

ИЗВЕСТИЯ

НИЖНЕВОЛЖСКОГО АГРОУНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА:

НАУКА И ВЫСШЕЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Направления:

- сельскохозяйственные науки
- технические науки
- экономические науки

№ 1 (45), 2017

Волгоград
Волгоградский ГАУ
2017

PROCEEDINGS

OF NIZHNEVOLZSKIY AGROUNIVERSITY COMPLEX:

SCIENCE AND HIGHER VOCATIONAL EDUCATION

Directions:

- agricultural sciences
- technical sciences
- economical sciences

№ 1 (45), 2017

Volgograd
Volgograd state agrarian university
2017

ББК 4 (2Рос–4Вор)
И-33

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА
ФГБОУ ВО Волгоградский
государственный аграрный
университет

ISSN 2071-9485

Выпуск № 1 (45), 2017

Направления:

- сельскохозяйственные науки
- технические науки
- экономические науки

ББК 4 (2Рос–4Вор)
И-33

THE MAGAZINE FOUNDER
Volgograd state
agrarian university

ISSN 2071-9485

Issue № 1 (45), 2017

Directions:

- agricultural sciences
- technical sciences
- economical sciences

ИЗВЕСТИЯ

Нижеволжского агроуниверситетского комплекса:
наука и высшее профессиональное образование

Выпуск № 1 (45), 2017

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 международной информационной системе **Agricultural Research Information System (AGRIS)**

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, проректор по научно-исследовательской работе Волгоградского ГАУ;
Фомин С.Д., кандидат технических наук, доцент, зав. Центром наукометрического анализа и международных систем индексирования Волгоградского ГАУ, научный редактор.

PROCEEDINGS

of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex:
science and higher vocational education

Issue № 1 (45), 2017

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 magazine is indexed in the International Information System **Agricultural Research Information System (AGRIS)**

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, Vice-Rector for Scientific Research of Volgograd State Agrarian University

Fomin S. D., Candidate of technical Sciences, Professor, head department scientometric analysis and international indexing systems Volgograd state agricultural university, science editor.

**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

Заместитель главного редактора – *Бочарников В.С.*, д.т.н., проректор по научно-исследовательской работе Волгоградского ГАУ

Заместитель главного редактора – *Фомин С.Д.*, к.т.н., доцент, зав. Центром наукометрического анализа и международных систем индексирования, научный редактор, Волгоградский ГАУ

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

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

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

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

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

Кулик К.Н., академик РАН, директор Федерального научного центра агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения РАН (ФНЦ Агроэкологии РАН)

Лихацевич А.Л., член-корр. Национальной академии Беларуси, доктор технических наук (Беларусь)

**International Editorial Board
of the Scientific Journal**

Editor-in-Chief - A.S. Ovchinnikov, 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 - V.S. Bocharnikov, Doctor of Technical Sciences, Vice-Rector for Scientific Research of Volgograd State Agrarian University

Deputy editor-in-chief - S.D. Fomin, Candidate of Technical Sciences, associate professor, head of Center for Science and Analytical Analysis and International Indexing Systems, Scientific Editor, Volgograd State Agrarian University

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

V.V. Borodychev, **academician of the Russian Academy of Sciences**, director of the branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Reclamation named after A.N. Kostyakov

I.F. Gorlov, **Academician of the Russian Academy of Sciences**, scientific director of the Povolzhsky Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products

N.N. Dubenok, **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

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

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

A.L. Likhatsevich, **Corresponding Member, National Academy of Belarus**, Doctor of Technical Sciences (Belarus)

Мелихов В.В., **член-корреспондент РАН**, директор Всероссийского НИИ орошаемого земледелия

Рулев А.С., **академик РАН**, зам. директора по научной работе ФНЦ Агроэкологии РАН

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

Ференц Саваи, профессор, доктор, ректор Капосварского Университета (Венгрия)

Шаговнович Драган А., директор Института экономики, Белград (Сербия)

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)

Шилерова Эдита, Ph.D., член Академического сената Чешского земледельческого университета в Праге (Чехия)

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

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

A.S. Rulev, **Academician of the Russian Academy of Sciences**, Deputy Director for Scientific Work of the Federal Scientific Center of Agroecology (RAS)

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

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

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

M. Miladin Shevarlich, 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)

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

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

Редакционная коллегия научного журнала

Агрономия

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

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

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

Семененко С.Я., доктор сельскохозяйственных наук, директор ПНИИЭМТ (ФНЦ Агроэкологии РАН)

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

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

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

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

Ветеринария и Зоотехния

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

Горлов И.Ф., академик РАН, научный руководитель ПНИИММП

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

Злепкин А.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Editorial Board of the Scientific Journal

Agronomy

V.V. Borodychev, **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

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

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

S.Ya. Semenenko, 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)

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

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

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

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

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

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

Veterinary and Zootechnics

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

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

A.N. Yatusovich, **Academician of RAS**, Doctor of Veterinary Sciences, Rector of Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine (Belarus)

A.F. Zlepkin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Volgograd State Agrarian University

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

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

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

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

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

Лесное хозяйство

Кулик К.Н., академик РАН, директор ФНЦ Агроэкологии РАН

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

Рулев А.С., академик РАН, зам. директора по научной работе ФНЦ Агроэкологии РАН

Барабанов А.Т., доктор сельскохозяйственных наук, ФНЦ Агроэкологии РАН

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

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

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

Процессы и машины агроинженерных систем

Лихацевич А.Л., член-корр. Национальной академии Беларуси, доктор технических наук (Беларусь)

Бочарников В.С., д.т.н., проректор по научно-исследовательской работе Волгоградского ГАУ

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

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

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

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

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

Forestry

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

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

A.S. Rulev, **Academician of the Russian Academy of Sciences**, Deputy. Director for Scientific Work of the Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS

A.T. Barabanov, Doctor of Agricultural Sciences

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

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

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

A.K. Kulik, Candidate of Agricultural Sciences, the Federal Research Centre of Agroecology, amelioration and protective afforestation RAS

Processes and machines of agro-engineering systems

A.L. Likhatsevich, Corresponding Member. National Academy of Belarus, Doctor of Technical Sciences (Belarus)

V.S. Bocharnikov, Doctor of Technical Sciences, Vice-Rector for Research and Development, Volgograd State Agrarian University

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

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

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

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

Пахомов А.А., кандидат технических наук, доцент, Волгоградский ГАУ

Фомин С.Д., кандидат технических наук, доцент, Волгоградский ГАУ

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

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

Экономические науки

Ференц Саваи, профессор, доктор, ректор Капосварского Университета (Венгрия), эконом. науки

Шаговнович Драган А., директор Института экономики, Белград (Сербия)

Шеварлич Миладин М., доктор агроэкономических наук, профессор Белградского университета, председатель Общества агроэкономистов Сербии (Сербия)

Шилерова Эдита, Ph.D., член Академического сената Чешского земледельческого университета в Праге (Чехия), экономические науки

Заворотин Е.Ф., **член-корр. РАН**, доктор экономических наук, профессор, зам. директора по научной работе, Поволжский НИИ экономики и организации АПК

Балашова Н.Н., доктор экономических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Попова Л.В., доктор экономических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Шепитько Р.С., доктор экономических наук, профессор, Волгоградский ГАУ

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

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

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

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

A.A. Pakhomov, Candidate of Technical Sciences, associate professor, Volgograd State Agrarian University

S.D. Fomin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Volgograd State Agrarian University

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

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

Economic sciences

Ferenc Savai, professor, doctor, rector of Kaposvar University (Hungary), economist. science

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

Miladin M. Shevarlic, doctor of agricultural economics, professor at Belgrade University, chairman of the Society of Agricultural Economists of Serbia (Serbia)

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

E.F. Zavorotin, **corresponding member of RAS**, Doctor of Economics, Professor, Deputy. Director for Research, Volga Institute of Economics and Agribusiness

N.N. Balashova, Doctor of Economics, Professor, Volgograd State Agrarian University

L.V. Popova, Doctor of Economics, Professor, Volgograd State Agrarian University

R.S. Shepitko, Doctor of Economics, Professor, Volgograd State Agrarian University

Известия
Нижеволжского агроуниверситетского комплекса:
наука и высшее профессиональное образование № 1 (45), 2017

Ответственный редактор *Т.В. Черкашина*

Технический редактор *Т.А. Ситникова*

Компьютерная верстка *А.В. Харлашина*

Перевод *А.В. Олянича*

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 23.03.2017. Формат 60x84^{1/8}

Усл. печ. л. 36,8. Тираж 1000 (первый завод 200). Заказ 71.

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

* * *

Proceedings
of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex:
science and higher vocational education № 1 (45), 2017

Executive editor *T.V. Tcherkashina*

Technical editor *T.A. Sitnikova*

Desktop publishing *A.V. Kharlashin*

Translation *A.V. Olyanich*

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 23.03.2017. Printing format 60x84^{1/8}

Conventional printed sheets 36,8. Circulation 1000 (initial print run 200). Order 71.

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

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 631.67:635.132

**ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ОРОШЕНИЕ МОРКОВИ
НИЗКОИНТЕНСИВНЫМИ СТАЦИОНАРНЫМИ
ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ****WATER CONSUMPTION AND IRRIGATION OF CARROTS
LOW-INTENSITY STATIONARY SPRINKLER SYSTEMS**

А.С. Овчинников¹, член-корреспондент РАН,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

С.А. Дусарь¹, аспирант

В.В. Бородычев², академик РАН,

А.А. Мартынова², кандидат сельскохозяйственных наук

A.S. Ovchinnikov¹, S.A. Dusar¹, V.V. Borodychev², A.A. Martynova²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Всероссийский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова (Волгоградский филиал)

¹Volgograd State Agrarian University

²All-Russian research Institute of hydraulic engineering and land reclamation

В работе приводятся результаты исследований, направленных на повышение эффективности возделывания столовой моркови на мелиорированных (орошаемых) землях Нижнего Поволжья. Целью исследований является освоение современных высокоэффективных способов орошения на основе стационарных дождевальных систем и разработка ресурсосберегающих технологий полива столовой моркови с целевыми индикаторами уровня продуктивности не ниже 70-80 т/га. Рабочей гипотезой исследований стало предположение о возможности интенсификации продукционного процесса моркови при совокупном регулировании влажности почвы и воздуха за счет проведения регулярных вегетационных и освежительных поливов стационарными дождевальными системами спринклерного типа. Исследованиями установлено, что проведение освежительных поливов обеспечивает временное повышение относительной влажности воздуха в среде растений на 9-25 %. В наибольшей степени (с приростом до 22-25 %) относительная влажность воздуха в среде растений возрастает, если освежительные поливы проводить ежедневно. Если в предыдущие дни освежительные поливы не проводились, то в день проведения полива относительная влажность воздуха (ее среднесуточные значения) в среде растений возрастает не менее, чем на 9-11 %. При проведении освежительного полива в предшествующие сутки, но без назначения полива в день замера, относительная влажность воздуха возрастает на 15-18 %. Получены опытные данные, подтверждающие, что проведение освежительных поливов обеспечивает повышение выхода доли стандартных корнеплодов моркови, причем наибольший эффект был получен на участках, где такие поливы проводили при снижении относительной влажности воздуха до 50 (вариант В3) или 70 % (вариант В4). Повышение относительной влажности воздуха в среде растений в особенно засушливые периоды увеличивает долю выхода урожая, отвечающего требованиям стандарта качества, на 1,1-5,8 %. Сочетание таких схем применения освежительных поливов с поддержанием заданного 80 % НВ, порога предполивной влажности почвы в слое 0,3-0,5 м обеспечивает возможность получения до 80,2-81,7 т/га товарного урожая моркови.

The paper presents the results of research aimed at improving the efficiency of cultivation of carrots on a reclaimed (irrigated) lands of the Lower Volga region. The aim of research is the development of modern high-efficiency irrigation methods on the basis of stationary sprinkler systems and the development of resource-saving irrigation technologies of dining carrots with target indicators of the productivity level

no lower than 70-80 t / ha. Working hypothesis of research was the assumption of the possibility of an intensification of a production process with carrots comprehensive regulation of soil moisture and air through regular vegetation and refreshing stationary irrigation sprinkler type systems. Research has established that the conduct of refreshing irrigation provides a temporary rise in the relative humidity of the air in the plant environment at 9-25 %. To the greatest extent (increasing to 22-25 %) relative humidity in the plant environment increases when refreshing watering daily. If the previous days refreshing watering is not carried out, the increase is not less than 9-11 % on the day of watering relative humidity (its average daily value) in the plant environment. When conducting freshen watering before marching-day, but without setting a watering day measuring, relative humidity of the air increases by 15-18 %. Obtained experimental evidence that the holding refreshing irrigation enhances the output share of the standard carrot roots, the greatest effect was obtained in areas where such irrigation was performed with a decrease in relative humidity up to 50 (B3 version) or 70 % (option B4). Increasing the relative humidity in the plant environment, especially in dry periods increases the output share of the harvest that meets the quality requirements of the standard, on 1,1-5,8 %. The combination of such schemes applying refreshing watering to maintain the desired 80% HB, a threshold pre-irrigation moisture in the soil layer of 0.3-0.5 m makes it possible to produce up to 80,2-81,7 t / ha of commercial carrot crop.

Ключевые слова: морковь столовая, водопотребление, орошение, стационарные дождевальные системы, технология.

Key words: carrots dining room, water consumption, irrigation, stationary sprinkler systems, technology.

Введение. В России морковь традиционно является одной из основных овощных культур [7]. Ее используют для приготовления различных блюд в общественном питании и домашней кулинарии, широко употребляют в сыром виде, заквашивают вместе с капустой, употребляют для маринада и варенья, сушат. Большое значение имеет морковь в консервной промышленности, где ее используют в качестве основной части фарша для различных овощных консервов; из нее готовят соки, пюре, в том числе, для детского питания. Особая ценность моркови состоит в повышенном содержании каротина (провитамина А), который в организме человека трансформируется в витамин А. Кроме того, в корнеплодах моркови имеются и другие витамины, она обладает повышенной сахаристостью и является хорошим источником необходимых организму минеральных солей, содержащих калий, кальций, железо, фосфор и другие полезные минеральные элементы [1].

Динамику производства столовой моркови в России за последние 20 лет нельзя охарактеризовать каким-либо устойчивым трендом развития или регрессии. Официальные данные Росстата показывают относительно продолжительный тренд роста производства моркови с 1993 по 2005 годы включительно, который завершился довольно резким спадом интереса к этой культуре [13]. В результате, начиная с 2007 года и по настоящее время объемы производства столовой моркови составляют около 1,5 млн тонн, незначительно изменяясь по годам с более или менее благоприятными погодными условиями. Спад производства моркови в России, безусловно, можно объяснить сложившейся макроэкономической обстановкой, в которой не последнюю роль играет опережающее, по сравнению с Россией, развитие технологий в развитых странах дальнего и ближнего зарубежья. Это подтверждается и растущей долей импорта столовой моркови, объемы которого в 1993 году не превышали 4,4 тыс. тонн, а в 2013 году достигли рекордных 258,0 тыс. тонн, увеличившись более, чем в 58 раз [6]. Самым стабильным статистическим показателем оказалась урожайность столовой моркови, которая с 1993 года практически не изменилась и составляет сегодня 22-24 т/га. Это критически низкий уровень, который определяет высокую себестоимость моркови и не позволяет отечественной продукции эффективно конкурировать с зарубежным импортом.

