового усилия трактора в составе машинно-тракторного агрегата обусловлен особенностями взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих машин с почвой. При наличии неоднородностей в почве возникает динамическая составляющая крюкового нагружения, которая приводит к росту среднего значения крюковой нагрузки трактора. Динамический прирост крюковой нагрузки трактора определяется как свойствами обрабатываемого материала, так и упругими, диссипативными, инерционными характеристиками кинематической цепи от двигателя до движителей трактора. Для описания этого эффекта рассмотрена принципиальная схема машинно-тракторного агрегата, получена система уравнений, описывающая движение МТА в течение времени. Расчеты показали, что в составе среднего крюкового усилия трактора имеется динамическая составляющая ΔP , величина которой определяет снижение производительности. Динамический характер крюкового усилия трактора не только вызывает увеличение усилий на все упругие звенья трансмиссии, но сказывается на увеличении кинематических потерь, связанных с ростом коэффициента буксования. С увеличением степени изменения крюкового усилия тракторного агрегата коэффициент буксования, средний за период, увеличивается. Это происходит вследствие нелинейного характера зависимости $\delta = f(P_{кр})$, а также связано с возникновением колебаний деформации почвы в пятне контакта, их ускорения, приводящих к уменьшению несущей способности агрофона, его прочностных параметров в горизонтальном направлении. С точки зрения снижения динамических нагрузок на детали трансмиссии и ведущие колеса необходимо снижать жесткости звеньев трансмиссии. Наиболее эффективно снижать жесткость звеньев, непосредственно близко расположенных от источника колебаний.

The principle of formation of the hook force of the tractor as part of the machine-tractor unit is due to the peculiarities of the interaction of the working bodies of the tillage machines with the soil. If there are irregularities in the soil, a dynamic component of hook loading will arise, which leads to an increase in the average hook load of the tractor. The dynamic increase in the hook load of the tractor is determined by both the properties of the material being processed and the elastic, dissipative, inertial characteristics of the kin-

ematic chain from the engine to the tractor propulsion. To describe this effect, a schematic diagram of a machine-tractor unit is considered, a system of equations is obtained, which describes the motion of the MTA over time. Calculations showed that the tractor's average hook force has a dynamic component ΔP , the value of which determines the decrease in productivity. The dynamic nature of the tractor's hook force not only causes an increase in the effort on all the elastic links of the transmission, but also has an effect on the increase in kinematic losses associated with an increase in the slip ratio. With an increase in the degree of change in the hook effort of the tractor unit, the coefficient of skidding, the average over the period increases. This is due to the non-linear nature of the dependence $\delta = f(P_{кр})$, and is also associated with the occurrence of fluctuations in soil deformation in the contact patch, their acceleration, leading to a decrease in the carrying capacity of the agricultural microphone, its strength parameters in the horizontal direction. From the point of view of reducing dynamic loads on transmission parts and drive wheels, it is necessary to reduce the rigidity of the transmission links. It is most effective to reduce the stiffness of links directly close to the source of vibrations.

Ключевые слова: тракторы, крюковое усилие трактора, коэффициент буксования колесного движителя, динамические нагрузки в трансмиссии трактора, крутящий момент.

Key words: tractors, the hook force of the tractor, the coefficient of slipping of the wheel drive, dynamic loads in the tractor transmission, torque.

Введение. Анализ характера взаимодействия сельскохозяйственных орудий с тяжёлыми почвами засушливых зон свидетельствует о наличии значительных дополнительных динамических нагрузок, действующих на трактор в составе машинно-тракторного агрегата [4, 8, 10, 12] и приводящих к росту энергетических затрат на его работу.

Возникновение дополнительной динамической нагруженности трактора связано с особенностями взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих машин с почвой [13]. В случае взаимодействия рабочих органов с почвой изотропной структуры силы сопротивления будут величиной постоянной, а значит, и постоянным будет крюковая нагруженность трактора в составе МТА. При наличии неоднородностей в почве возникнет динамическая составляющая крюкового нагружения, которая может привести к росту среднего значения крюковой нагрузки трактора. Динамический прирост крюковой нагрузки трактора будет определяться не только свойствами обрабатываемого материала, но и упругими массовыми характеристиками кинематической цепи от двигателя до движителей трактора [11, 15].

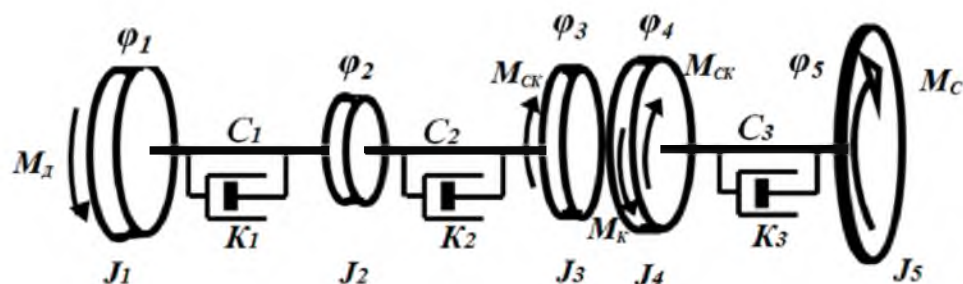


Рисунок 1 – Принципиальная динамическая схема машинно-тракторного агрегата:
 J_1, J_2, J_3, J_4, J_5 – соответственно приведенный момент инерции вращающихся деталей двигателя, трансмиссии, ведущих колес трактора, приведенная к оси ведущих колес по-
ступательно движущаяся масса трактора, приведенный к оси ведущих колес трактора
момент инерции сельскохозяйственного орудия; K_i – коэффициент
пропорциональности сопротивления перемещению; C_i – жесткость соединительных
связей; M_d, M_c, M_k – соответственно момент на коленчатом валу двигателя,
сопротивления и касательный момент на ведущем колесе

Материалы и методы. Для описания данного эффекта использовались методы теоретической механики: методы программного математического моделирования [14], методы дифференциальных уравнений и численного интегрирования.

Результаты. Разработанная принципиальная динамическая схема МТА представлена на рисунке 1.

Момент сопротивления, согласно [5], примем изменяющимся по закону:

$$M_c = M_o + A \sin(\omega t), \quad (1)$$

где M_o – среднее значение момента сопротивления; A – амплитуда изменения момента сопротивления; ω – частота изменения момента; t – время.

Для определения усилий в звеньях составлена система уравнений, описывающая движение МТА в течение времени:

$$\begin{aligned} \varphi_1'' J_1 &= M_d - (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot C_1 - (\varphi_1' - \varphi_2') \cdot K_1 \\ \varphi_2'' J_2 &= (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot C_1 + (\varphi_1' - \varphi_2') \cdot K_1 - (\varphi_2 - \varphi_3) \cdot C_2 - (\varphi_2' - \varphi_3') \cdot K_2 \\ \varphi_3'' J_3 &= (\varphi_2 - \varphi_3) \cdot C_2 + (\varphi_2' - \varphi_3') \cdot K_2 - M_k \\ \varphi_4'' J_4 &= M_k - (\varphi_4 - \varphi_5) \cdot C_3 - (\varphi_4' - \varphi_5') \cdot K_3 \\ \varphi_5'' J_5 &= (\varphi_4 - \varphi_5) \cdot C_3 + (\varphi_4' - \varphi_5') \cdot K_3 - M_c \end{aligned}$$

Решение уравнений позволило определить закон изменения крюкового усилия в функции времени (рисунок 2).

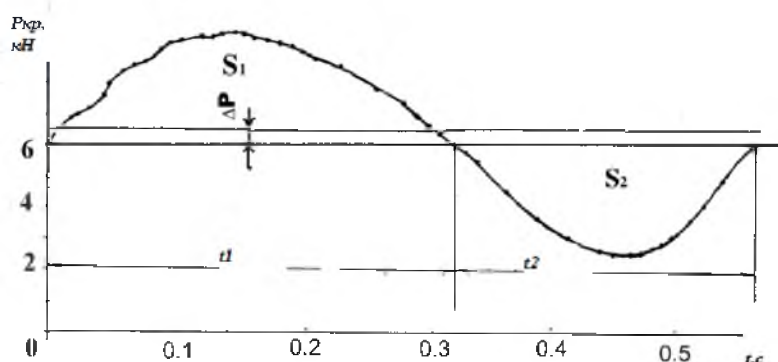


Рисунок 2 – Расчетные значения крюкового усилия трактора

Обсуждение. Анализ расчетных данных показывает, что величина амплитуды приведенного момента сопротивления оказывает существенное влияние на среднее значение крюкового усилия. Так, на промежутке времени t_1 расчетной осциллограммы наблюдается снижение поступательной скорости движения агрегата, вызванное увеличивающимся сопротивлением. Снижение приведенного момента сопротивления на участке t_2 обеспечивает прирост поступательной скорости движения агрегата, в результате колебания момента сопротивления площади под расчетной осциллограммы S_1 и S_2 оказываются неодинаковыми ($S_1 > S_2$). В результате в составе среднего крюкового усилия трактора за обобщенный промежуток времени $t_1 + t_2$ имеется динамическая составляющая ΔP , величина которой определяет снижение производительности МТА.

Расчетная зависимость величины динамической составляющей от амплитуды колебания приведенного момента сопротивления почвообрабатывающего орудия приведена на рисунке 3.

Динамический характер крюкового усилия трактора не только вызывает увеличение усилий на все упругие звенья трансмиссии, но сказывается на увеличении кинематических потерь МТА [2, 6, 9].