Материалы и методы. Одним из основных методов решения проблемы импортозамещения в части производства столовой моркови может быть разработка и внедрение современных, конкурентоспособных технологий, обеспечивающих качественный рост продуктивности посевов, экономное использование вовлекаемых ресурсов, повышение качества и снижение себестоимости получаемой продукции. Особое внимание в этой связи предлагается обратить на возможность интенсификации производства столовой моркови с использованием мелиорированного земельного фонда юга России и, в частности, – орошаемых земель Нижнего Поволжья [8]. Орошение при использовании современных технологий мониторинга и оптимального управления водным режимом почвы является мощным фактором интенсивного развития аграрного производства [10, 12, 2, 3]. Климат региона позволяет организовать успешное производство как ранней овощной продукции, так и выращивать морковь для хранения, переработки или потребления в свежем виде. Вместе с тем важно учитывать и объективные трудности в создании максимально благоприятных условий для выращивания столовой моркови, связанные, не в последнюю очередь, с особенностями континентального климата Нижневолжского региона, частой повторяемостью засух и суховеев, критическим снижением влажности воздуха и другими факторами, определяющими динамику продукционного процесса [4, 9].

Целью исследований является освоение современных высокоэффективных способов орошения и разработка ресурсосберегающих технологий полива столовой моркови с целевыми индикаторами уровня продуктивности не ниже 70-80 т/га. Такой уровень продуктивности был установлен с учетом необходимости компенсации дополнительных затрат на использование мелиорированного фонда, на орошение, использование агроприемов орошаемого земледелия и ориентирован на производство конкурентоспособной по отношению к зарубежным аналогам продукции. Рабочей гипотезой исследований стало предположение о возможности интенсификации продукционного процесса моркови при совокупном регулировании влажности почвы и воздуха за счет проведения регулярных вегетационных и освежительных поливов стационарными дождевальными системами спринклерного типа. В основу методологии исследований был поставлен метод полевого эксперимента.

Одним из ключевых преимуществ стационарных систем орошения, к которым относятся системы спринклерного типа, является возможность реализации гибких подходов в формировании поливного режима. Технологическая реализуемость проведения частых поливов малыми поливными нормами и возможность плавного изменения поливных норм обеспечивает возможность поддержания практически любого диапазона влажности почвы в слое почвы любой мощности. Это позволяет ориентировать технологии орошения исключительно на биологические потребности орошаемой культуры.

Ряд исследователей [7, 3, 4, 9, 11] указывают на целесообразность дифференцирования увлажняемого слоя почвы в период формирования корневой системы растений. Отмечается, что в начальные периоды роста и развития корневая система моркови развита чрезвычайно слабо и регулирование водного режима почвы за пределами ее распространения непродуктивно. С другой стороны, важно учитывать тот момент, что геометрические параметры увлажняемой зоны почвы определяют вектор развития корневой системы. Необходимость определения оптимальных параметров зоны увлажнения почвы при орошении моркови стационарными дождевальными системами спринклерного типа в период активного роста корней обусловило постановку вопросов исследований в рамках фактора А полевого эксперимента. Варианты в рамках фактора А полевого опыта были впервые заложены в 2015 году на трех уровнях:

– вариант А1 – поддержание заданного (80 % НВ) порога предполивной влажности почвы в слое 0,2 м до начала фазы образования 2-го настоящего листа с последующим увеличением расчетного слоя до 0,5 м;

– вариант А2 – поддержание заданного (80 % НВ) порога предполивной влажности почвы в слое 0,3 м до начала фазы образования 2-го настоящего листа с последующим увеличением расчетного слоя до 0,5 м;

– вариант А3 – поддержание заданного (80 % НВ) порога предполивной влажности почвы в слое 0,4 м до начала фазы образования 2-го настоящего листа с последующим увеличением расчетного слоя до 0,5 м.

Другой известной производственной проблемой при выращивании столовой моркови в зоне сухих степей Нижневолжского региона является снижение доли выхода товарной продукции как последствий воздушной засухи. Возможность использования спринклерных систем для проведения освежительных поливов позволяет в определенной степени снимать воздушную засуху и температурную напряженность в среде посева. Учитывая, что научно обоснованных рекомендаций по этому поводу в регионе нет, этот вопрос также был поставлен к исследованию в рамках реализуемого нами полевого эксперимента. В рамках фактора В полевого опыта (проведение освежительных поливов) были заложены следующие варианты:

– вариант В1 (контроль), – без проведения освежительных поливов;

– вариант В2 – проведение освежительных поливов при снижении относительной влажности воздуха ниже 30 %;

– вариант В3 – проведение освежительных поливов при снижении относительной влажности воздуха ниже 50 %;

– вариант В4 – проведение освежительных поливов при снижении относительной влажности воздуха ниже оптимального уровня (70 %).

Полевой эксперимент по такой программе был заложен на опытном участке, расположенного в границах фермерского хозяйства «им. Л.Н. Василенко» Городищенского района Волгоградской области. Почвы на опытном участке светло-каштановые, среднесуглинистые, типичные для региона исследований. Такие почвы, как правило, слабогумусированы и малоплодородны, что обуславливает необходимость применения минеральных удобрений. Удобрения в опытах вносили дозой $N_{200}P_{130}K_{140}$, рассчитанной на формирование урожайности корнеплодов на уровне 80 т/га.

Вегетационные и освежительные поливы в опытах проводили стационарной системой низкоинтенсивного дождевания. Распределительная сеть системы формировалась из гибких трубопроводов диаметром 150 мм. Поливные трубопроводы с выходом на дождевательные аппараты формировались с переменным диаметром – сначала 100 мм, а затем 75 мм. Установка дождевательных аппаратов проводилась на расстоянии 12 м друг от друга, производительность каждого аппарата составляет 500 л/час. Поливная норма вегетационных поливов рассчитывалась исходя из необходимости поддержания постоянного порога предполивной влажности почвы не ниже 80 % НВ. В зависимости от заданной схемой опыта мощности расчетного слоя почвы поливная норма составляла 300 м³/га (расчетная глубина промачивания 0,5 м), 240 м³/га (расчетная глубина промачивания 0,4 м), 180 м³/га (расчетная глубина промачивания 0,3 м), 120 м³/га (расчетная глубина промачивания 0,2 м).

По совокупности гидротермических показателей вегетационный период моркови в 2015 и 2016 годах можно охарактеризовать как средnezасушливый. В 2015 году от посева до уборки моркови поступило 126,4 мм осадков, а ГТК для периода составил 0,42. В 2016 году за вегетационный период поступило 137,7 мм осадков, а ГТК составил 0,47.

Результаты и обсуждение. Полученные в опытах данные убедительно свидетельствуют о существенном влиянии изучаемых факторов на формирование водного режима почвы, элементов микроклимата в среде растений, водопотребление и динамику расходования оросительной воды, общую продуктивность моркови, а также на долю выхода стандартной продукции из общего собранного урожая корнеплодов.

На рисунке 1 в графической форме приведена выборка данных по формированию режима проведения освежительных поливов в соответствии с регламентируемыми вариантами условиями, и их взаимосвязи с формированием относительной влажности воздуха в среде растений на фоне общих вариаций метеорологических показателей. Выборка данных была проведена на примере 2015 года на фоне проведения вегетационных поливов, обеспечивающих поддержание постоянного, 80 % НВ, порога предполивной влажности почвы в слое 0,3 м до фазы формирования 2-го листа и 0,5 м – в последующие фазы вегетации моркови. Регламент проведения освежительных поливов включал ограничения по температурному режиму (поливы не проводились при температуре воздуха менее 25 °С). Поливная норма освежительного полива составляла 20 м³/га (нетто), что обеспечивало смачивание надземного растительного слоя и поверхности почвы (до 0,03 м).

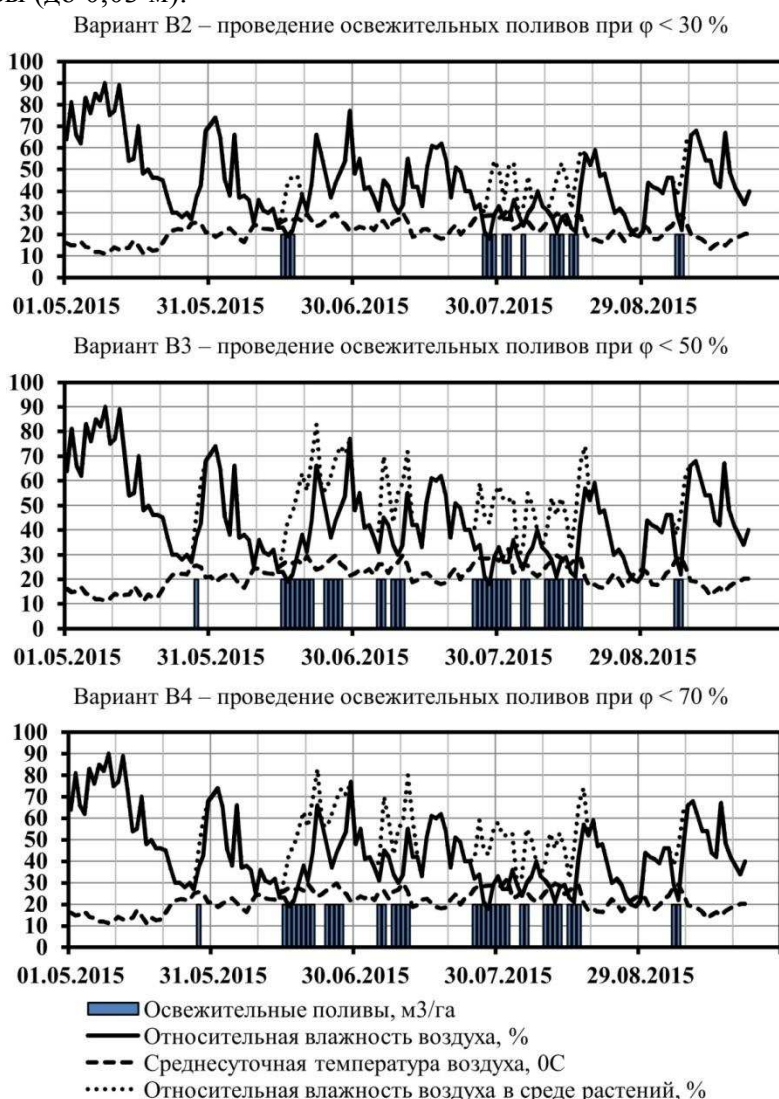


Рисунок 1 – График проведения освежительных поливов в опыте (2015 год, вариант поддержания 80 % НВ в слое 0,3-0,5 м)

В соответствии с установленными регламентами, на участках варианта В2 (назначение поливов при относительной влажности воздуха ниже 30 %) в 2015 году потребовалось проведение 16 освежительных поливов, из которых 3 было проведено в

фазу формирования 2-5-го настоящего листа, 8 – после образования 7-го листа до наступления фазы технической спелости и 5 поливов – в период «техническая-уборочная спелость корнеплода» (рисунок 1, таблица 1).

На участках варианта, где освежительные поливы назначались при снижении относительной влажности воздуха ниже 50 % (схема варианта В3) потребовалось проведение одного полива уже до фазы образования 2-го листа, до 9 увеличилось число проведенных освежительных поливов в период образования 2-5-го настоящего листа, еще 4 полива было назначено в период образования 5-7-го листа и 17 – после образования 7-го листа до наступления фазы технической спелости. В период «техническая-уборочная спелость корнеплода» также как и в варианте В2 было проведено 5 освежительных поливов. Всего за вегетационный период моркови потребовалось провести 36 освежительных поливов при относительной влажности воздуха менее 50 %.

На участках варианта В4 (назначение поливов при относительной влажности воздуха менее 70 %) за весь период вегетации моркови потребовалось провести 37 освежительных поливов. В сравнении с вариантом В³ (назначение поливов при относительной влажности воздуха менее 50 %), на один освежительный полив больше было проведено в период «образование 7-го листа техническая спелость корнеплода».

Проведение освежительных поливов гарантированно обеспечивало временное повышение относительной влажности воздуха в среде растений на 9-25 %. В наибольшей степени (с приростом до 22-25 %) относительная влажность воздуха в среде растений возрастала, если освежительные поливы проводились ежедневно.

Таблица 1 – Водопотребление и основные элементы спринклерного орошения моркови

Фактор А (мощность увлажняющего горизонта почвы, м)	Фактор В (Режим проведения освежительных поливов)	Элементы режима спринклерного орошения моркови								Суммарное водопотребление (2015-2016 гг.), м³/га
		2015 год				2016 год				
		Число вегетационных поливов	Средняя продолжительность межполивного периода, сут.	Число освежительных поливов	Оросительная норма, м³/га	Число вегетационных поливов	Средняя продолжительность межполивного периода, сут.	Число освежительных поливов	Оросительная норма, м³/га	
А1 (0,2-0,5 м)	В1 (контроль)	14	9	0	3660	12	11	0	3240	5125
	В2	13	10	16	3680	12	11	0	3240	5185
	В3	12	11	36	3780	11	12	14	3220	5275
	В4	12	11	37	3800	11	12	25	3440	5335
А2 (0,3-0,5 м)	В1 (контроль)	13	10	0	3660	12	11	0	3480	5145
	В2	12	11	16	3680	12	11	0	3480	5210
	В3	11	12	36	3780	11	12	14	3460	5310
	В4	11	12	37	3800	11	12	25	3680	5365
А3 (0,4-0,5 м)	В1 (контроль)	12	11	0	3540	11	12	0	3240	5015
	В2	11	12	16	3560	11	12	0	3240	5070
	В3	10	13	36	3660	10	13	14	3220	5190
	В4	10	13	37	3680	10	13	25	3440	5215

Если в предыдущие дни освежительные поливы не проводились, то в день проведения полива относительная влажность воздуха (ее среднесуточные значения) в среде растений возрастала не менее, чем на 9-11 %. При проведении освежительного полива в предшествующие сутки, но без назначения полива в день замера, относительная влажность воздуха возрастала на 15-18 %.

Таким образом, использование стационарных дождевальных систем для проведения освежительных поливов обеспечивает возможность частичного регулирования микроклимата в среде растений. Установленные закономерности сохранялись во все годы проведения исследований. При этом важно учитывать, что фактически складывающиеся метеосостояния могут существенно корректировать режим проведения освежительных поливов. Например, в 2016 году на участках варианта В4 (назначение освежительных поливов при влажности воздуха менее 70 %) было проведено 25 освежительных поливов, что на 12 поливов меньше, чем в 2015 году (таблица 1). На участках варианта, где в соответствии с принятой схемой эксперимента освежительные поливы назначались при влажности воздуха менее 50 %, в 2016 году потребовалось провести всего 14 освежительных поливов, а до 30 % относительная влажность воздуха за вегетационный период моркови не снижалась.

Исследования показали, что в зависимости от принятого режима проведения освежительных поливов изменяется и потребность в вегетационных поливах, призванных обеспечить оптимальное регулирование влажности почвы. Например в 2015 году в вариантах с поддержанием постоянного, 80 % НВ, порога предполивной влажности почвы в слое 0,3-0,5 м (схема варианта А2) на участках, где освежительные поливы не назначались (контроль, В1) потребовалось проведение 13 вегетационных поливов со средним межполивным интервалом 10 суток. При проведении освежительных поливов со снижением относительной влажности воздуха до 30 % (схема варианта В2) за вегетационный период моркови было проведено 12 вегетационных поливов со средним межполивным интервалом 11 суток. На участках вариантов, где освежительные поливы назначались при относительной влажности воздуха менее 50 % (схема варианта В3) или 70 % (схема варианта В4), для поддержания постоянного, 80 % НВ, предполивного порога влажности почвы в слое 0,3-0,5 м было проведено 11 поливов со средним межполивным интервалом 12 суток.