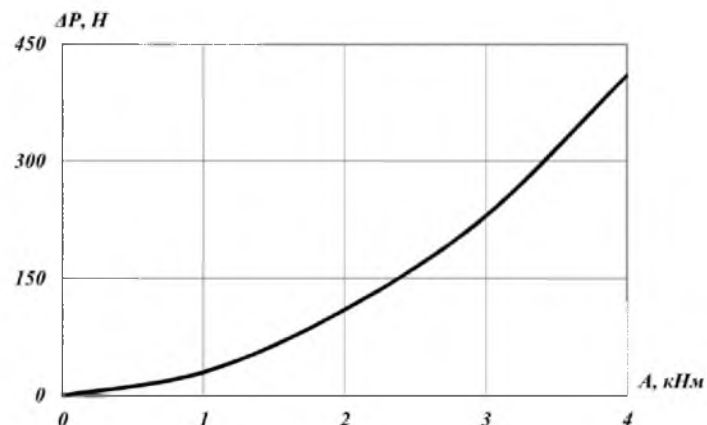


Рисунок 3 – Расчетная зависимость величины динамической составляющей крюкового усилия трактора от амплитуды колебания приведенного момента сопротивления почвообрабатывающего орудия

Из-за кривизны зависимости $\delta = f(P_{кр})$ (рисунок 4) при колебаниях тяговой нагрузки в пределах $P_{кpo} \pm \Delta P_{кр}$ при наибольшем усилии на крюке буксование будет наибольшим δ_{max} , а при минимальном – δ_{min} , из-за кривизны функции $\delta = f(P_{кр})$ окажется, что средний коэффициент буксования $\delta_{од} = 1/2 \cdot (\delta_{max} + \delta_{min})$ будет выше, чем в случае стационарного режима нагружения δ_o при $P_{кр} = P_{кр(ср)}$.

Значение прироста коэффициента буксования определяется частотой колебания нагрузки с амплитудой $\Delta P_{кр}$.

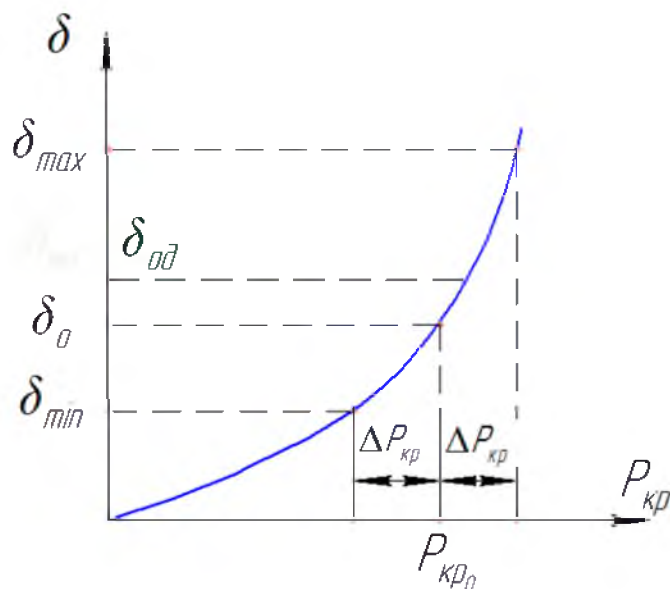


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента буксования трактора от крюкового усилия

Проведенные экспериментальные исследования, связанные с оценкой крюковой нагруженности с.-х. тракторов тягового кл. 1.4, позволили установить спектр изменения частот и амплитуд крюковой нагруженности в условиях выполнения с.-х. опера-

ций: $A_{кр} = 0,35 P_{кр}$; $\lambda = 2,8 \text{ Гц}$. Это позволяет представить зависимость коэффициента буксования от тягового усилия в виде области распределения [1, 3, 7], расположенной между стационарной кривой $\delta = f(P_T)$ и динамической кривой (рисунок 5).

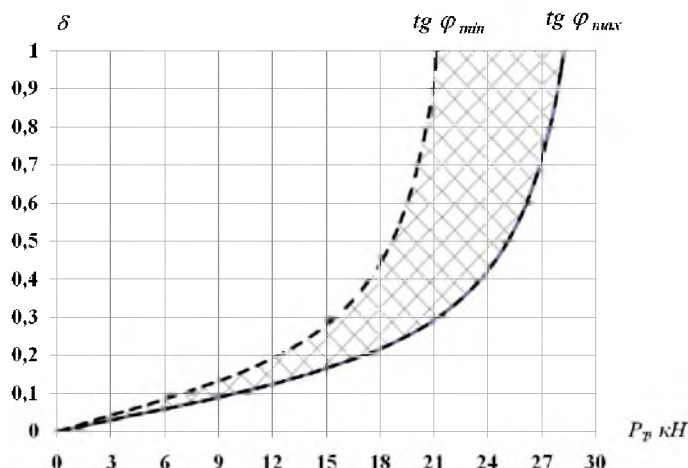


Рисунок 5 – Представление процесса буксования трактора типа МТЗ в виде области распределения

Данное представление взаимозависимости буксования и крюкового усилия обеспечивает более точный учет особенностей формирования тягово-сцепных характеристик колесного трактора в случае динамического характера нагружения крюковым усилием в реальных условиях эксплуатации.

Заключение. В целом проведенные расчеты позволяют сделать следующие выводы:

1. Анализ взаимодействия сельскохозяйственных орудий с почвой свидетельствует о наличии дополнительных динамических нагрузок, действующих на трактор в составе машинно-тракторного агрегата, приводящие к росту энергетических затрат.
2. С увеличением степени изменения крюкового усилия тракторного агрегата коэффициент буксования средний за период увеличивается. Это происходит вследствие нелинейного характера зависимости $\delta = f(P_{кр})$, а также связано с возникновением колебаний деформации почвы в пятне контакта, их ускорения, приводящих к уменьшению несущей способности агрофона, его прочностных параметров в горизонтальном направлении.
3. С точки зрения снижения динамических нагрузок на детали трансмиссии и ведущие колеса необходимо снижать жесткость звеньев трансмиссии. Наиболее эффективно снижать жесткость звеньев, непосредственно близко расположенных от источника колебаний. Таким местом для колесного трактора могут быть ведущие полуоси или ведущие колеса.

Библиографический список

1. Гапич, Д. С. Тяговые показатели тракторов с колесной формулой 4К2 на увлажненных почвах [Текст]/ Д. С. Гапич, В. А. Привалов, Ю. Н. Афанасьев // Научное обозрение. – 2016. – №7. – С. 95-102.
2. Гапич, Д.С. Теоретическая оценка тягово-сцепных характеристик колесных тракторов [Текст]/ Д.С. Гапич, И.А. Несмиянов, Е.В. Ширяева // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – №7 – С.19-22.
3. Гапич, Д.С. К вопросу о тяговых испытаниях колесных тракторов различных конструктивных схем [Текст]/ Д.С. Гапич // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014.– №1 – С. 229-234.

4. Гапич, Д.С. Способ оценки энергетической нагруженности узлов и механизмов сельскохозяйственного трактора [Текст] / Д.С. Гапич, Е.В. Ширяева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – №3. – С. 213-219.

5. Кузнецов, Н.Г. Влияние неустановившегося характера нагружения колесного трактора крюковым усилием на коэффициент буксования [Текст]/ Н.Г. Кузнецов, Д.С. Гапич, Е.В. Ширяева // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – №10 – С. 25-26.

6. Кузнецов, Н.Г. Динамика процесса буксования колесного трактора кл.1,4 [Текст]/ Н.Г. Кузнецов, Д.С. Гапич, Е.В. Ширяева // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – №12. – С. 23-26.

7. Кузнецов, Н.Г. Некоторые аспекты прогнозирования тягово-сцепных свойств колесных сельскохозяйственных тракторов [Текст]/ Н.Г. Кузнецов, Д.С. Гапич, Е.В. Ширяева // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – №11 – С. 17-20.

8. Кузнецов, Н.Г. Экспресс метод прогнозирования эксплуатационных показателей тракторов с колесной формулой 4К2 [Текст]/ Н.Г. Кузнецов, Д.С. Гапич, Е.В. Ширяева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – №3 – С. 179-183.

9. Gapich, D. S. Forecasting of towing indicators of tractors with 4k4 wheel arrangements [Текст]/ D. S. Gapich, R. A. Kosulnikov, N. S. Vorobyeva //ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – №11(11). – P. 6801-6806. Retrieved from www.scopus.com

10. Gradient hardening chisel plow from nodular iron [Текст]/ L. V. Kostyleva, A. S. Ovchinnikov, D. S. Gapich и др. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2017. – №12(7). – P. 2085-2091. Retrieved from www.scopus.com

11. Kutzbach, H. D. Rolling radii and moment arm of the wheel load for pneumatic tyres [Текст]/ H. D. Kutzbach, A. Bürger, S. Böttinger //Journal of Terramechanics. – 2019. – №82. – P. 13-21.

12. The optimum geometrical form modeling of the "striegel" type harrow [Текст]/ A. S. Ovchinnikov, V. S. Bochamnikov, D. A. Skorobogatchenko et all. //ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – №13(23). – P. 9138-9144. Retrieved from www.scopus.com

13. Energy and agrotechnical indicators in the testing of machine-tractor units with subsoiler [Текст]/ A. S. Ovchinnikov, A. S. Mezheva, A. E. Novikov et all.//ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2017. – №12(24). – P. 7150-7160. Retrieved from www.scopus.com

14. Shekhovtsov, V. V. Technology of creation of three-dimensional model of tractor transmission in program package "universal mechanism" [Текст]/ V. V. Shekhovtsov, N. S. Sokolov-Dobrev, M. V. Lyashenko // Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2019. (9783319956299). – P. 2017-2025 doi:10.1007/978-3-319-95630-5_217 Retrieved from www.scopus.com.