Таким образом, периодическое смачивание вегетационного покрова и поверхности почвы освежительными поливами снижает динамику корневого потребления почвенной влаги, а также компенсирует затраты воды на физическое испарение. Установленные особенности формирования режима спринклерного орошения моркови сохранились и в 2016 году.

Оросительная норма в опытах учитывала затраты воды как на проведение вегетационных поливов для регулирования водного режима почвы, так и на проведение освежительных поливов. Расчеты показали, что суммарные затраты оросительной воды возрастают при проведении освежительных поливов. Например, в 2015 году суммарные за вегетационный период затраты оросительной воды на участках варианта, где освежительные поливы проводили уже при снижении относительной влажности воздуха до 70 %, составляли 3680-3800 м³/га, что, в среднем, на 140 м³/га больше, чем в вариантах, где проведение освежительных поливов не было предусмотрено. В 2016 году прирост оросительной нормы в этих же вариантах оставил уже 200 м³/га. В то же время полученные данные не позволяют нам говорить о закономерном увеличении оросительной нормы в вариантах, где освежительные поливы проводили при снижении относительной влажности воздуха до 50 % или до 30 %. Например, в том же, 2016 году на контроле (без проведения освежительных поливов) и в вариантах, где было предусмотрено проведение освежительных поливов при снижении относительной влажности воздуха до 30 %, оросительная норма была одинакова, а при проведении освежительных поливов со снижением относительной влажности воздуха до 50 %, - даже снижалась на 20 м³/га.

Анализ полученных данных указывает на тесную связь оросительной нормы с суммарным водопотреблением моркови. В среднем за годы исследований доля оросительной воды в восполнении расходуемой на водопотребление влаги составляла 66,3-69,7 %. Обращает внимание узкий диапазон распределения данных о долевом участии оросительной воды в формировании суммарного водопотребления моркови при спринклерном орошении. Это свидетельствует о слабом влиянии изучаемых факторов на структуру суммарного водопотребления моркови. В то же время, суммарное водопотребление существенно изменялось в зависимости от сочетания поставленных к изучению факторов.

Наименьшим суммарным водопотреблением моркови в опытах характеризовались варианты, где рекомендуемый порог предполивной влажности почвы, 80 % НВ, до фазы образования 2-го листа поддерживали в слое 0,4 м. В среднем за годы исследований суммарное водопотребление здесь изменялось от 5015 м³/га на участках, где освежительные поливы не проводились до 5215 м³/га на участках, где освежительные поливы назначались уже при снижении относительной влажности воздуха до 70 %. Наибольшим суммарным водопотреблением, в среднем, 5365 м³/га, характеризовались посеvy моркови при поддержании заданного порога предполивной влажности почвы, 80 % НВ, в слое 0,3-0,5 м в сочетании с проведением освежительных поливов при снижении относительной влажности почвы до 70 %.

Исследованиями установлено, что применение спринклерного орошения для полива столовой моркови в зоне сухих степей Нижневолжского региона обеспечивает возможность формирования общей урожайности столовых корнеплодов на уровне 77,4-86,2 т/га, что, безусловно, делает рентабельным применение интенсивных агротехнологий (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность столовой моркови при спринклерном орошении

Фактор А (мощность увлажняемо- го горизонта почвы, м)	Фактор В (ре- жим проведе- ния освежи- тельных поли- вов)	Урожайность корнеплодов, все- го, т/га			Доля выхода стандартной продукции, %		
		2015 год	2016 год	Средняя	2015 год	2016 год	Средняя
А1 (0,2-0,5 м)	В1 (контроль)	82,1	83,2	82,7	85,5	86,8	86,2
	В2	84,3	83,2	83,8	87,2	86,8	87,0
	В3	85,0	83,9	84,5	88,7	88,7	88,7
	В4	85,0	84,1	84,6	88,6	87,9	88,3
А2 (0,3-0,5 м)	В1 (контроль)	82,2	84,7	83,5	88,4	90,2	89,3
	В2	84,5	84,7	84,6	91,2	90,2	90,7
	В3	85,2	86,2	85,7	94,1	94,8	94,5
	В4	85,2	86,2	85,7	94,2	94,5	94,4
А3 (0,4-0,5 м)	В1 (контроль)	77,4	81,2	79,3	90,1	90,0	90,1
	В2	79,5	81,2	80,4	93,0	90,0	91,5
	В3	82,0	82,4	82,2	94,4	94,5	94,5
	В4	82,0	82,1	82,1	94,5	94,5	94,5
НСР ₀₅	Фактор А	1,72	1,00				
	Фактор В	1,99	1,15				
Для частных средних		3,45	1,99				

Вариация общей продуктивности достигает 8,8 т/га, однако в еще большей степени изменяется выход продукции стандартного качества. Государственным стандартом [5] регламентируется учет здоровых, чистых, не увядших, не треснувших корнеплодов без повреждений сельскохозяйственными машинами, вредителями, типичной для ботанического вида формы и окраски, с установленными геометрическими размерами. Исследование собранного урожая показало, что значимая доля корнеплодов не соответствует требованиям указанного стандарта из-за растрескивания, изменения формы и других, менее распространенных причин.

Наибольший процент потрескавшихся корнеплодов наблюдался на участках, где порог предполивной влажности почвы (80 % НВ) поддерживали в слое 0,2-0,5 м, а освежительных поливов не проводилось. Доля выхода стандартной продукции на участке этого варианта в годы исследований не превышала 85,5-86,8 %, что снизило товарную продуктивность посева до 70,2-72,2 т/га (таблица 3).

Таблица 3 – Урожайность стандартных корнеплодов моркови

Фактор А (мощность увлажняемо- го горизонта почвы, м)	Фактор В (Режим про- ведения освежитель- ных поливов)	Урожайность стандартной продукции, Y, т/га			ΔY в зависи- мости от мощ- ности увлаж- няемого слоя почвы		ΔY в зависи- мости от ре- жима прове- дения осве- жительных поливов	
		2015 год	2016 год	Сред- няя	т/га	%	т/га	%
А1 (0,2-0,5 м)	В1	70,2	72,2	71,2	-	-	-	-
	В2	73,5	72,2	72,9	-	-	1,6	2,3
	В3	75,4	74,4	74,9	-	-	3,7	5,2
	В4	75,3	73,9	74,6	-	-	3,4	4,8
А2 (0,3-0,5 м)	В1	72,7	76,4	74,6	3,4	4,7	-	-
	В2	77,1	76,4	76,8	3,9	5,4	2,2	3,0
	В3	80,2	81,7	81,0	6,1	8,1	6,4	8,6
	В4	80,3	81,5	80,9	6,3	8,4	6,3	8,5
А3 (0,4-0,5 м)	В1	69,7	73,1	71,4	0,2	0,3	-	-
	В2	73,9	73,1	73,5	0,7	0,9	2,1	2,9
	В3	77,4	77,9	77,7	2,8	3,7	6,3	8,8
	В4	77,5	77,6	77,6	3,0	4,0	6,1	8,6
НСР ₀₅	Фактор А	2,2	1,5					
	Фактор В	2,5	1,8					
Для частных средних		4,4	3,1					

Проведение освежительных поливов обеспечивало повышение выхода доли стандартных корнеплодов, причем наибольший эффект был получен на участках, где такие поливы проводили при снижении относительной влажности воздуха до 50 (вариант В3) или 70 % (вариант В4). Повышение относительной влажности воздуха в среде растений в особенно засушливые периоды увеличивало долю выхода урожая, отвечающего требованиям стандарта качества, на 1,1-5,8 %. Сочетание таких схем применения освежительных поливов с поддержанием заданного 80 % НВ порога предполивной влажности почвы в слое 0,2-0,5 м обеспечило возможность получения до 74,4-75,3 т/га товарного урожая моркови.

Однако наибольших результатов удалось добиться совместным регулированием влажности почвы при заданном, 80 % НВ, предполивном уровне в слое 0,3-0,5 м и относительной влажности воздуха путем проведения освежительных поливов при ее снижении до 70 (вариант В4) или 50 % (вариант В3). Урожайность стандартных корнеплодов моркови на участках этих вариантов достигала 80,2-81,7 т/га, обеспечивая установленный целевой уровень продуктивности этой культуры на мелиорированных (орошаемых) землях.

Проведение вегетационных поливов для поддержания влажности почвы на уровне 80 % НВ в слое 0,4 м – до фазы образования 2-го листа и в слое 0,5 м – в последующие периоды развития моркови оказалось неэффективным. Общая продуктивность моркови при этом снижалась до 77,4-82,4 т/га, а урожайность стандартной продукции – до 69,7-77,9 т/га.

Заключение. Использование стационарных дождевальных систем обеспечивает возможность гибкого регулирования влажности почвы и технологическую реализуемость системного проведения освежительных поливов, позволяющих частично регулировать микроклимат в среде растений. Проведение освежительных поливов обеспечивает временное повышение относительной влажности воздуха в среде растений на 9-25 %, причем в наибольшей степени (с приростом до 22-25 %) относительная влажность воздуха в среде растений возрастала, если освежительные поливы проводились ежедневно. Комплексная оптимизация глубины расчетного слоя почвы при sprinklerном орошении моркови в период от посева до образования 2-го настоящего листа и режима проведения освежительных поливов позволяет повысить как общую продуктивность посевов, так и выход корнеплодов стандартного качества. В совокупности это позволяет сформировать гарантированный урожай стандартных корнеплодов моркови на уровне 80,2-81,7 т/га.

Библиографический список

1. Борисов, В.А. Качество и лежкость овощей [Текст]/ В.А. Борисов, С.С. Литвинов, А.В. Романова. – Москва: ВНИИО, 2003. – 625 с.
2. Бородычев, В.В. Комплексы показателей мониторинга работы дождевальной техники в режиме реального времени [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, Е.Э. Головинов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 3 (39). – С. 33-37.
3. Бородычев, В.В. Геопозиционный синтез мониторинговых данных и возможности их использования в режиме реального времени [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 1. – С. 168-177.
4. Бородычев, В.В. Управление реализацией потенциальной продуктивности моркови [Текст]/ В.В. Бородычев, А.А. Мартынова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 1. – С. 17-23.
5. ГОСТ 1721-85. Морковь столовая свежая заготавливаемая и поставляемая. Технические условия [Текст]. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. – 6 с.
6. Корпоративная база статистических данных FAO. Торговля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://faostat3.fao.org/download/T/TP/E> (дата обращения 09.11.2016).
7. Литвинов, С.С. Научные основы современного овощеводства [Текст]/ С.С. Литвинов. – Москва: ВНИИО, 2008. – 771 с.
8. Овчинников, А.С. Оценка рентабельности производства овощей в Нижнем Поволжье [Текст]/ А.С. Овчинников, О.В. Бочарникова, В.С. Бочарников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2007. – № 1. – С. 49-53.

9. Овчинников, А.С. Влияние способов обработки и водного режима почвы на урожайность моркови при капельном орошении [Текст]/ А.С. Овчинников, С.А. Лисиченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 3 (35). – С. 36-42.

10. Оптимальное управление поливами на основе современных вычислительных алгоритмов [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.С. Овчинников, В.С. Бочарников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 4. – С. 21-27.

11. Санжаровская, М.И. Индустриальная технология выращивания и уборки моркови [Текст]/ М.И. Санжаровская // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2007. – № 3. – С. 787.

12. А.С. Современные технологии ирригационных систем орошения [Текст]/ А.С. Овчинников, М.П. Мещеряков, В.С. Бочарников, О.В. Бочарникова // Проблемы рационального использования природохозяйственных комплексов засушливых территорий: сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – Волгоград: ВолГАУ, 2015. – С. 124-126.

13. Федеральная служба государственной статистики. Центральная база статистических данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst18/DBInet.cgi#1> (дата обращения 01.02.2017)

Reference

1. Borisov, V. A. Kachestvo i lezhkost' ovoshej [Tekst]/ V. A. Borisov, S. S. Litvinov, A. V. Romanova. - Moskva: VNIIO, 2003. - 625 s.

2. Borodychev, V. V. Kompleksy pokazatelej monitoringa raboty dozhdeval'noj tehniki v rezhime real'nogo vremeni [Tekst]/ V. V. Borodychev, M. N. Lytov, E. }. Golovinov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 3 (39). - S. 33-37.

3. Borodychev, V. V. Geopozicionnyj sintez monitoringovyh dannyh i vozmozhnosti ih ispol'zovaniya v rezhime real'nogo vremeni [Tekst]/ V. V. Borodychev, M. N. Lytov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - № 1. - S. 168-177.

4. Borodychev, V. V. Upravlenie realizaciej potencial'noj produktivnosti morkovi [Tekst]/ V. V. Borodychev, A. A. Martynova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2011. - № 1. - S. 17-23.

5. GOST 1721-85. Morkov' stolovaya svezhaya zagotovlyaemaya i postavlyaemaya. Tehnicheskie usloviya [Tekst]. - M.: IPK Izd-vo standartov, 1996. - 6 s.

6. Korporativnaya baza statisticheskikh dannyh FAO. Torgovlya [}lektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://faostat3.fao.org/download/T/TP/E> (data obrascheniya 09.11.2016).

7. Litvinov, S. S. Nauchnye osnovy sovremennogo ovoshevodstva [Tekst]/ S. S. Litvinov. - Moskva: VNIIO, 2008. - 771 s.

8. Ovchinnikov, A. S. Ocenka rentabel'nosti proizvodstva ovoshej v Nizhnem Povolzh'e [Tekst]/ A. S. Ovchinnikov, O. V. Bocharnikova, V. S. Bocharnikov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2007. - № 1. - S. 49-53.

9. Ovchinnikov, A. S. Vliyanie sposobov obrabotki i vodnogo rezhima pochvy na urozhajnost' morkovi pri kapel'nom oroshenii [Tekst]/ A. S. Ovchinnikov, S. A. Lisichenko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - № 3 (35). - S. 36-42.

10. Optimal'noe upravlenie polivami na osnove sovremennyh vychislitel'nyh algoritmov [Tekst]/ V. V. Borodychev, M. N. Lytov, A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 4. - S. 21-27.

11. Sanzharovskaya, M. I. Industrial'naya tehnologiya vyraschivaniya i uborki morkovi [Tekst]/ M. I. Sanzharovskaya // Inzhenerno-tehnicheskoe obespechenie APK. Referativnyj zhurnal. - 2007. - № 3. - S. 787.

12. A. S. Sovremennye tehnologii irrigacionnyh sistem orosheniya [Tekst]/ A. S. Ovchinnikov, M. P. Mescheryakov, V. S. Bocharnikov, O. V. Bocharnikova // Problemy racional'nogo ispol'zovaniya prirodohozyajstvennyh kompleksov zasushlivyh territorij: sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. - Volgograd: VolGAU, 2015. - S. 124-126.

13. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Central'naya baza statisticheskikh dannyh [}lektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst18/DBInet.cgi#1> (data obrascheniya 01.02.2017)

E-mail: volgau@volgau.com

УДК: 633.18:631.67.5

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РИСА НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ ОРОШЕНИИ ДОЖДЕВАНИЕМ

TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF RICE ON DRAINAGE SYSTEMS GENERAL PURPOSE AT A SPRINKLING

В.В. Бородычев, академик РАН,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Э.Б. Дедова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН

Р.М. Шабанов, кандидат сельскохозяйственных наук,

V.V. Borodychev, E.B. Dedova, R.M. Shabanov

*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

Для аридных условий Калмыкии проведены теоретическое обоснование и экспериментальные исследования по целесообразности возделывания риса без создания слоя воды на мелиоративных системах общего назначения. Показана оценка влияния норм высева на рост, развитие и урожайность сортов риса при орошении дождеванием показала, что формирование урожая зерна риса в аридных условиях на бурых полупустынных среднесуглинистых почвах обеспечивается при создании оптимальной структуры посева с нормой высева 5,5-6,0 млн шт./га. Наибольшая урожайность зерна риса 3,97-4,99 т/га формируется на фоне внесения минеральных удобрений в дозах $N_{80-120}P_{60-90}$ кг/га д.в. при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80-85 % НВ. Выявлены закономерности водопотребления и формирования водного режима по фенологическим фазам развития риса при варьировании предполивной влажности и доз минеральных удобрений. Установлено, что при повышении предполивной влажности почвы с 75-80 % НВ до 80-85 % НВ одновременно с ростом урожайности повышается коэффициент водопотребления и увеличиваются производительные затраты оросительной воды. В среднем за годы исследований затраты оросительной воды на формирование тонны зерна риса варьировали от 1176 до 2072 м³/т. Оценка влияния режима орошения в сочетании с применением различных доз минеральных удобрений на продуктивность риса выявила, что урожайность зерна риса при внесении минеральных удобрений в дозах $N_{80-120}P_{60-90}$ кг/га д.в. в варианте с предполивной влажностью почвы на уровне 75-80 % НВ повышается на 0,57-1,32 т/га, в варианте с режимом орошения 80-85 % НВ – на 0,68-1,55 т/га. На естественном фоне при повышении предполивной влажности почвы с 75-80 % НВ до 80-85 % НВ формируется урожайность на уровне 0,45-0,59 т/га, в варианте $N_{80}P_{60}$ кг/га д.в. – 0,61-0,70 т/га и в варианте $N_{120}P_{90}$ кг/га д.в. – 0,69-0,78 т/га.

For the arid conditions of Kalmykia conducted was a theoretical study and experimental research on the feasibility of cultivation of rice without creating a layer of water on the reclamation of general purpose systems. Shown impact assessment seeding rates on growth, development and yield of rice varieties under irrigation showed that the formation of a grain of rice crop in the arid conditions of brown semi-desert and semi-clay soils provided when creating an optimal structure with seeding rate of 5.5-6.0 million. Pieces / ha. The highest yield of rice grain 3,97-4,99 t / ha is formed on the back-

ground of mineral fertilizers in doses $N_{80-120}P_{60-90}$ kg / ha of ai while maintaining the pre-irrigation moisture of the soil at the level of 80-85 % NV. The regularities of the formation of water consumption and water regime on phenological phases of development of rice by varying the pre-irrigation moisture and doses of mineral fertilizers. Established was that with increasing soil moisture before watering from 75-80 % to 80-85 % HB simultaneously with productivity growth increases water consumption rate and increases productivity costs of irrigation water. On average, during the years of research costs of irrigation water on the formation of a ton of rice grains varied from 1176 to 2072 m^3 / t. Assessing the impact of irrigation regime in combination with different doses of mineral fertilizers on the productivity of rice revealed that the yield of rice grains during the application of mineral fertilizers in doses $N_{80-120}P_{60-90}$ kg / ha of ai in the variant with pre-irrigation moisture of the soil at the level of 75-80 % NV increased by 0,57-1,32 t / ha, in the version with the irrigation regime of 80-85% of the HB – to 0,68-1,55 t / ha. On a natural background before watering with increasing soil moisture from 75-80 % to 80-85 % HB formed yields at 0,45-0,59 t / ha, in the embodiment of $N_{80}P_{60}$ kg / ha – 0,61-0,70 t / ha in the embodiment $N_{120}P_{90}$ kg / ha – 0,69-0,78 t / ha.

Ключевые слова: рис, сорт, почва, дождевание, режим орошения, удобрения, норма высева, предполивная влажность, урожайность.

Key words: rice, variety, soil, irrigation, watering mode, fertilizer, seed rate, pre-irrigation moisture, yield.

Введение. В условиях обостряющегося дефицита водных ресурсов современные технологии возделывания риса в различных природно-климатических условиях направлены на водосберегающие приемы его выращивания. Территория Республики Калмыкия является самой северной зоной российского промышленного рисосеяния, где посевные площади риса составляли более 8 тыс. га. В настоящий период наблюдается тенденция снижения не только площади посевов, но и урожайности риса. Постоянные трудности, связанные с дефицитом финансовых средств на оплату электроэнергии, затрачиваемых на механический подъем воды из р. Волга, вызывает уменьшение объемов подаваемой воды, что сказывается на производстве растениеводческой продукции. Для обеспечения всех нужд агропромышленного комплекса Калмыкии потребность в воде, только в зоне деятельности Сарпинской обводнительно-оросительной системы составляет 260 млн m^3 в год. В связи с этим, необходимо разрабатывать новые водосберегающие технологии орошения риса, позволяющие увеличить валовый сбор риса-сырца при существенной экономии водных ресурсов. По данным многих исследователей [14, 3, 4, 13, 11, 7, 9, 12], транспирационный коэффициент риса в районах рисосеяния европейской части России составляет 450...550 m^3 /т, а в районах центральной Азии и Закавказье – 550...680 m^3 /т.

Анализ научных публикаций [1, 2, 3, 4, 5, 13, 6, 8, 10, 9, 12, 15], посвященных вопросам технологических приемов возделывания незатопляемого риса, включающие подбор и разработку сортов, способов и режимов орошения, водопотребления и минерального питания в экосистемах аридных зон позволил обосновать возможность возделывания риса при периодических поливах дождеванием.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования по агроэкологическому испытанию различных сортов и разработке технологии возделывания риса при поливе дождеванием проводились в 2009-2012 гг. на орошаемом участке СПК ПЗ «Первомайский» Черноземельского района Республики Калмыкия, расположенном в зоне действия Черноземельской обводнительно-оросительной системы. Почвы опытного участка – бурые полупустынные легко и среднесуглинистые, характеризуются щелочной реакцией среды ($pH = 7,3-8,0$); плотностью сложения почвы, увеличивающейся в метровом слое с глубиной от 1,28 до 1,49 t/m^3 ; низким содержанием гумуса (в слое 0-0,4 м)

– 1,07-1,33 %; средним содержанием щелочногидролизуемого азота – 56-70 мг/кг и подвижного фосфора – 26-58 мг/кг, а также средним и повышенным содержанием обменного калия (275-501 мг/кг). Ёмкость катионного обмена почв низкая и составляет 6,0-11,4 мг-экв на 100 г почвы. Содержание воднорастворимых солей в слое почвы 0-0,4 м варьирует от 0,120 до 0,186 %. Степень засоления нижележащих слоев почвы слабая и средняя (0,209-0,537 %). Опытный участок расположен на расстоянии 700-1000 м от коллектора-оросителя, при этом уровень залегания грунтовых вод составлял 4,2-5,4 м.

Метеорологические показатели в вегетационные периоды развития риса характеризовались следующим образом: наибольшая величина дефицита испаряемости отмечена в 2010 году – 1008,6 мм, что на 367,9 мм больше среднемноголетних значений. В 2012 г. и 2011 г. этот показатель был на уровне среднемноголетних значений – 874,4 мм и 759,9 мм соответственно. Наиболее благоприятным по метеорологическим условиям стал вегетационный период 2009 г., когда дефицит испаряемости на 131,1 мм (т.е. на 20,5 %) был ниже среднемноголетней величины. По теплообеспеченности самыми теплыми оказались 2010 и 2012 годы: $\sum t \geq 15^{\circ}\text{C}$ составила, соответственно, 3465 $^{\circ}\text{C}$ и 3705 $^{\circ}\text{C}$; 2009 и 2011 годы были средними: $\sum t \geq 15^{\circ}\text{C}$ – соответственно 2980 $^{\circ}\text{C}$ и 3188 $^{\circ}\text{C}$ (при этом среднемноголетняя $\sum t \geq 15^{\circ}\text{C}$ воздуха составляла 3069 $^{\circ}\text{C}$).

В годы проведения экспериментальных исследований были заложены два полевых опыта методом организованных повторений: по оценке влияния норм высева на рост, развитие и урожайность сортов риса при орошении дождеванием; по оценке влияния режима орошения в сочетании с применением различных доз минеральных удобрений на продуктивность риса. Варианты в опытах размещали стандартным способом в четырехкратной повторности. Исследования проводили по двум сортам риса Кубань-3 (St) и Фишт. Норма высева включала четыре варианта – 5,0, 5,5, 6,0 и 6,5 млн шт./га. Полив проводили дождеванием при поддержании предполивной влажности почвы не ниже 75-80 % НВ и 80-85 % НВ. Семена риса высевались рядовым способом.

Результаты и обсуждение. При отработке адаптивной технологии установлено, что создание оптимальной густоты продуктивного стеблестоя является одним из резервов повышения урожайности риса в аридных условиях. Так, в период полных всходов число растений риса по вариантам опыта составляло 243-305 шт./м². Наибольшие коэффициенты продуктивной кустистости отмечены: у сорта Фишт – 1,38 при норме высева 6,0 млн шт./га, у сорта Кубань-3 – 1,36 при норме высева 5,5 млн шт./га. Урожайность сельскохозяйственных растений определяется, прежде всего, размерами и продуктивностью работы фотосинтетического аппарата. По данным П.И. Костылева [10], для формирования высоких урожаев риса (5,0-7,0 т/га) чистая продуктивность фотосинтеза должна составлять 5-7 г/м² в сутки при оптимальной густоте стояния и индексе листовой поверхности. В наших исследованиях чистая продуктивность фотосинтеза варьировала по вариантам опыта от 3,23 до 3,72 г/м². При этом необходимо отметить, что наибольшая величина чистой продуктивности фотосинтеза получена у сорта Фишт в варианте с нормой высева 6,0 млн шт./га.

Урожайность зерна риса также зависела от метеорологических условий года, норм высева и сорта растений. Наибольшая урожайность риса при поливе дождеванием была получена в 2009 году, которая по вариантам опыта варьировала от 2,62 до 3,48 т/га. При исследовании влияния норм высева на урожайность наилучшие результаты получены в вариантах опыта с нормой высева 5,5 млн шт./га – у сорта Кубань-3, и 6,0 млн шт./га у сорта Фишт. В этих опытах урожайность зерна риса в среднем за годы составила: у сорта Кубань-3 – 3,21 т/га, у сорта Фишт – 3,31 т/га. Снижение нормы высева на 0,5 млн шт./га у сорта Кубань-3, по сравнению с вариантом 5,5 млн шт./га, приводило к уменьшению уро-

жайности на 0,63 т/га. Такая же тенденция снижения урожайности наблюдалась и при увеличении нормы высева на 0,5 и 1,0 млн шт./га, по сравнению с лучшим вариантом высева, – на 0,09 и 0,52 т/га соответственно. У сорта Фишт с увеличением норм высева от 6,0 млн шт./га до 6,5 млн шт./га происходит снижение урожайности зерна риса на 0,11 т/га. Снижение норм высева от 6,0 млн шт./га до 5,5 и 5,0 млн шт./га способствовало уменьшению урожайности зерна на 0,16 и 0,37 т/га, соответственно.

Наблюдения за динамикой линейного роста показали, что наиболее высокие растения риса отмечены в вариантах с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{90}$ кг/га д.в.: у сорта Кубань-3 – 70,74-75,20 см, у сорта Фишт – 66,97-70,38 см. Увеличение предполивной влажности почвы при периодических поливах дождеванием с 75-80 % НВ до 80-85 % НВ способствовало росту фотосинтетического потенциала у сорта Кубань-3 на 10,5-23,10 тыс. m^2 дней/га, у сорта Фишт – на 23,10-25,20 тыс. m^2 дней/га. Установлена линейная регрессионная зависимость урожайности зерна от величины фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности растений риса с коэффициентом корреляции соответственно 0,98 и 0,99. В результате комплексного действия изучаемых факторов наибольшая продуктивность отмечена у сорта Фишт в варианте поддержания предполивной влажности почвы на уровне 80-85% НВ и при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{90}$ кг/га д.в., что составило 4,88-5,10 т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность зерна риса в зависимости от изучаемых факторов, т/га

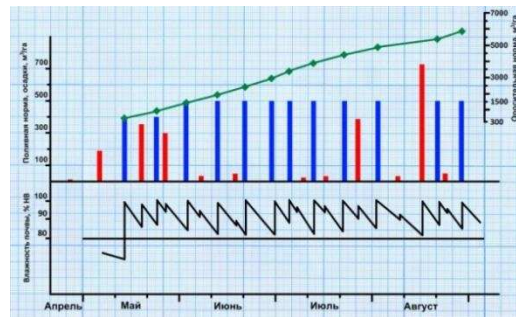
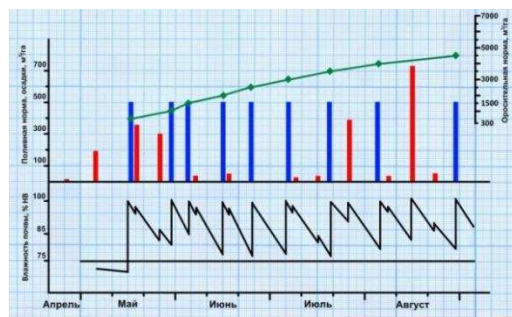
Сорт: фактор А	Дозы мине- ральных удобрений кг д.в./га: фактор В	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Средняя уро- жайность, т/га
Поддержание влажности почвы на уровне 75...80 % НВ						
Кубань-3 (st)	без удобрений	2,65±0,07	2,52±0,05	2,58±0,05	2,59±0,05	2,58±0,03
	$N_{80}P_{60}$	3,42±0,06	3,22±0,06	3,30±0,05	3,37±0,04	3,33±0,04
	$N_{120}P_{90}$	4,02±0,06	3,77±0,06	3,89±0,07	3,94±0,03	3,90±0,05
Фишт	без удобрений	3,05±0,05	2,81±0,03	2,94±0,09	2,98±0,06	2,94±0,05
	$N_{80}P_{60}$	3,54±0,07	3,37±0,04	3,68±0,06	3,46±0,02	3,51±0,07
	$N_{120}P_{90}$	4,27±0,07	4,13±0,07	4,23±0,06	4,25±0,03	4,22±0,03
Поддержание влажности почвы на уровне 80...85 % НВ						
Кубань-3 (st)	без удобрений	3,18±0,05	3,06±0,04	3,12±0,08	3,16±0,05	3,13±0,03
	$N_{80}P_{60}$	4,09±0,06	3,85±0,07	3,95±0,08	3,99±0,07	3,97±0,05
	$N_{120}P_{90}$	4,82±0,09	4,51±0,05	4,64±0,04	4,74±0,03	4,68±0,07
Фишт	без удобрений	3,64±0,06	3,39±0,03	3,39±0,06	3,52±0,04	3,48±0,06
	$N_{80}P_{60}$	4,24±0,11	4,03±0,04	4,17±0,06	4,21±0,07	4,16±0,05
	$N_{120}P_{90}$	5,10±0,07	4,88±0,08	4,96±0,04	5,03±0,06	4,99±0,05
НСР ₀₅ фактора А		0,08	0,06	0,07	0,06	0,05
НСР ₀₅ фактора В		0,10	0,07	0,09	0,07	0,08
НСР ₀₅ факторов АВ		0,20	0,14	0,18	0,14	0,15

В полевых экспериментах организация поливов и величина поливных норм обеспечивали увлажнение расчётного слоя почвы 0-0,7 м до величины водоудерживающей способности. При назначении первого полива учитывали запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-0,7 м на период посева. Наибольшие запасы отмечены в 2010 году – 1205 мм, наименьшие – в 2011 году – 957 мм (рисунок 1).