15. Research of dynamic loading in a drivetrain by means of mathematical modeling [Текст]/ N. S. Sokolov-Dobrev, M. V. Ljashenko, V. V. Shekhovtsov et all.// Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – №177(1). – Retrieved from www.scopus.com

Reference

1. Gapich, D. S. Tyagovye pokazateli traktorov s kolesnoj formuloj 4K2 na uvlazhnyh pochvah [Текст]/ D. S. Gapich, V. A. Privalov, Yu. N. Afanas'ev // Nauchnoe obozrenie. - 2016. - №7. - P. 95-102.

2. Gapich, D. S. Teoreticheskaya ocenka tyagovo-scepnih harakteristik kolesnyh traktorov [Текст]/ D. S. Gapich, I. A. Nesmiyanov, E. V. Shiryayeva // Traktory i sel'hoz-mashiny. - 2012. - №7 - P. 19-22.

3. Gapich, D. S. K voprosu o tyagovyh ispytaniyah kolesnyh traktorov razlichnyh konstruktivnyh sxem [Текст]/ D. S. Gapich // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. -- №1 - P. 229-234.

4. Gapich, D. S. Sposob ocenki jenergeticheskoy nagruzhenosti uzlov i mehanizmov sel'sko-hozyajstvennogo traktora [Текст] / D. S. Gapich, E. V. Shiryayeva // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2011. -- №3 - P. 213-219.

5. Kuznecov, N. G. Vliyanie neustanovivshegosya haraktera nagruzheniya kolesnogo traktora kryukovym usiliem na koeficient buksovaniya [Текст]/ N. G. Kuznecov, D. S. Gapich, E. V. Shiryayeva // Traktory i sel'hozmashiny. - 2013. - №10 - P. 25-26.

6. Kuznecov, N. G. Dinamika processa buksovaniya kolesnogo traktora kl.1,4 [Tekst]/ N. G. Kuznecov, D. S. Gapich, E. V. Shiryayeva // Traktory i sel'hozmashiny. - 2012. - №12 - P. 23-26.
7. Kuznecov, N. G. Nekotorye aspekty prognozirovaniya tyagovo-scepnnyh svoystv kolesnyh sel'skohozyajstvennyh traktorov [Tekst]/ N. G. Kuznecov, D. S. Gapich, E. V. Shiryayeva // Traktory i sel'hozmashiny. - 2013. - №11 - P. 17-20.
8. Kuznecov, N. G. Jekspress metod prognozirovaniya jkspluatacionnyh pokazatelej traktorov s kolesnoj formuloj 4K2 [Tekst]/ N. G. Kuznecov, D. S. Gapich, E. V. Shiryayeva // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee profes-sional'noe obrazovanie. - 2013. - №3 - P. 179-183.
9. Gapich, D. S. Forecasting of towing indicators of tractors with 4k4 wheel arrange-ments [Tekst]/ D. S. Gapich, R. A. Kosulnikov, N. S. Vorobyeva //ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – №11(11). – P. 6801-6806. Retrieved from www.scopus.com
10. Gradient hardening chisel plow from nodular iron [Tekst] / L. V. Kostyleva, A. S. Ovchinnikov, D. S. Gapich et all. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2017. – №12(7). – P. 2085-2091. Retrieved from www.scopus.com
11. Kutzbach, H. D. Rolling radii and moment arm of the wheel load for pneumatic tyres [Tekst]/ H. D. Kutzbach, A. Bürger, S. Böttinger //Journal of Terramechanics. – 2019. – №82. – P. 13-21.
12. The optimum geometrical form modeling of the "striegel" type harrow [Tekst]/ A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, D. A. Skorobogatchenko и др. //ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018.– №13(23). – P. 9138-9144. Retrieved from www.scopus.com
13. Energy and agrotechnical indicators in the testing of machine-tractor units with subsoiler [Tekst]/ A. S. Ovchinnikov, A. S. Mezhevova, A. E. Novikov et all. //ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2017. – №12(24). – P. 7150-7160. Retrieved from www.scopus.com
14. Shekhovtsov, V. V. Technology of creation of three-dimensional model of tractor transmission in program package "universal mechanism" [Tekst]/ V. V. Shekhovtsov, N. S. Sokolov-Dobrev, M. V. Lyashenko // Название журнала. – 2019. – №. – P. Retrieved from www.scopus.com
15. Research of dynamic loading in a drivetrain by means of mathematical modeling [Tekst]/ N. S. Sokolov-Dobrev, M. V. Ljashenko, V. V. Shekhovtsov et all.// Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – №177(1). – P. Retrieved from www.scopus.com

E-mail: fsd_58@mail.ru

УДК 502.3:504.5:6647

DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-50

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ, ОКАЗЫВАЕМОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

ANALYSIS OF THE CONDITION OF ENVIRONMENTAL SECURITY AND TECHNOLOGICAL LOADING PROVIDED BY AGRICULTURAL ENTERPRISE ON THE ENVIRONMENT

М.А. Садовников, кандидат технических наук

А.А. Рыжкова

В.Ю. Мисюряев, кандидат педагогических наук

Е.Ю. Гузенко, кандидат сельскохозяйственных наук

M.A. Sadovnikov, A.A. Ryzhkova, V.Yu. Misyuryaev, E.Yu. Guzenko

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Все сельскохозяйственные предприятия и цеха в процессе работы тесно связаны с окружающей средой. Цель нашего исследования – рассмотрение вопроса о негативном воздействии пыли от зерна на окружающую природную среду для установления мероприятий

для снижения существующих уровней загрязнения атмосферы зерновой пылью. Исследования проводились на сельскохозяйственном предприятии Юга России, основным видом деятельности которого являлась переработка кормов. На площадке предприятия имеется 1 организованный источник выбросов – это комбикормовый цех и 14 неорганизованных источников выбросов. С использованием общепринятых методик производится расчет количества выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферу. Расчеты концентраций загрязняющих веществ в атмосфере выполняли по программе «Складирование и перегрузка материалов», версия 1.1.9.0, разработанной ЭКОцентром. Анализ проведенных результатов расчетов максимально возможных концентраций веществ в атмосферном воздухе показал, что максимальная концентрация взвешенных веществ составляет 1,8 долей ПДК-0,9 мг/м³, на границе санитарно-защитной зоны составляет 0,6 долей ПДК-0,3 мг/м³. Рассмотрены мероприятия для снижения существующих уровней загрязнения атмосферы зерновой пылью. Контроль за соблюдением нормативов ПДВ на предприятии осуществляется как непосредственно на источниках выбросов, так и по фактическому загрязнению атмосферного воздуха на специально выбранных контрольных точках, установленных по согласованию с местными природными органами на границе СЗЗ. В соответствии с категорией выброса установлена периодичность контроля за соблюдением нормативов ПДВ. Установлено, что по выбрасываемым веществам превышение ПДК на границе СЗЗ территории предприятия не обнаружено; определено, что по степени воздействия выбросов на загрязнение приземного слоя воздуха прилегающих территорий предприятия ООО Агрогруппа «Баксанский Бройлер» относится к предприятиям 4-й категории.

All agricultural enterprises and workshops in the process of work are closely related to the environment. The purpose of our study is to consider the issue of the negative impact of grain dust on the environment, in order to establish measures to reduce the existing levels of atmospheric pollution of grain dust. The research was conducted at an agricultural enterprise in the South of Russia, the main activity of which is feed processing. At the plant site there is 1 organized emission source - this is a feed mill and 14 unorganized emission sources. Using generally accepted methods, the amount of pollutants emitted into the atmosphere is calculated. Calculations of concentrations of pollutants in the atmosphere were carried out according to the program «Storage and handling of materials», version 1.1.9.0, developed by the ECO Center. Analysis of the results of calculations of the maximum possible concentrations of substances in the atmospheric air showed that the maximum concentration of suspended substances is 1,8 parts of MAC-0,9 mg / m³, at the border of the sanitary protection zone is 0,6 shares of MAC-0,3 mg / m³. Considered measures to reduce existing levels of air pollution grain dust. Monitoring of compliance with the MPE standards at the enterprise is carried out both directly at the emission sources and at the actual air pollution at specially selected control points established in coordination with local natural bodies at the SZZ border. In accordance with the emission category, the compliance monitoring standards are established PDV. It has been established that for the emitted substances, an excess of the maximum permissible concentration at the border of the CVD area of the enterprise was not detected; It is certain that according to the degree of impact of emissions on pollution of the surface air layer of the adjacent territories of the enterprise of LLC Agrogroupp «Baksanskiy Broiler» belongs to the enterprises of the 4th category.

Ключевые слова: источники загрязнения атмосферы, загрязняющие вещества, предельно допустимый выброс (ПДВ), организованный источник загрязнения атмосферы, годовые выбросы загрязняющих веществ.

Key words: source of atmosphere pollution, pollutants, maximum permissible emissions (MPE), organized source of atmosphere pollution, annual emissions of pollutants.

Введение. Все сельскохозяйственные предприятия и цеха в процессе работы тесно связаны с окружающей средой и относятся к самым опасным и вредным отраслям [8, 9]. Международные стандарты ряда ISO 14000 посвящены негативному и положительному воздействию на окружающую среду, которое является результатом деятельности предприятий [3, 15].

Нецелесообразное использование ресурсов и загрязнение окружающей среды в результате деятельности человека выводит проблему охраны воздуха на государственный уровень [13, 14].

На заводах, занимающихся переработкой зерна, в процессе работы образуются побочные продукты, такие как пыль зерновая, лузга и прочие отходы от зерновых культур. Именно эти отходы являются одним из источников загрязнения окружающей среды [2]. С учетом это необходимо помнить об обязательной утилизации или как минимум сокращении образовании отходов. Именно эта тема занимает лидирующее место в вопросах защиты окружающей среды на зерноперерабатывающих заводах [12].

Цель нашего исследования – рассмотрение вопроса о негативном воздействии пыли от зерна на окружающую природную среду [12] для установления мероприятий для снижения существующих уровней загрязнения атмосферы зерновой пылью. Для выполнения поставленной цели были проделаны работы по оценке выбросов пыли, выявлены источники выброса вредных веществ и количество загрязняющих веществ, а затем для этой же территории рассчитаны предельно допустимые нормы. Рекомендованы мероприятия для снижения показателей загрязнений при минимальных затратах [8].

Материалы и методы. Исследования проводились на производстве, основным видом деятельности промплощадки №4 предприятия ООО Агрогруппа «Баксанский Бройлер» является переработка кормов. Для производства комбикормов непосредственно в фермерском хозяйстве применяется миникомбикормовый завод производства Агро-Аш. Разного вида фуражное зерно (горох, кукуруза, ячмень, и т.д.) автотранспорт подвозит и выгружает в приемный бункер. Далее вертикальный транспортер (нория) отправляет зерно к транспортерам-распределителям, распределяющим зерно в бункеры-накопители. Вид комбикорма, который необходимо получить, зависит от количества порции БВМД, таким образом, необходимое количество добавки сначала с помощью транспортера взвешивают на весах, после чего перемалывается дробилкой, а потом уже засыпают в бункер, туда же попадает и зерно. Данная смесь с помощью нории отправляется в специальный комбикормовый агрегат, там происходят процессы очистки, дробления и смешивания, далее смесь поступает в бункер для хранения готовой продукции. Работа по приготовлению комбикорма ведется непрерывно. Объем используемого сырья: зерно – 2700 т/год, кормодобавки – 200 т/год. Объем выпускаемого сырья: корм – 2800 т/год. Загрузка мощности предприятия на момент разработки ПДВ составила 100 %.

Комбикормовый цех оснащен накопительным, приемным бункерами, норией, транспортерами, смесителем, весами, дробилкой, бункером для готовой продукции, ангаром для хранения зерна, бункерами для хранения зерна, постом выгрузки зерна.

На промплощадке №4 предприятия ООО Агрогруппа «Баксанский бройлер» имеется 1 организованный источник выбросов это комбикормовый цех. В цеху имеется циклон со степенью очистки 85 %, к которому подключен накопительный бункер, максимально разовый выброс до очистки – 0,000377 г/с, максимально разовый выброс после очистки – 0,000057 г/с, годовой выброс до очистки – 0,0012027 т/г, годовой выброс после очистки – 0,0001804 т/г.

Кроме того, промплощадка имеет 14 неорганизованных источников выбросов. Перечень источников и данные по количеству загрязняющих веществ представлены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Источники загрязняющих веществ

1. Приемный бункер		
Время работы – 1268 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,01885	0,0601344
2. Ангар для хранения зерна		
Время работы – 8760 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,0000416	0,0006013
3. Ангар для хранения шрота подсолнечника		
Время работы – 8760 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,0000303	0,0001315
4. Ангар для хранения шрота соевого		
Время работы – 8760 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,0000205	0,0000001
5. Завальная яма		
Время работы – 900 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,0065	0,0601344
6. Бункер для хранения зерна		
Время работы – 8760 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,0000052	0,0000752
7. Бункер для хранения зерна		
Время работы – 8760 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,0000052	0,0000752
8. Бункер для хранения зерна		
Время работы – 8760 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,0000052	0,0000752
9. Бункер для хранения зерна		
Время работы – 8760 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,0000052	0,0000752
10. Бункер для хранения зерна		
Время работы – 8760 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,0000052	0,0000752

Окончание таблицы 1

11. Бункер для хранения зерна		
Время работы – 8760 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,0000052	0,0000752
12. Бункер для хранения зерна		
Время работы – 8760 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,0000052	0,0000752
13. Бункер для хранения зерна		
Время работы – 8760 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,0000052	0,0000752
14. Пост выгрузки зерна		
Время работы – 8760 ч/г		
Наименование загрязняюще-го вещества	Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/г
Пыль зерновая	0,02912	0,1202688

Результаты и обсуждение. Анализируя источники выбросов загрязняющих веществ и их состав, установили, что в цеху исключаются залповые и аварийные выбросы пыли в воздушную среду.

С использованием общепринятых методик производим расчет количества выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферу [4].

В качестве исходных данных при выполнении расчета валовых (т/год) и максимально-разовых (г/с) выбросов загрязняющих веществ в атмосферу используются данные о количестве затраченных вспомогательных и основных материалов, а также данные о режиме работы оборудования и максимальной загрузке.

Расчеты концентраций загрязняющих веществ в атмосфере выполняли по программе «Складирование и перегрузка материалов», версия 1.1.9.0, разработанной в ЭКОцентре.

Основным критерием установления предельно-допустимых выбросов (ПДВ) является расчет суммарного загрязнения атмосферы от всех источников и комбинациям веществ с однонаправленным вредным воздействием с учетом фоновое загрязнение [5, 12], т.е. выполняется условие:

$$C_m \leq 1 \text{ ПДК } C_m + C_{\text{ф}} \leq 1 \text{ ПДК},$$

где $C_{\text{ф}}$ – фоновая концентрация веществ без вклада предприятия.

Расчеты рассеивания на площадке предприятия вредных веществ в атмосфере выявили, что все максимальные приземные концентрации вредных веществ на границе ориентировочной СЗЗ с учетом фона менее 1 ПДК [1, 11, 6].

Величина ПДВ (г/с) определяется в виде мощности выбросов загрязняющего вещества от каждого источника на основании расчета приземных концентраций и их сопоставления с ПДК [1, 9, 10]. Для всех источников в отдельности выбрасываемому загрязняющему веществу рассчитывается годовой выброс, измеряемый в тоннах [10]. Так же для каждого вещества устанавливается в целом для предприятия суммарная ве-

личина ПДВ. При чем величина ПДВ (т/г) суммарная устанавливается из расчета сочетания одновременных выбросов от источников имеющихся на предприятии за период осреднения в 20 минут. Для предприятий величина ПДВ (в г/с) рассчитывается в виде суммы выбросов от отдельных источников.

Анализ проведенных результатов расчетов максимально возможных концентраций веществ в атмосферном воздухе, обусловленных деятельностью промплощадки №4 предприятия ООО Агрогруппа «Баксанский бройлер», показал, что максимальная концентрация взвешенных веществ составляет 1,8 долей ПДК-0,9 мг/м³, на границе санитарно-защитной зоны составляет 0,6 долей ПДК-0,3 мг/м³. Максимально разовая ПДК для взвешенных веществ составляет 0,5 мг/м³. Существующие выбросы можно принять в качестве предельно допустимых.

Мероприятия для снижения существующих уровней загрязнения атмосферы зерновой пылью условно разделены на две группы:

1. Замена оборудования и существующей технологии на более экологичное.
2. Наиболее эффективное использование способности рассеивания атмосферы.

При выборе мероприятий 1-й группы нужно пытаться обеспечить достижение при минимальных затратах максимального экологического эффекта, т.е. провести оценку эколого-экономической эффективности [7]. Также надо внимательно провести анализ пригодности мероприятий, а именно познакомиться с результатами эксплуатации или же опытной апробации на других производствах и лишь потом решать, следует ли приобретать необходимое технологическое и очистительное оборудование.

Для производств, которые имеют большое количество источников вентиляционных выбросов, которые располагаются на крышах цехов, например, 2-3 ряда, каждый из которых имеет 10-15 источников, характерны мероприятия 2 группы. Создание коллекторных систем является наиболее дешевым и эффективным способом. Коллекторные системы объединяют в один несколько близь расположенных источников, который обустраивается факельным выбросом и не большим увеличением высот новых источников.

Так, уменьшение источников выброса, а также улучшение их параметров создают наиболее удобные условия для рассеивания и переноса примесей в атмосфере, приводящих к значительному снижению уровня приземной концентрации.

Помимо с разработки плана мероприятий, должны быть рассмотрены перспективы в развитии предприятия на будущие 7 лет. Рассмотрению и дальнейшему учету подлежат материалы на реконструкцию, расширение и строительство новых производств, которые были оформлены и прошли экспертизу в установленном порядке.

Процедуру рассмотрения, согласования и утверждения плана мероприятий по снижению выбросов засоряющих атмосферный воздух веществ осуществляли в соответствии с требованиями законодательства.

Под неблагоприятными метеорологическими условиями (НМУ) понимается их сочетание для конкретного места и сезона года, при котором происходит завышенное загрязнение околосреднего слоя воздуха. Регулирование выбросов вредных веществ в атмосферу в период неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) предусматривает кратковременное сокращение выбросов, приводящих к формированию высокого уровня загрязнения воздуха до уровня, наблюдаемого при отсутствии НМУ. Регулирование выбросов осуществляется с учетом прогноза НМУ на основе предупреждений о возможном опасном росте концентраций примесей в воздухе с целью его предотвращения.