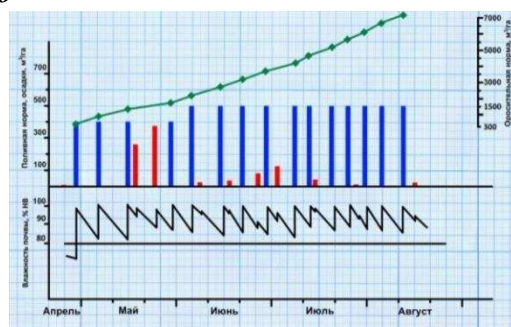
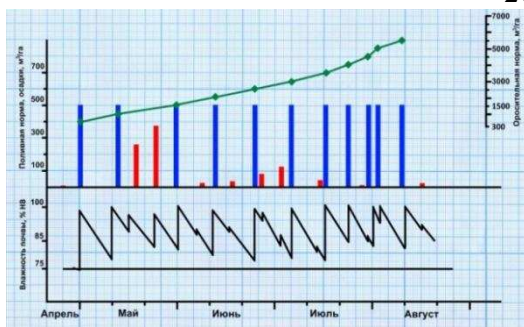
Предполивная влажность почвы
75...80 % НВ

Предполивная влажность почвы
80...85 % НВ

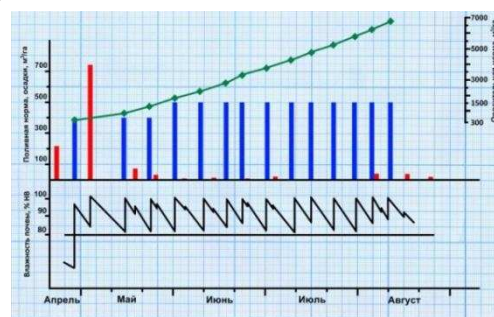
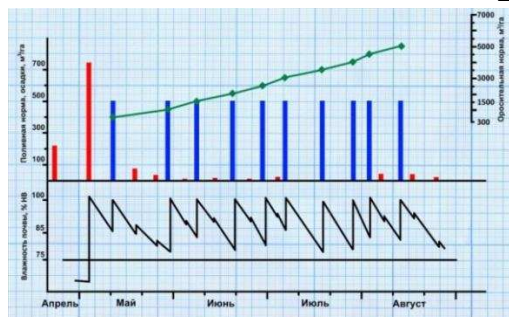
2009 год



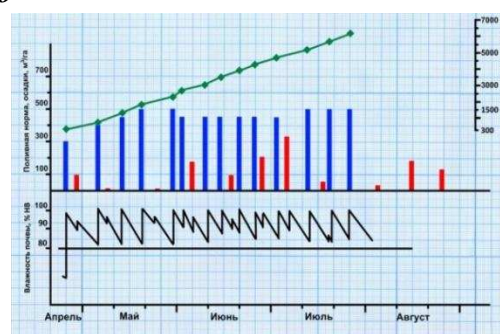
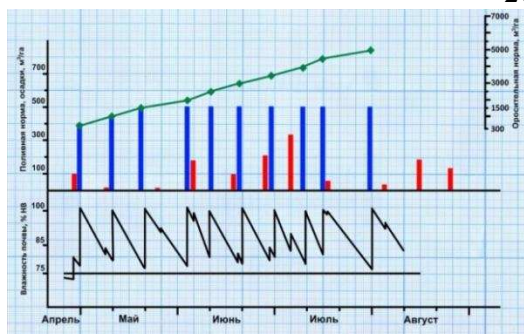
2010 год



2011 год



2012 год



■ поливная норма, м³/га; ◆ оросительная норма, м³/га; ■ осадки, м³/га; — влажность почвы, % НВ

Рисунок 1 – Режим орошения риса и динамика влажности почвы по годам исследований

Наиболее благоприятным для растений риса был 2009 г, при этом дефицит испаряемости за вегетационный период на 20,5 % был ниже среднемноголетней величины. В 2009 году в варианте с режимом орошения 75-80 % НВ потребовалось 9 вегетацион-

ных поливов с нормой $500 \text{ м}^3/\text{га}$, при этом оросительная норма составила $4500 \text{ м}^3/\text{га}$. При поддержании предполивной влажности на уровне 80-85 % НВ – 12 вегетационных поливов с оросительной нормой $5800 \text{ м}^3/\text{га}$.

При этом в период «посев-всходы» в варианте с предполивной влажностью 75-80 % НВ был проведен один полив нормой $500 \text{ м}^3/\text{га}$, в то время как в варианте обеспечения влажности почв 80-85 % НВ за тот же межфазный период было проведено два полива общей нормой $800 \text{ м}^3/\text{га}$.

Наибольшая потребность растений во влаге отмечена в период прохождения фенологических фаз развития «кущение-выметывание». Так в варианте 75-80 % НВ необходимо было осуществить три полива при оросительной норме $1500 \text{ м}^3/\text{га}$, а в варианте 80-85 % НВ – четыре полива, обеспечивающих оросительную норму $2000 \text{ м}^3/\text{га}$.

В связи с напряженными метеорологическими условиями 2010 г., в варианте с режимом орошения 75-80 % НВ за весь период вегетации было проведено 11 поливов с оросительной нормой $5500 \text{ м}^3/\text{га}$. При поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80-85 % НВ потребовалось проведение 15 поливов с общей нормой $7100 \text{ м}^3/\text{га}$.

В процессе проведения опытов исследована структура суммарного водопотребления риса, зависящая от таких факторов, как влажность почвы, метеорологические показатели вегетационного периода, физиология культуры и агротехнические приемы возделывания. Результаты проведенных исследований показали, что в вариантах с предполивной влажностью почвы 75-80 % НВ и 80-85 % НВ наибольшая доля в структуре суммарного водопотребления за период вегетации риса приходится на оросительные воды и составляет 65,1-84,3 %. Атмосферные осадки за 2009-2012 гг. составили от 11,4 до 29,8 % от общего суммарного водопотребления (наибольшее потребление было отмечено в 2009 году и составило по вариантам опыта 25,2-29,8 %). Объем почвенной влаги, использованной растениями риса в процессе роста, развития и созревания, по годам исследований составил от 3,9 до 8,0 % от суммарного водопотребления.

Рассматривая особенности водопотребления риса по межфазным периодам, необходимо отметить, что в 2011 г в варианте 75-80 % НВ в начальный период «посев – всходы» растения преимущественно использовали атмосферные осадки – до 80,1 % от суммарного водопотребления. В 2010 г в период развития «посев – всходы» большая часть водопотребления растений (78,9-88,2 %) компенсировалась оросительными водами, значительно меньшая – почвенной влагой. В период развития растений «всходы – кущение» по годам исследований в варианте 75-80 % НВ доля атмосферных осадков в структуре суммарного водопотребления колебалась от 1,1 % в 2012 г., до 35,8 % в 2010 году. В варианте 80-85 % НВ в 2012 г. за этот же межфазный период развития на долю атмосферной влаги приходилось всего 0,8 %.

За межфазные периоды развития растений риса «кущение – выметывание» и «выметывание – полная спелость» по всем вариантам опыта потребление влаги растениями риса осуществлялось в основном за счет оросительных вод, доля которых составила 48,8-94,6 % от суммарного водопотребления.

Выявлено, что при оптимальном сочетании регулируемых факторов (орошение и внесение удобрений) на посевах риса при дождевании происходит заметное снижение коэффициентов водопотребления. В среднем за годы проведения исследований показатель затрат оросительной воды варьировал от 1176 до $2072 \text{ м}^3/\text{т}$. При этом наименьший удельный расход оросительной воды был в варианте с дозой внесения минеральных удобрений $\text{N}_{120}\text{P}_{90} \text{ кг/га д.в.}$ и режимом орошения 80-85 % НВ, который составил у сорта Кубань-3 – $1272\text{-}1386 \text{ м}^3/\text{т}$, у сорта Фишт – $1176\text{-}1300 \text{ м}^3/\text{т}$, приведенные показатели на 33-35 % и 30-32 % ниже, чем в контрольном варианте. При внесении минеральных

удобрений в дозе $N_{120}P_{90}$ кг/га д.в. и поддержании предполивной влажности почвы на уровне 75-80 % НВ коэффициент водопотребления был более низким у сорта Фишт – 1533-1691 м³/т, у сорта Кубань-3 – 1654-1852 м³/т.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования позволили разработать технологию возделывания риса при поливе дождеванием для аридных условий Калмыкии, которая позволяет возделывать культуру без создания слоя воды на мелиоративных системах общего назначения в полевых орошаемых севооборотах на основе подбора адаптированных сортов, регулирования питательного и водного режимов и обеспечивающая получение 3,5-4,5 т/га зерна.

Агротехнические особенности возделывания риса при орошении дождеванием имеют следующие особенности: лучшим предшественником является пласт люцерны; обработку почвы начинают осенью (в третьей декаде сентября) боронами БДТ-7 в два следа на глубину 8-10 см; в период наступления физической спелости почвы необходимо ранневесеннее боронование боронами – БЗТС – 1,0; за 10 дней до посева проводят обработку гербицидом сплошного действия «Торнадо 500» дозой 1,5-3,0 л/га (расход рабочей жидкости составляет 100-200 л/га); посев проводится, когда верхний слой почвы прогреется до 12-14 °С. Норма высева должна составлять 4-6 млн шт./га (180-200 кг/га) при глубине заделки семян 5-7 см. Семена риса высевают в III декаду апреля – I декаду мая, с одновременным внесением азотных удобрений N_{40} кг/га д.в. После посева необходимо проводить прикатывание гладкими водоналивными катками, что позволяет снизить потери влаги, обеспечивает лучший контакт семян с почвой и способствует увеличению подтока влаги из нижних горизонтов.

Режим орошения посевов риса зависит от влагообеспеченности года. Поливы проводятся дождевальной машиной ДКШ-64 «Волжанка». Во влажный год для поддержания предполивной влажности почвы на уровне 75-80 % НВ достаточно провести 9 вегетационных поливов с поливной нормой 500 и оросительной нормой 4500 м³/га. Для обеспечения предполивной влажности почвы на уровне 80-85 % НВ оросительная норма составляет 5800 м³/га, при этом число поливов увеличивается до 12. В сухие по влагообеспеченности годы необходимо 10-11 поливов с оросительной нормой 4850-5500 м³/га в варианте с предполивной влажностью 75-80 % НВ и 14-15 поливов с оросительной нормой 6350-7100 м³/га – 80-85 % НВ. Уход за посевами включает: первую подкормку – по всходам аммиачной селитрой в дозе N_{15} кг/га д.в., вторую подкормку – в фазу кушения (дозой N_{25} кг/га д.в.) комбинированным способом одновременно с обработкой посевов гербицидом «Базагран, 40 %» (200-600 л/га). Уборку проводят прямым комбайнированием.

Выполнено экономическое и агроэнергетическое обоснование технологии возделывания риса при орошении дождеванием в пустынно-полупустынной зоне на бурых полупустынных почвах Республики Калмыкия. Результаты экономической оценки показали, что наибольшая величина накопленного денежного притока получена в варианте с режимом орошения 80-85 % НВ при внесении $N_{120}P_{90}$ кг/га д.в. у сорта Кубань-3 – 37,44 тыс. рублей/га, у сорта Фишт – 39,92 тыс. рублей/га, что на 6,16-6,24 тыс. рублей/га больше, чем в варианте поддержания предполивной влажности почвы на уровне 75...80 % НВ. Наибольший показатель индекса доходности затрат 2,22-2,35 получен при поливе 80-85 % НВ и $N_{120}P_{90}$ кг/га д.в.

При агроэнергетической оценке эффективности предложенных приемов возделывания риса установлено, что оптимальное сочетание регулируемых факторов способствует увеличению продуктивности, при которых энергозатраты возрастают на 2,50-3,24 ГДж/га по отношению к контрольному варианту (таблица 2).

При этом наибольшие энергетические затраты приходятся на проведение вегетационных поливов – 17,63-20,75 %, а также на внесение минеральных удобрений – 20,39-23,51 %. Наибольшее количество энергии, накапливаемой с урожаем, было отмечено в вариантах внесения минеральных удобрений в дозах $N_{120}P_{90}$ кг/га д.в. при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80-85 % НВ - 72,54-77,35 ГДж/га, при этом биоэнергетический коэффициент составил 2,40-2,50, с энергетической рентабельностью 140-150 %. Таким образом, агроэнергетическая оценка подтвердила выводы об экономической эффективности возделывания риса при дождевании в условиях аридной зоны Калмыкии.

Таблица 2 – Энергетическая оценка эффективности возделывания риса при орошении дождеванием

Режим орошения, % НВ	Дозы удобрений, кг д.в./га	Урожайность, т/га	Затрачено энергии, ГДж/га	Получено энергии с урожаем, ГДж/га	Биоэнергетический коэффициент	Энергетическая рентабельность, %
<i>сорт Кубань-3</i>						
75...80	без удобрений	2,58	24,16	39,99	1,66	66
	$N_{80}P_{60}$	3,33	25,86	51,62	2,00	100
	$N_{120}P_{90}$	3,90	26,95	60,45	2,24	124
80...85	без удобрений	3,13	26,69	48,52	1,82	82
	$N_{80}P_{60}$	3,97	30,11	61,54	2,04	104
	$N_{120}P_{90}$	4,68	30,19	72,54	2,40	140
<i>сорт Фишт</i>						
75...80	без удобрений	2,94	24,98	45,57	1,82	82
	$N_{80}P_{60}$	3,51	26,26	54,41	2,07	107
	$N_{120}P_{90}$	4,22	27,87	65,41	2,35	135
80...85	без удобрений	3,48	27,48	53,94	1,96	96
	$N_{80}P_{60}$	4,16	29,01	64,48	2,22	122
	$N_{120}P_{90}$	4,99	30,89	77,35	2,50	150

Заключение. Оценка влияния норм высева на рост, развитие и урожайность сортов риса при орошении дождеванием показала, что формирование урожая зерна риса в аридных условиях на бурых полупустынных среднесуглинистых почвах обеспечивается при создании оптимальной структуры посева с нормой высева 5,5-6,0 млн шт/га. Наибольшая продуктивность риса 3,97-4,99 т/га зерна получена при внесении минеральных удобрений в дозах $N_{80-120}P_{60-90}$ кг/га д.в. при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80-85 % НВ. Установлено, что для обеспечения рационального режима орошения риса при дождевании необходим строгий учет динамики напряженности метеорологических условий. Так, во влажный год для поддержания предполивной влажности почвы на уровне 75-80 % НВ достаточно провести 9 вегетационных поливов при оросительной норме 4500 м³/га, для поддержания 80-85 % НВ – 12 вегетационных поливов, при оросительной норме 5800 м³/га. В годы по обеспеченности влагой на уровне 75 % в варианте с режимом орошения 75-80 % НВ рекомендуется проведение 10-11 вегетационных поливов, нормой 4850-5500 м³/га, а при поддержании влажности почв на уровне 80-85 % НВ – 14-15 поливов с оросительной нормой 6350-7100 м³/га. В результате проведенных исследований разработана технология возделывания риса при поливе дождеванием, позволяющая осуществлять возделывание культуры на мелиоративных системах общего назначения в полевых орошаемых севооборотах аридной зоны.

Библиографический список

1. Величко, Е.Б. Полив риса без затопления [Текст] / Е.Б. Величко, К.П. Шумакова - М.: Колос, 1972. – 88 с.