Не было случаев, чтобы в периоды НМУ промплощадка №4 нашего предприятия получала предупреждения о повышенном уровне загрязнения воздуха. Поэтому мы не разрабатываем специальные мероприятия по регулированию выбросов в этот пери-

од. Для уменьшения приземных концентраций вредных веществ в воздухе предполагается проведение мероприятий организационного плана, подходящих 1-му режиму работы промпредприятия, в периоды НМУ – это наблюдение за точным выполнением рабочего процесса промплощадки №4 сельхозпредприятия.

Введение этих организационно-технических процедур во время НМУ послужит гарантией сокращения концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы на 15-20 %.

Контроль за соблюдением нормативов ПДВ на предприятии может осуществляться как непосредственно на источниках выбросов, так и по фактическому загрязнению атмосферного воздуха на специально выбранных контрольных точках, установленных по согласованию с местными природными органами на границе СЗЗ. [1, 11, 6].

Согласно «Типовой инструкции по организации системы контроля промышленных выбросов в атмосферу», проверке подлежат вредные вещества при выполнении неравенств:

$$\frac{M}{ПДК * H} \geq 0,1 \text{ при } H < 10 \text{ м,}$$
$$\frac{M}{ПДК} \geq 0,1 \text{ при } H > 10 \text{ м,}$$

где М – суммарная величина выбросов вредного вещества от всех источников предприятия, г/сек; ПДК – максимально разовая предельно допустимая концентрация, мг/м³; Н – средне-взвешенная по предприятию высота источников выброса.

В зависимости от того, сколько каждый источник выбрасывает плохих веществ в окружающую среду, определяются периоды проведения контроля и его способы. Первоочередному контролю подлежат источники выбросов, дающие преобладающий вклад в приземные концентрации.

Такие источники выбросов относятся к 1 категории и должны контролироваться систематически.

Ко 2 категории относятся более мелкие источники выбросов, которые могут контролироваться эпизодически.

Заключение. Считаем, что основные результаты и выводы, полученные при анализе документации предприятия промплощадки №4 ООО Агрогруппа «Баксанский Бройлер», сводятся к следующему:

- установлено, что по выбрасываемым веществам превышения ПДК на границе санитарно-защитной зоны территории предприятия не обнаружено;

- определено, что по степени воздействия выбросов на загрязнение приземного слоя воздуха прилегающих территорий предприятие ООО Агрогруппа «Баксанский Бройлер» относится к предприятиям 4-й категории. В соответствии с категорией выброса установлена следующая периодичность контроля за соблюдением нормативов ПДВ [3, 12]:

I категория – 1 раз в квартал, при каждом режиме выбросов из источников, который учтен при разработке нормативов ПДВ;

II категория – 2-3 раза в год, при каждом режиме выбросов из источников, который учтен при разработке нормативов ПДВ;

III категория – 1 раз в год;

IV категория – 1 раз в 5 лет.

Библиографический список

1. Волкодаева, М.В. О развитии системы экологического мониторинга качества атмосферного воздуха [Текст] / М.В. Волкодаева, А.В. Киселев // Записки Горного института. - 2017. - Т. 227. - С. 589-596.
2. Загрязненность атмосферного воздуха тамбовской области в свете необходимости обеспечения здоровья населения [Текст] / А.В. Козачек, Ю.В. Зеленева, Н.П. Беляева и др. // Вестник Тамбовского ГУ. - 2015. - Т.20. - Вып. 1. - С. 214-218.
3. Косолапов, О. В. Типизация воздействий, оказываемых на окружающую среду при разработке месторождений полезных ископаемых [Текст] / О.В. Косолапов // Известия Уральского государственного горного университета. - 2014. - № 2(34). - С. 54-60.
4. Кравцова, М.В. Расчет концентраций загрязняющих веществ с применением компьютерного моделирования рассеивания выбросов [Текст] / М.В. Кравцова, А.Р. Аладинская, О.П. Писклова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2014. - Т. 16. - №1(6). - С. 1784-1790.
5. Куркатов, С.В. Оценка риска воздействия атмосферных загрязнений на здоровье населения г. Норильска [Текст] / С.В. Куркатов, И.В. Тихонова, О.Ю. Иванова // Гигиена и санитария. - 2015. - № 94(2). - С. 28-31.
6. Модернизация производства как критерий сокращения санитарно-защитных зон [Текст] / З.Ф. Сабирова, А.В. Ульянова, Ф.В. Чанышев и др. // Гигиена и санитария. - 2013. - № 1. - С. 87-88.
7. Научное обоснование основных направлений оптимизации здоровья населения при разработке муниципальной экологической программы [Текст] / М.Ю. Якушева, О.В. Астафьева, С.Е. Дерягина и др. // Гигиена и санитария. - 2015. - № 1 (94). - С. 117-120.
8. Попов, Г.Г. Оценка и обеспечение безопасности труда при ремонте сельскохозяйственной техники [Текст] / Г.Г. Попов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2016. - №3(43). - С. 257-263.
9. Попов, Г.Г. Оценка влияния человеческого фактора на безопасность труда в АПК [Текст] / Г.Г. Попов, Д.А. Абезин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. - 2018. - №1(49). - С. 291-297.
10. Рюмина, Е.В. Экологические аспекты оценки качества жизни [Текст] / Е. В. Рюмина // Экономика региона. - 2016. - Т. 12. - Вып. 4. - С. 1113-1122.
11. Современные проблемы применения санитарных правил о санитарнозащитных зонах и санитарной классификации предприятий, сооружений и иных объектов, проблемы и перспективы развития [Текст] / А.Ю. Ломтев, Г.Б. Еремин, Н.А. Можжухина и др. // Гигиена и санитария. - 2013. - № 6. - С. 93-97.
12. Хорпякова, Т.В. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха и аэротехногенного риска для здоровья населения [Текст] / Т.В. Хорпякова, О.М. Пасечная // Вестник Тамбовского ГУ. - 2013. - Т.18. - Вып. 3. - С. 914-918.
13. Edeleva, O. Optimization of energy sources structure to minimize environment pollution [Текст] / O. Edeleva, V. Stennikov // E3S Web of Conferences International Conference Green Energy and Smart Grids (GESG 2018). Irkutsk, July 27 – August 2, 2018. – Irkutsk, Cape Hadartha, 2018. – Vol. 69. – P.
14. Grachev, V.A. Environmental effectiveness of energy technologies [Текст] / V.A. Grachev // International Journal of GEOMATE/ - 2019. – Vol. 16. - P. 228-237.
15. Research progress on characteristics of particulate matter in livestock houses and its harmful effects on respiratory tract health of livestock and poultry [Текст] / P. Dai, D. Shen, Q. Tang et al // Scientia Agricultura Sinica. – 2018. – Vol. 51. – P. 3214-3225.

Reference

1. Volkodaeva, M. V. O razvitii sistemy jkologicheskogo monitoringa kachestva atmosfornogo vozduha [Текст] / M. V. Volkodaeva, A. V. Kiselev // Zapiski Gornogo instituta. - 2017. - T. 227. - S. 589-596.

2. Zagryaznennost' atmosfernogo vozduha tambovskoj oblasti v svete neobkhodimosti obespecheniya zdorov'ya naseleniya [Tekst] / A. V. Kozachek, Yu. V. Zeleneva, N. P. Belyaeva i dr. // Vestnik Tambovskogo GU. - 2015. - T.20. - Vyp. 1. - S. 214-218.
3. Kosolapov, O. V. Tipizaciya vozdeystvij, okazyvaemyh na okruzhayuschuyu sredu pri razrabotke mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh [Tekst] / O. V. Kosolapov // Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta. - 2014. - № 2(34). - S. 54-60.
4. Kravcova, M. V. Raschet koncentracij zagryaznyayuschih veschestv s primeneniem komp'yuternogo modelirovaniya rasseivaniya vybrosov [Tekst] / M. V. Kravcova, A. R. Aladinskaya, O. P. Pisklova // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. - 2014. - T. 16. - №1(6). - S. 1784-1790.
5. Kurkatov, S. V. Ocenka riska vozdeystviya atmosfernih zagryaznenij na zdorov'e naseleniya g. Noril'ska [Tekst] / S. V. Kurkatov, I. V. Tihonova, O. Yu. Ivanova // Gigiena i sanitariya. - 2015. - № 94(2). - S. 28-31.
6. Modernizaciya proizvodstva kak kriterij sokrascheniya sanitarno-zaschitnyh zon [Tekst] / Z. F. Sabirova, A. V. Ul'yanova, F. V. Chanyshv i dr. // Gigiena i sanitariya. - 2013. - № 1. - S. 87-88.
7. Nauchnoe obosnovanie osnovnyh napravlenij optimizacii zdorov'ya naseleniya pri razrabotke municipal'noj ikologicheskoy programmy [Tekst] / M. Yu. Yakusheva, O. V. Astafeva, S. E. Deryagina i dr. // Gigiena i sanitariya. - 2015. -- № 1 (94). - S. 117-120.
8. Popov, G. G. Ocenka i obespechenie bezopasnosti truda pri remonte sel'skohozyajstvennoj tehniki [Tekst] / G. G. Popov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №3(43). - S. 257-263.
9. Popov, G. G. Ocenka vliyaniya chelovecheskogo faktora na bezopasnost' truda v APK [Tekst] / G. G. Popov, D. A. Abezin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2018. - №1(49). - S. 291-297.
10. Ryumina, E. V. Ikologicheskie aspekty ocenki kachestva zhizni [Tekst] / E. V. Ryumina // Ikonomika regiona. - 2016. - T. 12. - Vyp. 4. - S. 1113-1122.
11. Sovremennye problemy primeneniya sanitarnykh pravil o sanitarnozaschitnykh zonah i sanitarnoj klassifikacii predpriyatij, sooruzhenij i inyh ob'ektov, problemy i perspektivy razvitiya [Tekst] / A. Yu. Lomtev, G. B. Eremin, N. A. Mozzhuhina i dr. // Gigiena i sanitariya. - 2013. - № 6. - S. 93-97.
12. Horpyakova, T. V. Ocenka urovnya zagryazneniya atmosfernogo vozduha i arotehnogenno riska dlya zdorov'ya naseleniya [Tekst] / T. V. Horpyakova, O. M. Pasechnaya // Vestnik Tambovskogo GU. - 2013. - T.18. - Vyp. 3. - S. 914-918.
13. Edeleva, O. Optimization of energy sources structure to minimize environment pollution [Tekst] / O. Edeleva, V. Stennikov // E3S Web of Conferences International Conference Green Energy and Smart Grids (GESG 2018). Irkutsk, July 27 – August 2, 2018. – Irkutsk, Cape Hadartha, 2018. – Vol. 69. – P.
14. Grachev, V.A. Environmental effectiveness of energy technologies [Tekst] / V.A. Grachev // International Journal of GEOMATE/ - 2019. – Vol. 16. - P. 228-237.
15. Research progress on characteristics of particulate matter in livestock houses and its harmful effects on respiratory tract health of livestock and poultry [Tekst] / P. Dai, D. Shen, Q. Tang et al // Scientia Agricultura Sinica. – 2018. – Vol. 51. – P. 3214-3225.