2. Витте, П.А. Материалы к вопросу рисосеяния на Северном Кавказе [Текст] / П.А. Витте – Новочеркасск, 1930. – 101 с.
3. Дедова, Э.Б. Режим орошения и продуктивность маловодопотребного риса в условиях пустынной зоны Калмыкии [Текст] / Э.Б. Дедова, С.Л. Белопухов, Р.М. Шабанов // Бутлеровские сообщения – 2013. – Т 33. – №2. – С. 41-47.
4. Дедова, Э.Б. Возделывание риса при орошении дождеванием в условиях пустынной зоны Калмыкии [Текст] / Э.Б. Дедова, Р.М. Шабанов // Плодородие. – 2011. – № 6. – С. 32-33.
5. Джулай, А.П. Возделывание риса без затопления [Текст] / А.П. Джулай. – М.: Сельхозгиз, 1953. – 104 с.
6. Жезмер, В.Б. Опыт возделывания маловодопотребного риса в Калмыкии [Текст] / В.Г. Жезмер, М.А. Ганиев // Экологические основы орошаемого земледелия. – М.: ВНИИГиМ, 1995. – С. 123-127.
7. Костылев, П.И. Северный рис [Текст] / П.И. Костылев, А.А. Парфенюк, В.И. Степовой - Ростов-на-Дону: ЗАО «Книга», 2004. – 576 с.
8. Косарев, Н.И. Суходольные сорта риса для Воронежской области [Текст] / Н.И. Косарев – Воронеж: С.-х. изд.-во, 1955. – 3 с.
9. Любушкин, С.Н. Режим орошения и дозы внесения удобрений на посевах риса с периодическими поливами в Сарпинской низменности. [Текст] : дисс. ... канд. с.-х. наук / С.Н. Любушкин. – Волгоград, 2010. – 222 с.
10. Ляховкин, А.Г. Рис. Мировое производство и генофонд [Текст] / А.Г. Ляховкин - СПб.: «ПРОФИ-ИНФОРМ», 2005. – 288 с.
11. Новая технология орошения риса [Текст] / И.П. Кружилин, В.В. Мелихов, М.А. Ганиев, А.Г. Болотин // Научные основы эффективного использования орошаемых земель аридных территорий России: сб. науч. трудов. - Волгоград: ВНИИОЗ, 2007. – С. 37-44.
12. Оспанбаев, Ж. Некоторые результаты исследований по капельному орошению риса в Казахстане [Текст] / Ж. Оспанбаев // Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Кызылорда, 2012. – С. 351-353.
13. Продуктивность суходольного риса при капельном орошении [Текст] / Н.Н. Дубенок, И.П. Кружилин, Н.М. Абду, М.А. Ганиев, К.А. Родин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 6. – С. 92-100.
14. Состояние и перспективы развития рисового комплекса Калмыкии [Текст] / В.В. Бородычев, А.В. Шуравилин, Э.Б. Дедова, Е.Н. Очирова // Агро XXI. – 2012. – №4-6. – С. 32-35.
15. Скворцов, С.С. Физиология поливного и суходольного риса [Текст] / С.С. Скворцов // Труды Азербайджанского Отделения Закавказского филиала АН СССР, сек. Ботаники. – Баку, 1934. – №3. – С. 70-74.

Reference

1. Velichko, E. B. Poliv risa bez zatopleniya [Tekst] / E. B. Velichko, K. P. Shumakova - M.: Kolos, 1972. - 88 s.
2. Vitte, P. A. Materialy k voprosu risoseyaniya na Severnom Kavkaze [Tekst] / P. A. Vitte - Novocherkassk, 1930. - 101 s.
3. Dedova, E. B. Rezhim orosheniya i produktivnost' malovodopotrebnogo risa v usloviyah pustynnoj zony Kalmykii [Tekst] / E. B. Dedova, S. L. Belopuhov, R. M. Shabanov // Butlerovskie soobscheniya - 2013. -T 33. - №2. - S. 41-47.
4. Dedova, E. B. Vozdelyvanie risa pri oroshenii dozhddevaniem v usloviyah pustynnoj zony Kalmykii [Tekst] / E. B. Dedova, R. M. Shabanov //Plodorodie. - 2011. - № 6. - S. 32-33.
5. Dzhulaj, A. P. Vozdelyvanie risa bez zatopleniya [Tekst] /A. P. Dzhulaj. - M.: Sel'hozgiz, 1953. - 104 s.
6. Zhezmer, V. B. Opyt vzdelyvaniya malovodopotrebnogo risa v Kalmykii [Tekst] / V. G. Zhezmer, M. A. Ganiev // }kologicheskie osnovy oroshaemogo zemledeliya. - M.: VNIIGiM, 1995. - S. 123-127.

7. Kostylev, P. I. Severnyj ris [Tekst] / P. I. Kostylev, A. A. Parfenyuk, V. I. Stepovoj - Rostov-na-Donu: ZAO "Kniga", 2004. - 576 s.
8. Kosarev, N. I. Suhodol'nye sorta risa dlya Voronezhskoj oblasti [Tekst] / N. I. Kosarev - Voronezh: S. - h. izd. - vo, 1955. - 3 s.
9. Lyubushkin, S. N. Rezhim orosheniya i dozy vneseniya udobrenij na posevah risa s periodicheskimi polivami v Sarpinskoj nizmennosti. [Tekst] : diss. ... kand. s. - h. nauk / S. N. Lyubushkin. - Volgograd, 2010. - 222 s.
10. Lyahovkin, A. G. Ris. Mirovye proizvodstvo i genofond [Tekst] / A. G. Lyahovkin - SPb.: "PROFI-INFORM", 2005. - 288 s.
11. Novaya tehnologiya orosheniya risa [Tekst] / I. P. Kruzhilin, V. V. Melihov, M. A. Ganiev, A. G. Bolotin // Nauchnye osnovy jffektivnogo ispol'zovaniya oroshaemyh zemel' aridnyh territorij Rossii: sb. nauch, trudov. - Volgograd: VNIIOZ, 2007. - S. 37-44.
12. Ospanbaev, Zh. Nekotorye rezul'taty issledovanij po kapel'nomu orosheniyu risa v Kazahstane [Tekst] / Zh. Ospanbaev // Nauchno-innovacionnye osnovy razvitiya risovodstva v Kazahstane i stranah zarubezh'ya: materialy Mezhdunar. nauch. -- prakt. konf. - Kyzylorda, 2012. - S. 351-353.
13. Produktivnost' suhodol'nogo risa pri kapel'nom oroshenii [Tekst] / N. N. Dubenok, I. P. Kruzhilin, N. M. Abdu, M. A. Ganiev, K. A. Rodin // Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2015. - № 6. - S. 92-100.
14. Sostoyanie i perspektivy razvitiya risovogo kompleksa Kalmykii [Tekst]/ V. V. Borodychev, A. V. Shuravilin, } . B. Dedova, E. N. Ochirova // Agro XXI. - 2012. - №4-6. - S. 32-35.
15. Skvorcov, S. S. Fiziologiya polivnogo i suhodol'nogo risa [Tekst]/ S. S. Skvorcov // Trudy Azerbajdzhanskogo Otdeleniya Zakavkazskogo filiala AN SSSR, sek. Botaniki. - Baku, 1934. - №3. - S. 70-74.

E-mail: kf_vniigim@mail.ru

УДК 633.2.039

**НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УЛУЧШЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПАСТБИЩ –
ПУТЬ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ ОВЦЕВОДСТВА
В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**NEW TECHNOLOGY IMPROVED NATURAL PASTURES - WAY
TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT SHEEP BREEDING
IN THE ASTRAKHAN REGION**

В. П. Зволинский, академик РАН

Г.К. Булахтина, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник

Н.И. Кудряшова, младший научный сотрудник

V.P. Zvolinsky, G.K. Bulahtina, N.I. Kudryashova

*Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия,
Астраханская область, Черноярский район, с. Соленое Займище*

*FGBNU «Caspian scientific research institute of arid agriculture», Astrakhan region,
Chernoyarka district, village Salt Zaymische*

Статья посвящена проблеме обеспечения развития пастбищного животноводства полноценными кормами, в связи с тем, что наблюдается стабильное снижение доли баранины и козлятины в общем производстве мяса в России. При этом пастбища Астраханской области составляют примерно половину всей ее территории, а по поголовью овец и коз регион занимает четвертое место в России – 1,5 млн голов. Однако обеспеченность животных, пасущихся на природных пастбищах, полноценными кормами очень низка, она составляет в среднем от 10 до 41 %. Целью исследования является разработка эффективной технологии выращивания на аридных пастбищах высокопитательных кормовых растений. Для получения полноценных качественных пастбищных кормов использовались следующие виды растений: терескен серый,

прутняк простертый, камфоросма Лессинга в соотношении 1 : 4 : 3 – и в междурядья высеяна смесь семян житняка пустынного, пырея удлиненного и мятлика луковичного. Разработка технологии проводилась на естественных пастбищах племенного репродуктора по разведению овец эдильбаевской породы ООО «Крестьянское хозяйство «БагМас» Астраханской области Черноярского района, на площади 150 га. Исследования и статистическая обработка экспериментальных данных проводились согласно методикам ВНИИ кормов, Доспехова Б.А. и др. По результатам исследования было выявлено, что многовидовые пастбищные агрофитоценозы на третий год вегетации превосходили естественные пастбищные корма не только по валовой продукции фитомассы в 10,5 раз, но и по ее питательной ценности (кормовым единицам и переваримому протеину) в 13,5, а также по обменной энергии в 11,7 раза. Проведенная апробация пастбищного корма показала, что поголовье овцематок, откормленное на новом пастбище, почти на месяц раньше, чем такая же группа на естественных кормах, было готово к осеменению, без прохолостов было осеменено за 4 дня, и в повторную охоту не пришла ни одна голова.

The article is devoted to ensuring the development of grazing complete feed, due to the fact that there is a steady decline in the proportion of sheep and goat meat in the total meat production in Russia. At the same pasture Astrakhan region make up about half of its entire territory, and on the number of sheep and goats, the region ranks fourth in Russia - 1.5 ml. species. However, the provision of animals grazing on natural pastures, complete feed is very low, it is an average of 10 to 41 %. The aim of this study is to develop an effective technology of cultivation on arid rangelands highly nutritious forage plants. For full quality pasture feed, the following plant species: eurotia gray, prostrate prostrate summer cypress, kamforosma Lessing in a ratio of 1: 4: 3 and in the aisles sown seed mix of desert wheatgrass, wheatgrass and elongated bulbous bluegrass. Development of the technology was conducted in natural pasture breeding reproducer of Edilbaev breed sheep of "Farm" BagMas "Astrakhan region, Chernojarsky district, an area of 150 hectares. Research and statistical processing of the experimental data were carried out according to the Research Institute of forages techniques of B.A. Dospheov and others. The study found that multi-species grazing agro-phyto-cenosis in the third year of vegetation superior natural pasture feed not only on the biomass of the gross production of 10.5 times, but also for its nutritional value (feed units and digestible protein) 13.5 , as well as metabolizable energy of 11.7 times. Carried out testing of pasture forage showed that the population of ewes that are fed on a new pasture, almost a month before the same group on natural feed, was ready for insemination, were inseminated for 4 days, and re-hunting did not pass not a single head.

Ключевые слова: кормовые травы, аридные пастбища, кормовые единицы, переваримый протеин, овцеводство, перспективная технология.

Key words: forage, arid grassland, feed units, digestible protein, sheep, promising technology.

Введение. Доля Российской Федерации в мировом агропромышленном производстве составляет всего 1,5 %. Потенциал уникальных природных ресурсов страны используется крайне недостаточно, а эффективность и отдача от ключевых факторов производства – труда, земли, скота, в среднем в 2-4 раза ниже, чем в аналогичных условиях в передовых аграрных державах. Эмбарго на импорт продукции из стран, использующих санкции против России (ЕС, США), коснулось порядка 40 % импорта. По мнению экспертов, эта тенденция в особой степени будет благоприятствовать повышению спроса на отечественные аналоги. Можно выделить товары, импортозамещение которых не только возможно, но и целесообразно. Лидирующие позиции занимает мясо, которое составляло порядка 15-16 % всего продовольственного импорта. Для развития этого направления сельского хозяйства имеются и ресурсные условия, и определенные конкурентные преимущества. [1] При этом, доля баранины и козлятины в общем производстве мяса в России составляла по годам: 1960 г. – 12,3 %; 1975 г. – 7,0 %; 1985 г. – 4,1 %; 1991 г. – 3,7 %; 2008 г. – 2,9 %; 2015 г. – 2,3 % из чего следует, что наблюдается стабильное снижение [6].

Для развития овцеводства России разработана отраслевая программа «Развитие овцеводства и козоводства в Российской Федерации на 2012-2014 годы и на плановый период до 2020 года». Программой предусмотрено увеличение поголовья овец к 2020 году до 28 млн гол. и коз – до 2,6 млн гол. Производство шерсти планируется увеличить до 84 тыс. тонн [8].

В Астраханской области, которая входит в список основных центров разведения овец в РФ, насчитывается до 1,5 млн голов [7].

Статистический анализ показывает, что продуктивность овец зависит от уровня их кормления на 40-60 %, от породы – на 10-30 % и от других факторов еще порядка до 10 %. Следовательно, для максимального проявления продуктивности овец необходимо создавать хорошие условия кормления, особенно в период роста молодняка до 8-10 месячного возраста, когда затраты корма минимальны, а энергия роста высокая [5]. В обеспечении этих животных кормами наиболее важную роль играет правильное использование естественных сенокосов и пастбищ.

Пастбища Астраханской области занимают площадь свыше двух миллионов гектаров, что составляет примерно половину всей ее территории. По степени аридности этот регион относится к крайне - и сильноаридной зоне с коэффициентом аридности 0,11-0,30. Осадков выпадает крайне мало, около 160-280 мм за год. Продолжительность периода с температурами выше 10 °С составляет 165-170 дней. Испаряемость в 3-5 раз превышает количество выпавших осадков [4].

Урожайность и питательная ценность естественных пастбищ из-за экстремальных почвенно-климатических условий и вследствие возрастающих темпов деградации пастбищных угодий от высокой нагрузки животных, в настоящее время характеризуется невысокими показателями. Поэтому обеспеченность животных, пасущихся на природных пастбищах, полноценными кормами очень низка. Она составляет в среднем по регионам от 10 до 41 % [2].

В сложившихся условиях первоочередной задачей является разработка эффективных технологий выращивания на аридных пастбищах новых кормовых растений и, в первую очередь, дикорастущих видов аридной флоры, для обеспечения животноводческих хозяйств полноценными и высокопитательными кормами [3]. Использование растений природной флоры обосновывается их исключительной приспособленностью к жестким экологическим условиям аридных регионов, выработанной в процессе их филогенетического развития [10].

Многолетние исследования ученых ФГБНУ «ПНИИАЗ» направлены на поиск новой стратегии улучшения деградированных кормовых угодий, которая должна, с одной стороны, затормозить экологический кризис степной зоны, с другой стороны, – она должна быть направлена на стабилизацию, увеличение продуктивности и долголетия естественных пастбищ для обеспечения животноводства полноценными и высокопитательными кормами. В результате полевых испытаний в условиях Нижнего Поволжья в степной зоне, подзоне опустыненной степи в жестких природно-климатических условиях полупустыни для пастбищного животноводства было создано засухоустойчивое высокопродуктивное и высокопитательное кормовое угодье.

Материалы и методы. При проведении исследований были использованы общепринятые методики ВНИИ кормов (1971), Доспехова Б.А. (1985) и др.

Разработка технологии проводилась на естественных пастбищах племенного репродуктора по разведению овец эдильбаевской породы ООО «Крестьянское хозяйство «БагМас» Астраханской области Черноярского района, на площади 150 га.

Почвы участка представлены трехчленным комплексом с преобладанием легко- и среднесуглинистых светло-каштановых, светло-каштановых солонцеватых и солонцов средних.