E-mail: gelena2704@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ / ABSTRACTS

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

- Овчинников А.С., Бочарников В.С., Денисова М.А.** Технология очистки стоков птицеводческих предприятий с использованием природных сорбентов при добавлении ферритной суспензии
Ovchinnikov A.S., Bocharnikov V.S., Denisova M.A. The technology of cleaning of drains of poultry farming enterprises using natural sorbents with adding to ferrital suspension 15
- Бородычев В.В., Дедов А.А., Дедова Э.Б.** Закономерности водопотребления столового арбуза на бурых полупустынных почвах северо-западного Прикаспия
Borodychev V.V., Dedov A.A., Dedova E.B. Patterns of consumption sweet watermelon on brown semi-desert the soils of the north-western caspian sea 22
- Зволинский В.П., Плескачев Ю.Н., Калмыкова Е.В., Калмыкова О.В.** Влияние макро- и микроудобрений на качество плодов томата
Zvolinsky V.P., Pleskachev Yu.N., Kalmykova E.V., Kalmykova O.V. Influence of macro- and micro-fertilizers for quality of tomato fruits 32
- Барабанов А.Т., Кулик А.В.** Эффективность применения кулис из сельскохозяйственных растений в системе стокорегулирующих лесополос
Barabanov A.T., Kulik A.V. Efficiency of application of backstage from agricultural plants in the system of the stocked regulator of forest belts 41
- Дьяченко А.В.** Метатеоретические исследования императивов сохранения природного потенциала
Dyachenko A.V. Metateoretical studies of the imperatives of preserving of natural potential 47
- Зеленев А.В., Неймышева А.Н., Смутнев П.А.** Адаптация перспективного сорта проса Золушка к условиям Волгоградской области
Zelenev A.V., Neymysheva A.N., Smutnev P.A. Adaptation of promising varieties of millet Cinderella to the conditions of the Volgograd region 54
- Мелихов В.В., Зибаров А.А., Мелихова Н.П., Романова А.В.** Характер и направленность изменений климатических параметров Волгоградской области
Melikhov V.V., Zibarov A.A., Melikhova N.P., Romanova A.V. Nature and direction of changes of climatic parameters of the Volgograd region 60
- Петров Н.Ю., Захарова Е.А., Федоренко И.С.** Эффективность применения биопрепаратов при выращивании проса в Волгоградской области
Petrov N.Yu., Zakharova E.A., Fedorenko I.S. Efficiency of application of biological products at cultivation of millet in the Volgograd region 67
- Филин В.И., Балакшина В.И.** Эффективность удобрений в сухостепной зоне каштановых почв Волгоградской области
Filin V.I., Balakshina V.I. Efficiency of fertilizers in the dry-steppe zone of chestnutsoils of the Volgograd region 72

- Батыров В.А., Ниджляева И.А., Очирова Е.Н., Калмыкова Е.В.** Влияние агротехнических приемов на урожайность и качество различных сортов томата при возделывании на светло-каштановых почвах Калмыкии
Batyrov V.A., Nidzhlyayeva I.A., Ochirova E.N., Kalmykova E.V. Influence of agrotechnical receptions on the yield and quality of different tomato varieties in cultivation on light chestnut soil of Kalmykia 81
- Мухортова Т.В., Мягкова Е. Г., Петров Е.Н.** Особенности изучения адаптивности томатов при их интродукции в аридных условиях Северо-Западного Прикаспия
Mukhortova T.V., Myagkova E.G., Petrov E.N. Features of studying the adaptability of tomatoes with their introduction in the arid conditions of the North-Western Caspian 89
- Шинкаренко С.С., Бодрова В.Н., Сидорова Н.В.** Влияние экспозиции склонов на сезонную динамику вегетационного индекса NDVI посевных площадей
Shinkarenko S.S., Bodrova V.N., Sidorova N.V. Influence of the exhibition of the slopes on the seasonal dynamics of the vegetation industry NDVI index of area planted 96
- Солонкин А.В., Никольская О.А., Киктева Е.Н.** Предварительная оценка сорто-подвойных комбинаций сливы в условиях Нижнего Поволжья
Solonkin A.V., Nikol'skaya O.A., Kikteva E.N. Preliminary evaluation of the export and surface combination of plumes under the conditions of the Lower Volga region 105
- Власенко М.В., Бородычев В.В., Кулик А.К.** Рациональное использование пастбищных угодий Чирского песчаного массива
Vlasenko M.V., Borodichev V.V., Kulik A.K. Sustainable use of the pasture lands of chirsky sandy massif 113
- Шинкаренко С.С., Кошелева О.Ю., Солодовников Д.А., Пугачева А.М.** Анализ пастбищных ресурсов Волгоградской области в геоинформационной системе
Shinkarenko S.S., Kosheleva O.Yu., Solodovnikov D.A., Pugacheva A.M. Analysis of pasture resources of Volgograd region in geoinformation system 123
- Джамбулатова А.З., Курбанов С.А., Магомедова Д.С.** Улучшение плодородия орошаемых земель равнинной зоны Дагестана при капельном орошении томатов
Dzhambulatova A.Z., Kurbanov S.A., Magomedova D.S. Improvement of the fertility of irrigated lands daghestan's plain zone under drip irrigation of tomatoes 130
- Толоконников В.В., Кошкарлова Т.С., Канцер Г.П., Плющева Н.М.** Совершенствование моделирования и селекции сортов сои в условиях орошения и усиления атмосферной засухи
Tolokonnikov V.V., Koshkarova T.S., Kancer G.P., Plusheva N.M. Improving the modeling and selection of soybean varieties under irrigation and increased atmospheric drought 136
- Шайманов Ч.М., Сапаев Б., Овчинников А.С., Подковыров И.Ю.** Исследование состояния воды в семенах пшеницы на различных этапах созревания методом ЭПР-томографии
Shaymanov Ch.M., Sapaev B., Ovchinnikov A.S., Podkovyrov I.Yu. Study of the condition of water in wheat seeds at different stages of creating by the electron paramagnetic resonance (EPR) tomography method..... 145

Новочадов В.В., Рулев А.С., Юферов В.Г., Иванцова Е.А. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно-трансформированных территорий юга России Novochadov V.V., Rulev A.S., Yuferev V.G., Ivantsova E.A. Remote research and mapping the state of anthropogenic-transformed territories of the south of Russia	151
Адилов М.М., Рустамов Б.А., Рустамов А.С. Хакимжанова А.М. Выявление оптимального срока посадки и возраста рассады краснокочанной капусты при повторной культуре в Узбекистане Adilov M.M., Rustamov B.A., Rustamov A.S., Khakimzhanova A.M. Identification of optimal length and growth of cropped cabbage at a repeated culture in Uzbekistan	159
Тютюма Н.В., Булахтина Г.К., Баканева А.А., Эрднеев А.С. Исследование влияния паводка на состояние ихтиофауны Волго-Ахтубинской поймы Tutyuma N.V., Bulahtin G.K., Bakaneva A.A., Erdneev A.S. The study of influence of flood on the condition of ichthyologic fauna of the Volga-Akhtuba floodplain	165
Варакин А.Т., Саломатин В.В., Кулик Д.К., Ряднов А.А., Злепкин Д.А., Ряднова Т.А. Повышение воспроизводительной функции у свиней при использовании биологически активных добавок Varakin A.T., Salomatin V.V., Kulik D.K., Ryadnov A.A., Zlepkin D.A., Ryadnova T.A. Increase of reproductive function in pigs using biologically active Additives	172
Ранделин А.В., Кайдулина А.А., Бармина Т.Н., Суркова С.А. Влияние сроков убоя бычков казахской белоголовой породы на выход и качество мясного сырья Randelin A.B., Kaidulina A.A., Barmina T.N., Surkova S.A. The effect of the terms of the kills of kazakh white-golf buckets on the exit and quality of meat raw materials	177
Болдарев А.А. Дифференциально-диагностические рентгенологические признаки метропатий у сук при разных формах клинического течения Boldarev A.A. Differential diagnostic x-ray signs of metropaties in dogs (females) with different forms of the clinical course	182
Сенчик А.В., Кухаренко Н.С., Сосновский И.Е. Характеристика зимних стадий сибирской косули (<i>Capreolus pygargus</i> Pall) на Зейско-Буреинской равнине Senchik A.V., Kukhareno N.S., Sosnovsky I.E. Characteristics of winter habitat of siberian roe deer (<i>Capreolus pygargus</i> Pall) on Zeysa-Bureinskaya plain	189
Ткачева И.В., Сложенкина М.И., Комарова З.Б., Кротова О.Е., Ножник Д.Н. Пробиотическая добавка при выращивании ремонтного молодняка птицы Кросса Росс 308 Tkacheva I.V., Slozhenkina M.I., Komarova Z.B., Krotova O.E., Nozhnik D.N. Probiotic additive for growing repair young poultry Cross Ross 308	196
Фёдорова А.О., Кухаренко Н.С. Реакция показателей красной крови нетелей на длительное воздействие транспортного стресса Fedorova A.O., Kukhareno N.C. Reaction of the indicators of red blood of heifers to the lasting effect of transport stress	202