В состав естественного пастбища входили: полынь белая (Лерха), мятлик луковичный, рогач песчаный (эбелек), полынь черная (локально), овсяница овечья (типчака), однолетние солянки.

Для получения полноценных качественных пастбищных кормов использовались следующие виды растений: Терескен серый – *Eurotia ceratoides* (L.) C.A. Mey., Прутьняк простертый – *Kochia prostrata* (L) Schrad, Камфоросма Лессинга – *Camphorosma Lessingii* Litv. in Trav. – семейства маревых (*Chenopodiaceae*), Житняк пустынный – *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult., Мятлик луковичный – *Poa bulbosa* subsp. *bulbosa* L., Пырей удлиненный – *Elytrigia elongata* (Host) Nevski.

Состав нового кормового угодья: терескен серый, прутьняк простертый, камфоросма Лессинга в соотношении 1 : 4 : 3 и в междурядья высеяна смесь семян житняка пустынного, пырея удлиненного и мятлика луковичного. Для характеристики кормовой ценности было определено содержание питательных веществ и обменной энергии в кормовой массе пастбищ (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание питательных веществ и энергии в сухой массе различных компонентов ценозов

Виды и их смеси	Содержание в 1 кг						
	Сырой протеин, кг	Сырой жир, кг	Сырая клетчатка, кг	БЭВ, кг	ОЭ, МДж	Корм. единицы	Перевар. протеин, г
Терескен серый	0,140	0,014	0,248	0,419	8,75	0,614	93,90
Прутьняк простертый	0,138	0,011	0,246	0,428	8,77	0,615	92,36
Камфоросма Лессинга	0,141	0,040	0,254	0,365	8,80	0,621	94,83
Травосмеси (житняк пустынный, пырей удлиненный, мятлик луковичный)	0,163	0,056	0,200	0,499	10,89	0,950	114,26
Естественная растительность	0,119	0,024	0,186	0,354	8,07	0,520	74,96

Результаты и обсуждение. В течение трех лет были произведены сравнительные исследования урожайности нового кормового угодья и естественного пастбища (рисунок 1).

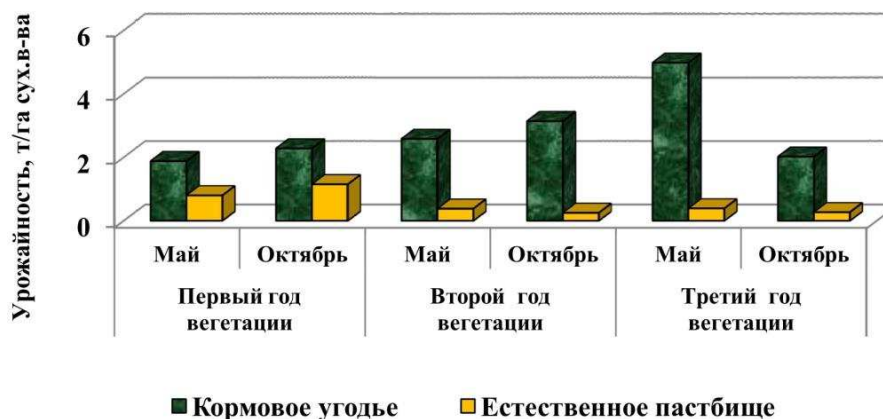


Рисунок 1 – Сравнительная динамика урожайности кормовой массы (т/га, сухого вещества) на естественном пастбище и новом кормовом угодье

На основании данных по питательности и с учетом доли участия каждого компонента в формировании общего урожая, были рассчитаны кормовые и энергетические характеристики пастбищных кормов (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительная характеристика питательной ценности кормовой массы пастбищных кормовых угодий

Пастбища	На 1 гектаре					
	Май			Октябрь		
	Корм. единиц, тонн	Перевар. протеина кг	ОЭ, ГДж	Корм. единиц, тонн	Перевар. протеина кг	ОЭ, ГДж
Первый год вегетации						
Новое кормовое угодье	1,31	178,8	17,0	1,50	216,8	20,6
Естественное пастбище	0,42	60,1	6,5	0,60	86,2	9,3
Второй год вегетации						
Новое кормовое угодье	1,70	245,3	23,3	2,06	298,6	28,4
Естественное пастбище	0,20	28,5	3,1	0,13	18,7	2,0
Третий год вегетации						
Новое кормовое угодье	3,27	473,5	45,0	1,35	192,1	18,3
Естественное пастбище	0,20	29,2	3,1	0,14	20,2	2,2

Таким образом, вышеизложенные результаты дают основание утверждать, что пастбищные агрофитоценозы с участием кустарника терескена серого, полукустарничков: прутняка простертого, камфоросмы Лессинга и злаковых трав – в качестве высокопитательных и продуктивных компонентов на третий год вегетации превосходили естественные пастбищные корма не только по валовой продукции фитомассы в 10,5 раз (таблица 3), но и по ее питательной ценности (кормовым единицам и переваримому протеину) в 13,5, а также по обменной энергии в 11,7 раза (таблица 3).

Таблица 3 – Фактический объем и проектная мощность производства пастбищных кормов в ООО «КХ «БагМас»

Кормовое угодье	Среднегодовая урожайность, т/га	Опытная площадь		Наличие пастбищ в хозяйстве	
		га	Произведено кормов, т	га	Проектная мощность, т
Новое пастбище	3,5	150	525,0	4224	14784,0
Естественное пастбище	0,33	150	49,5	4224	1393,9

Апробация нового пастбищного кормового угодья проводилась на овцах эдильбаевской породы в племенном репродукторе ООО «Крестьянское хозяйство «БагМас» Черноярского района Астраханской области. Выпас производился во второй половине второго года вегетации кормовых трав. Были отобраны овцематки после отбивки ягнят и созданы 2 группы по 100 голов. Одну группу выпасали на новом, а другую – на естественном пастбищах (таблица 4). Выпас производился с 20 августа по 1 октября (32 дня). Суточный рацион овец состоял из пастбищной травы, концентрированных кормов (0,2 кг), соли – лизунца.

Проведенная апробация пастбищного корма показала, что лучший результат по нагулу овцематок при подготовке их к осеменению отмечен на новом пастбище, в состав фитоценоза которого входили высокопитательные многолетние кормовые растения, которые создали сбалансированный по всем показателям рацион для нагульных овец. Поголовье овцематок, откормленное на новом пастбище, почти на месяц раньше было готово к осеменению, без прохолостов было осеменено за 4 дня, и в повторную охоту не пришла ни одна голова.

Таблица 4 – Результаты производственной апробации пастбищного корма
в ООО «КХ «БагМас»

Варианты пастбищ	Живая масса овец, кг				Привес, кг		Средне суточный привес 1 головы, г	Оценка поголовья по упитанности	Дата осеменения
	На 20.08		На 01.10						
	Всего	1 гол.	Всего	1 гол.	Всего	1 гол.			
Новое кормовое угодье	6489	65	7023	70,0	534	5,3	167	Высшая	01.10
Естественное пастбище	6497	65	6746	67,5	249	2,5	78	Средняя	25.10

Долголетний пастбищный агрофитоценоз уже можно было использовать под выпас, начиная с конца второго года вегетации.

Заключение. Пастбищные агрофитоценозы, включающие различные виды (терескен, прутняк, камфоросма, пырей, житняк и мятлик) и состоящие из различных жизненных форм (кустарники, полукустарники и травы), характеризуются высокой и устойчивой урожайностью кормовой массы в засушливых условиях полупустынь. Многовидовые пастбищные кормовые угодья обладают в 10 раз большей кормовой массой, чем естественные пастбища и отличаются не только разнообразием и высокой питательной ценностью, но и сбалансированностью корма по основным показателям макро- и микроэлементов.

Однако необходимо поддерживать способность пастбища к постоянному семенному и вегетативному возобновлению и воспроизводству необходимого уровня кормовых ресурсов. Первой экологической заповедью рационального использования пастбищ является соответствие их природной емкости численности выпасающихся на них животных. Можно без ущерба для возобновительных процессов изымать 65-75 % годовичного прироста растений. Изъятие такого количества надземной кормовой массы от годовичного урожая создает предпосылки для ежегодного воспроизводства растительной массы и исключает возможность нарушения экологических связей в растительном сообществе и вследствие этого обеспечивает устойчивость и долголетие аридного пастбища до 20 лет и более [5].

Библиографический список

1. Аналитическая записка о состоянии агропромышленного комплекса Российской Федерации [Электронный ресурс]// URL:<http://tpprf.ru/download.php?GET=6LPAY%2F81BmzEi2ep1ruAjw%3D%3D> (дата обращения 05.01.2017)
2. Гордеева, А.В. Проблема деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России [Текст]/А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2008. – 68 с.
3. Дикорастущие кормовые растения и их роль в повышении продуктивности аридных пастбищ Северного Прикаспия [Текст]/ В.П. Зволинский, Э.З. Шамсутдинов, В.А. Парамонов, А.Ф. Туманян, М.М. Шагаипов //Агротехнология и научное обеспечение интенсивного земледелия Нижней Волги на современном этапе. – М.: «Современные тетради», 2005. – С. 312-327.
4. Мухортов, В.И. Проблемы сохранения и рационального использования пастбищных угодий аридной зоны Северо-Западного Прикаспия [Текст]/ В.И. Мухортов, М.В.Власенко, Г.К. Булахтина. – М.: Изд-во «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2010. – С. 346-349.
5. Принципы и методы сбора и мобилизации растительных ресурсов аридных зон [Текст]/ З.Ш. Шамсутдинов, В.А. Парамонов, Л.А. Назарюк, Ю.И. Ионис, А.А. Хамидов и др. // Проблемы растительного природопользования аридных зон Евразии. – М.: Изд-во Московского университета, 2000. – С. 198-232.
6. Овцеводство и козоводство Российской Федерации в цифрах. Справочник [Текст]. – Ставрополь, 2015. – 104 с.
7. Отраслевая целевая программа «Развитие овцеводства и козоводства в Российской Федерации на 2012-2014 гг. и на плановый период до 2020 года»/ [Электронный ресурс]: mcsx.ru/documents/file_document/v7_show/16977.133.htm Дата обращения 06.01.2017г.
8. Технология производства баранины [Текст]. – Ставрополь, 2010. – 91 с.

9. Cullefon N Et al. Seletion in the mixtures of grasses by creation the pastures of purporpose. Farm Food. Res. 1985.128. P.28-29.

Reference

1. Analiticheskaya zapiska o sostoyanii agropromyshlennogo kompleksa Rossijskoj Federacii [Jelektronnyj resurs]// URL:http:// tpprf.ru/download.php?GET=6LPAY%2F81 BmzEi2ep1ruAjw%3D%3D (data obrascheniya 05.01.2017)
2. Gordeeva, A. V. Problema degradacii i vosstanovleniya produktivnosti zemel' sel'sko-hozyajstvennogo naznacheniya v Rossii [Tekst]/A. V. Gordeeva, G. A. Romanenko. - M.: FGNU Rosinformagroteh, 2008. - 68 s.
3. Dikorastuschie kormovye rasteniya i ih rol' v povyshenii produktivnosti aridnyh pastbisch Severnogo Prikaspiya [Tekst]/ V. P. Zvolinskij, Je. Z. Shamsutdinov, V. A. Paramonov, A. F. Tuman-yan, M. M. Shagaipov //Agrotehnologiya i nauchnoe obespechenie intensivnogo zemledeliya Nizhnej Volgi na sovremennom etape. - M.: "Sovremennye tetradi", 2005. - S. 312-327.
4. Muhortov, V. I. Problemy sohraneniya i racional'nogo ispol'zovaniya pastbischnyh ugodij aridnoj zony Severo-Zapadnogo Prikaspiya [Tekst]/ V. I Muhortov, M. V. Vlasenko, G. K. Bulahtina. - M.: Izd-vo "Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk", 2010. - S. 346-349.
5. Principy i metody sbora i mobilizacii rastitel'nyh resursov aridnyh zon [Tekst]/ Z. Sh. Shamsutdi-nov, V. A. Paramonov, L. A. Nazaryuk, Yu. I. Ionis, A. A. Hamidov i dr. // Problemy rastitel'nogo pri-rodopol'zovaniya aridnyh zon Evrazii. - M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 2000. - S. 198-232.
6. Ovcevodstvo i kozovodstvo Rossijskoj Federacii v cifrah. Spravochnik [Tekst]. -Stavropol', 2015. - 104 c.
7. Otrasleyaya celevaya programma "Razvitie ovcevodstva i kozovodstva v Rossijskoj Feder-acii na 2012-2014 gg. i na planovyj period do 2020 goda"/ [Jelektronnyj resurs]: mcs.ru/documents/file_document/v7_show/16977.133.htm Data obrascheniya 06.01.2017g.
8. Tehnologiya proizvodstva baraniny [Tekst]. - Stavropol', 2010. - 91 c.
9. Cullefon N Et al. Seletion in the mixtures of grasses by creation the pastures of purporpose. Farm Food. Res. 1985.128. P.28-29.

E-mail: pniiiaz@mail.ru E-mail

УДК 631.527.7/365.62.

ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ И ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ФОРМ У АРБУЗА THE VIABILITY OF THE POLLEN AND OBTAINING PROMISING FORMS IN WATERMELON

А.С. Овчинников¹, *член-корреспондент РАН,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор*
Т.Г. Колебошина^{1,2}, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор*
О.П. Варивода², *кандидат сельскохозяйственных наук,*
Н.Г. Байбакова², *старший научный сотрудник*
A.S. Ovchinnikov¹, T.G. Kaleboshina^{1,2}, O.P. Varivoda², N.G. Baibakova²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²ФГБНУ «Быковская бахчевая селекционная опытная станция
Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства,
Волгоградская обл., Быковский р-н, п. Зеленый

¹Volgograd State Agricultural University

²Federal State Scientific Institution «Bykovskaya melon breeding experimental station
of the All-Russian Scientific Research Institute of Horticulture»

Арбуз, как и все бахчевые культуры, является перекрёстноопыляющимся и относится по строению цветка к группе гейтеногамных растений. Основной способ опыления – ксеногамия, но возможно избирательно и автогамия. Эти сведения имеют большое значение в селекционной работе. Избирательность оплодотворения зависит от скорости роста пыльцевых трубок, обусловленной

гаметофитными факторами. Поэтому целью исследования было определение жизнеспособности пыльцевых зерен и скорости роста пыльцевых трубок у различных сортов, гибридов F₁, полиплоидов и диплоидов арбуза, позволяющие вести эффективный отбор перспективных форм уже на ранней стадии развития растений. В статье приводятся результаты исследования по изучению жизнеспособности пыльцевых зерен арбуза, энергии роста пыльцевых трубок в зависимости от комбинаций скрещивания, использование полиплоидов, диплоидов, материнской линии с цитоплазматической стерильностью, особенности пыльцы из гермафродитных цветков арбуза. Отмечено значительное превосходство жизнеспособности и энергии прорастания пыльцы у гибридов F₁. Процент прорастания пыльцы превышал родительские сорта на 11,9-21,6 %, был значительно ускорен рост пыльцевых трубок. Автогамия у арбуза затруднена, но жизнеспособность пыльцевых зерен составила 66,6 %, рост пыльцевых трубок проходил очень замедленно, прорастание началось через 2-2,5 часа, многие из них растрескивались уже при незначительном прорастании. При изоляции гермафродитные цветки оставались бесплодными. Семейство тыквенных развивалось в основном на диплоидном уровне. У культурного вида арбуза тетраплоидные и триплоидные формы как спонтанные, так и индуцированные не способны конкурировать с диплоидами даже в одинаковых условиях произрастания. Они развиваются замедленнее в ранней фазе развития, затем рост усиливается. У полиплоидов большее количество устьиц на листовой поверхности, они крупнее. Жизнеспособность пыльцы полиплоидов находится на одном уровне с диплоидами, но на 7-10 % уступает диплоидным гибридам F₁. Энергия роста пыльцевых трубок также интенсивнее у гибридов F₁. У триплоидов не образуется достаточного количества жизнеспособной пыльцы, не более 14 %, поэтому необходим дополнительный опылитель, обычный диплоид. Рекомендуемое соотношение 2 : 1. Применение полученных результатов в практической селекции позволяет уже на ранней стадии цветения растений определить комбинации скрещивания для получения перспективных, планируемых образцов.