Каменов К.С., Шинкаренко А.Н. Систематический обзор гельминтозов собак Волгоградской области Kamenov K.S., Shinkarenko A.N. The sistematic review of helminthiases of dogs of the Volgograd region	211
Колосов Ю.А., Чамурлиев Н.Г., Илларионова Н.Ф. Проблемы интенсивного развития молочного животноводства на региональном уровне Kolosov Y.A., Chamurliiev N.G., Illarionova N.F. Problems of intensive development of dairy farming at the regional level	217
Болкунов А.И., Постнова М.В., Срослова Г.А. Технология возделывания гибридов полусахарной свеклы на орошении в зоне сухих степей Нижнего Поволжья Bolkunov A.I., Postnova M.V., Sroslova G.A. Technology of cultivation of hybrides of halund-sugar beet on the irrigation in the area of dry degrees of the Lower Volga region	225

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES

Овчинников А.С., Храбров М.Ю., Колесова Н.Г., Бородычев С.В. Повышение эффективности комбинированных способов орошения Ovchinnikov A.S., Hrabrov M.Yu., Kolesova N.G., Borodychev S.V. Improving the efficiency of combined irrigation methods.....	231
Бочарников В.С., Мещеряков М.П., Денисова М.А. Исследование сорбционных свойств сорбентов с использованием ферритовых реагентов при очистке сточных вод Bocharnikov V.S., Meshcheryakov M.P., Denisova M.A. The study of sorption properties of sorbents using ferrite reagent during wastewater treatment.....	242
Быков В.В., Загородских Б.П., Ременцов А.Н., Юдин В.М. Влияние температуры растворов синтетических моющих средств на их моющую способность Bikov V.V., Zagorodskih B.P., Rementsov A.N., Yudin V.M. Influence of temperature of solutions of synthetic detergents on their washing ability	249
Клочков Ю.В., Николаев А.П., Соболевская Т.А., Фомин С.Д., Клочков М.Ю. Конечноэлементные модели дискретизации тонкостенных конструкций предприятий АПК Klochkov Yu.V., Nikolaev A.P., Sobolevskaya T.A., Fomin S.D., Klochkov M.Yu. Final-element models of discretization of thin-walled structures of enterprises of Agro-Industrial Complex	255
Новиков А.Е., Голованчиков А.Б., Филимонов М.И., Баранов Д.А. Очистка отработанных моторных масел от микронных и субмикронных частиц в сверхцентрифуге Novikov A.E., Golovanchikov A.B., Filimonov M.I., Baranov D.A. Cleaning used motor oil from micron and submicron particles in supercentrifuge	261
Рябцев В.Г., Евдокимов А.П., Кузнецова Т.А. Автоматизированный системно-когнитивный анализ степени обеззараживания зерна ультрафиолетовым облучением Ryabtsev V.G., Evdokimov A.P., Kuznetsova T.A. Automated system-cognitive analysis of the degree of grain decontamination by ultra-violet radiation	274

Ряднов А.И., Федорова О.А., Алмазов И.В. Результаты оптимизации геометрических параметров экспериментальной грузовой платформы для перевозки рулонов сена Ryadnov A.I., Fedorova O.A., Almazov I.V. The results of the optimization geometric parameters of experimental cargo platform for transportation of rolls hay	281
Санинский В.А., Грибенченко А. В., Смирнова Е.Н. Обоснование расширения возможностей режуще-деформирующего прошивания глубоких отверстий при ремонте машин сельскохозяйственного назначения Saninsky V.A., Gribenchenko A.V., Smirnova E.N. Justification of the expansion of the possibilities of cutting-deforming firming of deep holes in the repair of agricultural machines	290
Шапров М.Н., Мартынов И.С., Садовников М.А., Седов А.В. Обоснование параметров механизмов перемещения контейнеров на погрузочно-транспортном агрегате Shaprov M.N., Martinov I.S., Sadovnikov M.A., Sedov A.V. Rationale of parameters of mechanisms of movement of con-tainers on the loading transport unit	299
Юфеев В.Г., Таранов Н.Н. Геоинформационная оценка распространения инвазивных древесных пород на территории Волго-Ахтубинской поймы Yuferev V.G., Taranov N.N. Geoinformation assessment of the distribution of invasive wood breeds on the territory of the volga-akhtuba floodplain	307
Юрченко И.Ф. Цифровые технологии как фактор конкурентоспособности предприятий мелиоративного сектора экономики Yurchenko I.F. Digital technologies as factor of the competitive ability of enterprises of the meliorative sector of the economy	313
Цепляев А.Н., Цепляев В.А., Ульянов М.В., Климов С.В. Аналитическое определение технологических параметров разработанного комбайна для уборки бахчевых Tseplyaev A.N., Tseplyaev V.A., Ulyanov M.V., Klimov S.V. Analytical determination of the technological parameters of the developed combine for cleaning melons	321
Лытов М.Н., Бородычев В.В. Функциональная технологическая модель оросительной системы Lytov M.N., Borodychev V.V. Functional-technological model of irrigation system	327
Мелихова Е.В., Рогачев А.Ф. Совершенствование технических средств комбинированного орошения на основе функционально-морфологического анализа Melikhova E.V., Rogachev A.F. Improvement of technical means of combined irrigation on the basis of functional-morphological analysis	335
Нехорошев Д.Д., Коновалов П.В., Попов А.Ю., Нехорошев Д.А. Особенности улучшения работы машинно-тракторного агрегата за счет снижения колебания нагрузки Nekhoroshev D.D., Konovalov P.V., Popov A.J., Nekhoroshev D.A. Features of improvement of machine-tractor unit during the reduction of the vibration of the load	345

Степанов Н.В., Шуханов С.Н. Новая защитная смазка для хранения сельскохозяйственной техники Stepanov N.V., Shukhanov S.N. New protective lubricant for storage of agricultural machinery	352
Быков В.В., Загородских Б.П., Садетдинов Ш.В., Юдин В.М. Повышение эффективности мойки деталей при ремонте автомобилей Bykov V.V., Zagorodskikh B.P., Sadetdinov Sh.V., Yudin V.M. Increase the efficiency of washing details during repairing cars	358
Ряднов А.И., Федорова О.А., Алмазов И.В. Выбор транспортного средства для перевозки рулонов сена по затратам на топливо-смазочные материалы Ryadnov A.I., Fedorova O.A., Almazov I.V. The choice of vehicle to transport bales of hay cost of fuel-lubricating materials	364
Косульников Р.А., Карсаков А.А., Фомин С.Д., Привалов В.А. Формирование крюковой нагруженности трактора в составе машинно-тракторного агрегата Kosulnikov R.A., Karsakov A.A., Fomin S.D., Privalov V.A. The formation of the hook load of the tractor part of the tractor unit	371
Садовников М.А., Рыжкова А.А., Мисюряев В.Ю., Гузенко Е.Ю. Анализ состояния экологической безопасности и техногенной нагрузки, оказываемой сельскохозяйственным предприятием на окружающую среду Sadovnikov M.A., Ryzhkova A.A., Misyuryaev V.Yu., Guzenko E.Yu. Analysis of the condition of environmental security and technological loading provided by agricultural enterprise on the environment	377
СОДЕРЖАНИЕ/ABSTRACTS	386

ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ, РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

Редакция журнала в своей деятельности руководствуется принципами научности, объективности и беспристрастности.

Содержание статьи должно соответствовать одной из следующих отраслей науки и групп специальностей:

Технические науки

- 05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем

Сельскохозяйственные науки

- 06.01.00 Агрономия
- 06.02.00 Ветеринария и Зоотехния

1. Технический анализ рукописи осуществляется ответственным секретарем журнала, согласно требованиям для авторов, в трехдневный срок после представления рукописи (в электронной и печатной формах) и передается на проверку оригинальности авторского текста в Центр наукометрического анализа международных систем индексирования (НАМСИ).

2. Проверка **оригинальности** авторского текста, ссылки на использованные источники, степени заимствования осуществляется в трехдневный срок **по всем коллекциям** в системе Antiplagiat.ru. Допустимый объем цитирований (корректного заимствования) – не более 30 % от общего объема статьи (некорректные заимствования не допускаются).

3. Передача на рецензирование осуществляется зам. главного редактора после технического анализа и проверки оригинальности авторского текста, в течение трех дней с момента получения полного пакета документов статьи. Осуществляется рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих тематике издания, с целью их экспертной оценки. Рецензирование статьи производится **независимыми экспертами** журнала в течение 30 дней с момента получения рукописи. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания в течение 5 лет. При наличии существенных замечаний рукопись возвращается авторам с письменным перечислением замечаний, требующих устранения.

4. В журнале используются следующие модели рецензирования:

а) одностороннее слепое рецензирование (singl-blind reviewing): рецензент знает имя автора, но автор не знает имени рецензента;

б) двухстороннее слепое рецензирование (double-blind reviewing): рецензент и автор не знают имён друг друга.

При этом в каждом конкретном случае (с учетом возможности возникновения конфликтных ситуаций) модель рецензирования и количество рецензентов могут варьироваться.

5. Повторное рецензирование осуществляется после предоставления варианта статьи с устраненными замечаниями в течение не более 30 дней. При трехкратном повторном возврате рукописи с замечаниями рецензента вопрос о ее принятии или отклонении решается на заседании редакционной коллегии.

6. Решение о публикации принимается в соответствии с Уставом редакции главным редактором на основе научных рецензий и мнения членов редколлегии. При принятии решения о публикации главный редактор руководствуется достоверностью представленных данных и научной значимостью рассматриваемой работы.

7. В случае принятия решения о публикации в течение трех дней рукопись статьи передается профессиональному переводчику для перевода на английский язык, который осуществляется в течение двух дней.

8. Редакция издания направляет авторам предоставленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации при поступлении в редакцию издания соответствующего запроса. Рукописи возврату не подлежат.

Оформление статьи должно соответствовать Межгосударственным и национальным стандартам Российской Федерации по издательскому делу.

Статья представляется в редакционно-издательский центр в печатном виде (на листах формата А4) с приложением электронной версии (в формате Word Windows), полностью совпадающим с бумажным вариантом. Статья должна иметь УДК (можно определить на сайте <http://teacode.com/online/udc/>). Количество авторов – не более четырех.

Статья набирается в редакторе Microsoft WORD со следующими установками: поля страницы сверху, снизу – 2,4 см; слева, справа – 2,8 см. Стилль обычный. Шрифт – Times New Roman, размер шрифта 14. Межстрочный интервал для текста – полуторный, для таблиц – одинарный, режим выравнивания – по ширине, расстановка переносов – автоматическая. Количество строк на одной странице – 29 ± 3 , знаков в строке – 65 ± 3 . Абзацный отступ должен быть одинаковым по тексту – 1,27 см.

Рисунки, схемы, фотографии представляются в формате PDF, JPEG, TIFF разрешением не ниже 300 dpi (сканировать таблицы, схемы, рисунки не допускается).

В статье помещаются: УДК, название статьи, инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень, звание автора (ов), аннотация (строго 200-250 слов); ключевые слова.

В статье следует четко выделять следующие составные части:

1. Введение.
2. Материалы и методы.
3. Результаты.
4. Обсуждение.
5. Заключение.
6. Библиографический список.

Особое внимание следует уделить *полноте пристатейного библиографического списка* (не менее 12-15 источников, в том числе отражающих зарубежные исследования). При этом необходимо избегать *недобросовестного цитирования* (необоснованного «накручивания» цитат, а также самоцитирования), *некорректного цитирования* (неоправданного содержанием цитируемых статей). *Цитирование должно быть максимальным, но обоснованным. Недостаточное или избыточное цитирование снижает рейтинг журнала.*

В конце работы ставятся дата и подпись автора (авторов); приводятся сведения об авторе (авторах): место работы, факультет, кафедра (отдел, научное подразделение), ученое звание, направление исследования, контактные телефоны, почтовый и электронный адреса.

Рекомендованный объем статьи (вместе с переводом аннотации и библиографического списка) **10-12 стр.**

Библиографические ссылки на список литературы должны быть оформлены с указанием в строке текста в квадратных скобках цифрового порядкового номера. В случае ссылки на точную цитату – необходимо дополнительно указать через запятую номера соответствующих страниц.

Список литературы составляется в алфавитном пронумерованном порядке, он должен быть оформлен согласно ГОСТ 7.1 – 2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Требования и правила», ГОСТ Р 7.0.5. – 2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» с указанием обязательных сведений библиографического описания.

RULES OF SUBMITTING, REVIEWING AND PUBLICATION OF SCIENTIFIC ARTICLES

The journal editorial board relies on the principles of scientificity, objectivity and impartiality.

The article content should correspond to one of the following branches of science and groups of specialties:

Engineering sciences

- 05.20.00 Processes and machines of agroengineering systems

Agricultural sciences

- 06.01.00 Agronomy
- 06.02.00 Veterinary and Zootechnics

1. The technical analysis of the manuscript is performed by the journal's responsible secretary, according to the requirements for the authors within three days after the submitting of the manuscript (in electronic and printed form) and the text is directed to the Center for Scientific Metric Analysis of International Indexing Systems for authenticity verification.

2. The author's text **authenticity** verification references to the sources used, the degree of borrowing is carried out within three days for all collections in the Antiplagiat.ru system. The allowed volume of citations (correct borrowing) is no more than 30% of the total volume of the article (incorrect borrowing is not allowed).

3. The direction for the review is carried out by the deputy editor-in-chief after the technical analysis and the authenticity verification within three days after the receiving of the article full package of documents. The journal reviews all materials coming to the editorial board that are relevant to its subject matter, with the aim of their expert evaluation. The journal independent experts review the article within no more than 30 days after the manuscript submission. All reviewers are recognized experts in the subject matter of the reviewed materials and have publications on the subject of the article under review during the last 3 years. The reviews are kept in the publishing house and in the journal editorial office during 5 years. If there are substantial comments, the manuscript is returned to the authors with a written list of the remarks that require elimination.

4. The following review methods are used in the journal:

A) One-sided blind reviewing (single-blind reviewing): the reviewer knows the author's name, but the author does not know the name of the reviewer;

B) Double-blind reviewing: the reviewer and the author do not know each other's names.

At the same time, in each case (taking into account conflict situations), the review method and the number of reviewers can vary.

5. Re-review is carried out after the article submission with the comments eliminated, within no more than 30 days. If the manuscript is returned three times with the reviewer comments, the question of its acceptance or rejection is decided at the meeting of the editorial board.

6. The decision to publish is made in accordance with the Charter of the editorial board by the editor-in-chief on the basis of scientific reviews and the editorial board members opinions. When deciding on publication the editor-in-chief is guided by the reliability of the data presentation and the scientific significance of the paper.

7. If a decision to publish is made, within three days the article manuscript is sent to the professional translator for translation into English, which is carried out during two days.

8. The journal editors send to submitted materials copies authors the reviews or a reasoned rejection, and undertake to send copies of the reviews to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation upon receipt of the corresponding request to the editorial office. Manuscripts are not returned.

Requirements to the articles layout the article must comply with the Interstate and national standards of the Russian Federation for publishing.

The article is submitted to the editorial and publishing center in printed form (on A4 sheets) in 2 copies with an electronic version (in Word Windows format), completely identical to the paper version. The article should have UDC (it can be defined on the site <http://teacode.com/online/udc/>). The number of authors is not more than four.

The article is typed in the Microsoft WORD editor with the following settings: page margins at the top, at the bottom - 2.4 cm; on the left, on the right – 2.8 cm. The style is normal. Font is Times New Roman, font size - 14. Line spacing for text - 1.5, for tables - single, alignment mode - width, hyphenation - automatic. The number of lines on one page is 29 ± 3 , characters per font is 65 ± 3 . The indentation should be the same in the text - 1.27 cm.

Figures, diagrams, photographs are presented in PDF, JPEG, TIFF format with a resolution of at least 300 dpi (scanning of tables, diagrams, drawings is not allowed).

The article contains UDC, the article title, initials and surname of the author (authors), academic degree, title of author (s), abstract (strictly 200-250 words); keywords.

The following components should be clearly distinguished in the article:

1. Introduction.
2. Materials and Methods.
3. Results.
4. Discussion.
5. Conclusions.
6. References.

Particular attention should be paid to *the completeness of the bibliographic list* (at least **12-15** sources, including those reflecting foreign studies). At the same time, it is necessary to avoid **unfair quoting** (unreasonable «winding up» of quotations, as well as self-citation), **incorrect citation** (unjustified content of the cited articles). *Citation should be maximum, but justified. Insufficient or excessive quoting reduces the rating of the journal.*

At the end of the article the date and the author (authors) signature are put; information about the author (authors) is given: place of work, faculty, department, (branch, scientific unit), academic title, research direction, contact phone numbers, postal and email addresses.

The recommended volume of the article (together with the translation of the annotation and the bibliographic list) is **10-12** pp.

Bibliographic references to the list of literature should be designed in the text in square brackets according to the numerical order. In the case of a reference to an exact quote it is necessary to additionally indicate the numbers of the corresponding pages separated by commas, for example.

The list of literature is compiled in alphabetical order; it must be issued in accordance with All-Union state standard 7.1 – 2003 «Bibliographic Record. Bibliographic Description. Requirements and Rules», All-Union state standard R 7.0.5. - 2008 «Bibliographic reference. General requirements and rules of compilation» with indication of mandatory information of the bibliographic description.