Watermelon, like all the melons, and is a cross-pollinating on flower structure refers to the group geytenogamic plants. The main method of pollination - xenogamy, but it is possible to selectivity and autogamy. These data are of great importance in breeding. The selectivity of fertilization depends on the rate of growth of pollen tubes due gametophyte factors. Therefore, the aim of the study was to determine the viability of pollen grains and pollen tube growth rate in different varieties, hybrids F₁, polyploid and diploid watermelon, enables efficient selection of promising forms at an early stage of plant development. The article presents the results of a study on the viability of the pollen grains watermelon pollen tube growth of energy depending on the crossing combinations, the use of polyploid, diploid, the maternal line with cytoplasmic sterility, especially pollen from hermaphrodite flowers watermelon. There was a significant superiority of the vitality and energy of germination of pollen in F₁ hybrids. The percentage of pollen germination exceeded the parental varieties to 11,9-21,6 %, was significantly accelerated the growth of pollen tubes. Autogamy in watermelon is difficult, but the viability of the pollen grains was 66.6 %, the growth of pollen tubes has been very slow motion, germination began after 2-2.5 hours, many of them are already cracked with a slight germination. When insulation hermaphrodite flowers were fruitless, Cucurbitaceae family developed largely at the diploid level. We kind of cultural watermelon tetraploid and triploid forms of both spontaneous and induced are not able to compete with diploids even in the same growing conditions. They develop a slowdown in the early phase of development, then growth is enhanced. Polyploids have greater number of stomata on the leaf surface, they are larger. The viability of pollen polyploids is on par with diploids, but 7-10% inferior diploid hybrids F₁. Energy growth of pollen tubes also intense in F₁ hybrids. Triploids have not formed a sufficient amount of viable pollen, not more than 14 %, so you need an additional pollinator, normal diploid. The recommended ratio of 2:1. Application of the results obtained in practical breeding allows already at an early stage of flowering plants to determine the combination of crossbreeding to produce promising planned samples.

Ключевые слова: *гибрид, полиплоидия, диплоиды, пыльцевые трубки, жизнеспособность пыльцы.*

Key words: hybrid, polyploidy, diploids, pollen tubes, pollen viability.

Введение. Биологическая проблема оплодотворения имеет первостепенное значение в селекции бахчевых культур.

В своих работах Н.И. Вавилов отмечал, что все бахчевые растения относятся к группе гейтеногамных, то есть растений однодомных, но с раздельнополыми цветками. Самоопыление в пределах растения возможно, автогамии при гермафродитных цветках не наблюдалось, не было случая партеногенеза [2]. Для селекции подобные сведения имеют большое значение, и работа была продолжена на Быковской бахчевой опытной станции Ф.К. Лангельдом. В своих исследованиях он приходит к выводам, что главным способом опыления у арбуза является ксеногамия. Автогамия у арбуза затруднена и возможна не у всех сортов [5]. Это отмечено и в работах К.П. Синча [7]. Арбузы склонны к гейтеногамии (в пределах одного растения), при этом наблюдались сортовые различия. Дегенерация потомства при инцухте у арбуза отсутствовала, что позволяло создавать чистые сортовые линии.

В изучении процесса оплодотворения у растений выявлена способность избирательности соответствующей пыльцы. Впервые биологическое значение избирательности оплодотворения было отмечено Г. Дарвином [4]. Изучение генетики избирательности оплодотворения связано с возникновением и развитием менделизма [6]. Впервые отклонения от менделевского расщепления было обнаружено К. Корренсом [11] у кукурузы, американские генетики Мангельсдорф и Джонс выявили избирательное оплодотворение у томатов [12].

Многочисленные исследования подтвердили биологический эффект избирательного оплодотворения [8, 9].

Избирательность оплодотворения зависит от скорости роста пыльцевых трубок, обусловленной, в свою очередь, гаметофитными факторами.

Определение жизнеспособности пыльцевых зерен и скорости роста пыльцевых трубок у сортов, гибридов F_1 , полиплоидов и диплоидов арбуза явилось целью нашего исследования, позволяющего вести эффективный отбор перспективных форм уже на ранней стадии развития растений.

Материалы и методы. Материалами исследования служила пыльца из цветков стерильной материнской линии Чмс с цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС) и пыльца из фертильных цветков этой линии. Изучалась жизнеспособность пыльцы из отцовских линий арбуза, применяемых для получения гибридов F_1 сортов Икар, Рубин, Успех, а также полученных гибридов F_1 от скрещивания стерильной материнской линии Чмс с этими сортами.

Определялась жизнеспособность пыльцы из тетраплоидных форм арбуза, используемых для получения триплоидов.

Для подтверждения автогамии просматривалась жизнеспособность пыльцы у гермафродитных цветков арбуза.

Проращивание пыльцы проводили в искусственной питательной среде, состоящей из раствора: сахароза 15 % + агар-агар 2 % + борная кислота 0,0001 %. Каплю раствора с посеянной пыльцой помещаем во влажную камеру [10]. Находясь во влажной среде, капля не высыхала и концентрация сахарного раствора оставалась одинаковой. Посев проводили в трех каплях каждого варианта, просматривались в пяти полях зрения микроскопа при увеличении 7 x 10. Учет проводили через 30, 60 и 90 минут. Длину пыльцевых трубок измеряли в диаметре пыльцевого зерна.

Результаты и обсуждение. Арбуз, как и все бахчевые культуры, является перекрестноопыляющимся растением и относится по строению цветка к группе гейтеногамных растений. Отношение женских и мужских цветков изменчиво, зависит от метеорологических условий и места выращивания. В условиях Заволжья в среднем приходится на 20-25 женских цветков, 120-140 мужских. До появления первого женского цветка на растении арбуза образуется 15-20 мужских. В жаркие сухие годы женских цветков образуется 10-15 штук, и период цветения значительно удлиняется до 30-35 дней.

Для опыления лучшим временем в сухую жаркую погоду является 6-8 часов утра. Взятое в это время пыльца для анализа проявляет более высокую жизнеспособность и энергию прорастания. После 10-11 часов она теряет способность к прорастанию.

В наших исследованиях изучалась энергия прорастания пыльцевых зерен в сортолиниях разного срока созревания: раннеспелый сорт Успех, среднеспелый сорт Рубин и позднеспелый сорт Икар. Процент прорастания пыльцевых зерен был примерно на одном уровне и составил у раннего сорта 78,2, у среднего 82,6 и позднего 72,3. Рост пыльцевых трубок за один и тот же период время был интенсивнее у раннего и среднего сортов арбуза и отставал у позднего (таблица 1). Пыльца, используемая в получении гибридов материнской линии с мужской цитоплазматической стерильностью (ЦМС), не прорастала. Фертильная линия этого же образца давала вполне жизнеспособную пыльцу 92,5 % прорастания и интенсивный рост пыльцевых трубок от 4 до 16 диаметров пыльцевого зерна.

Жизнеспособность пыльцы гибридов F_1 , полученных от скрещивания стерильной материнской линии Чмс с отцовскими линиями Успех, Рубин и Икар значительно превосходила исходные формы. Прорастание пыльцы начиналось через 15-20 минут после посева, у остальных через 35-45 минут. Уже через час из-за интенсивного роста и переплетения пыльцевых трубок провести подсчет было невозможно.

Процент прорастания пыльцы у гибридов F_1 составил 94,5-97,2, у исходных форм 72,3-82,6. Рост пыльцевых трубок превышал на 7-10 диаметров пыльцевых зерен у сортообразов (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты проращивания пыльцевых зерен цветков арбуза
в искусственной питательной среде

Название образца	Количество пыльцевых зерен, шт.	Из них проросло, шт	% прорастания	Длина пыльцевых трубок в диаметре пыльцевого зерна	
				min	max
Диплоиды					
Линия Чms - фертильная	282	261	92,5	4,3	16,0
Линия Чms - стерильная	149	0	0	0	0
Успех	230	180	78,2	2,3	10,0
Л Чms x Успех F ₁	255	241	94,5	7,3	17,3
Рубин	259	214	82,6	5,6	10,6
Л Чms x Рубин F ₁	263	254	96,5	9,3	18,6
Икар	235	170	72,3	4,0	8,3
Л Чms x Икар F ₁	230	283	97,2	9,0	19,0
Пыльца гермафродитного цветка сорта Икар	27	18	66,6	1,5	8,2
Тетраплоиды					
Мip	182	165	90,6	3,3	16,0
Pale	278	250	89,9	2,6	11,0
Триплоиды					
Мip x Успех	57	8	14,0	2,0	5,6

Полученные данные показали, что уже в момент прорастания пыльцы можно выделить перспективные комбинации для скрещивания.

В основном арбуз является гейтеногамным растением, у которого мужские и женские цветки расположены на одной плети. Иногда женские цветки имеют рудименты андроцея в виде пыльников. Автогамия у арбуза весьма затруднена, но некоторые

сорта способны к такому оплодотворению. При проращивании пыльцы гермафродитного цветка жизнеспособность пыльцевых зерен составила 66,6 %, рост пыльцевых трубок происходил очень медленно и составил через 2,5 часа 1,5-8,2 диаметра пыльцевого зерна, многие из них растрескивались уже при незначительном прорастании. При изоляции также гермафродитные цветки оставались бесплодными.

В эволюционном плане семейство тыквенных развивалось в основном на диплоидном уровне. У культурного вида арбуза тетраплоидные и триплоидные формы как спонтанные, так и индуцированные не способны конкурировать с диплоидными даже в равных условиях произрастания.

Они развиваются замедленнее диплоидов в начальной фазе [3]. Количество устьиц на листовой пластинке у тетраплоидов было значительно больше, они крупнее, чем у диплоидов в 1,5-2,0 раза и их, соответственно, было меньше в поле зрения микроскопа при увеличении 7 x 10 (таблица 2).

Таблица 2 – Количество устьиц диплоидных и тетраплоидных форм арбуза, 2016 г.

Название образца	Поле зрения микроскопа			Всего
	I	II	III	
Тетраплоиды	15	12	24	51
Диплоиды (рассеченнолистные)	24	28	25	79
Диплоиды (цельнолистные)	33	32	34	99

Разное количество устьиц наблюдалось у диплоидных образцов с рассеченной и цельной листовой пластинкой. У рассеченной формы устьица были крупнее, чем у цельнолистной формы и соответственно, у цельнолистной формы устьиц было больше (таблица 2).

По жизнеспособности пыльцы тетраплоиды и диплоиды находились на одном уровне, но на 7-10 % уступили диплоидным гибридам F_1 . Рост пыльцевых трубок также значительно активнее у диплоидных гибридов F_1 . Прорастание пыльцы проходило замедленно, через 1-1,5 часа после посева, максимальная длина пыльцевых трубок составляла 11-16 диаметров пыльцевого зерна.

При скрещивании тетраплоидов с диплоидами нет генетических и биологических барьеров. Получаемые от такого скрещивания триплоиды не завязывают семян, но формируют нормальные плоды, обладающие улучшенными вкусовыми достоинствами. У триплоидов не образуется достаточного количества пыльцы и жизнеспособность ее низкая, около 14 % (таблица 1), поэтому необходим дополнительный опылитель, обычный диплоид. Рекомендованное соотношение триплоидного гибрида и опылителя 2 : 1 [12]. Подбор опылителя триплоидов в засушливых условиях Волгоградского Заволжья требует дальнейшего изучения.

Закключение. Данные проведенных исследований показали, что основным способом опыления у арбуза является ксеногамия. Проявился эффект избирательного оплодотворения, который зависит от жизнеспособности пыльцы и скорости роста пыльцевых трубок.

Эффективная жизнеспособность пыльцы была у перспективных гетерозисных гибридов F_1 , процент проросших пыльцевых зерен и интенсивность роста пыльцевых трубок значительно выше (на 10-20 %) исходных родительских образцов. Это позволяет уже на ранней стадии вести отбор перспективных форм.

Пыльца гермафродитных цветков при достаточном прорастании (до 60 %) имела очень медленный рост трубок, которые в большинстве своем быстро растрескивались. Сформировавшиеся пыльцевые трубки дают возможность к автогамному

оплодотворению. Подтвердилось замедленное развитие тетраплоидов арбуза уже на уровне изучения жизнеспособности пыльцы. Полученные триплоиды образовали незначительное количество пыльцы, недостаточное для опыления, отсюда необходимость применения сорта опылителя.

Библиографический список

1. Быковский, Ю.А. Технология производства бахчевых [Текст]/ Ю.А. Быковский, Т.Г. Колебошина // Картофель и овощи. – 2016. – № 10. – С. 11-13.
2. Вавилов, Н.И. Бахчевые культуры [Текст]/Н.И. Вавилов// Избранные труды. т. II. – М.-Л., 1960. – С. 292-329.
3. Варивода, Е.А. Получение исходного материала для создания триплоидных (бессемянных) гибридов арбуза [Текст]/Е.А. Варивода, Т.Г. Колебошина// Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 3 (39). – С. 94-96.
4. Дарвин, Ч. Действие перекрестного опыления и самоопыления в растительном мире [Текст]/Ч. Дарвин. – М.: Сельхозиздат, 1939. – С. 314-321.
5. Лангельд, Ф.К. К биологии цветения и оплодотворения у тыквенных [Текст] /Ф.К. Лангельд// Труды Быковской зональной станции бахчеводства. – Саратов, 1935. – Вып. 2. – С. 47-67.
6. Мюнтцинг, А. Генетика. Общая и прикладная [Текст] /А. Мюнтцинг. – М., 1967. – С. 88-91.
7. Синча, К.П. Некоторые биологические особенности цветения арбуза и приемы гибридизации в условиях Заволжья [Текст] /К.П. Синча// Научные труды Быковской бахчевой опытной станции. – Волгоград, 1969. – Вып. 5. – С. 133-139.
8. Скупова О.П. Избирательность оплодотворения и гетерозиса в потомстве [Текст]/О.П. Варивода// Сельскохозяйственная биология. – 1970. – №1. – С. 133-134.
9. Татаринцев, А.С. Селективность оплодотворения у томата при различном количественном отношении компонентов смеси пыльцы [Текст]/ А.С. Татаринцев// Генетика. – Т. XXIV. – М., 1988. – С. 766-768.
10. Юрцев, В.Н. Руководство к лабораторно-практическим занятиям по цитогенетической и эмбриологической микротехнике [Текст]/ В.Н. Юрцев. – М., 1961. – С. 41-46.
11. Correns C. Scheinbare Ausnahme von der Mendelschen Spaltungsregel für Bastarbe. Bet. Dtsch. Bot. Ges. – 1902. – № 20. – S. 159.
12. Mangelsdorf P.S., Jones D.F. The expression of Mendelian factors in the gametophyte of maize. Genetis. – 1926. – 11. – № 5. – S. 192-216.

Reference

1. Bykovskij, Yu. A. Tehnologiya proizvodstva bahchevyh [Tekst]/ Yu. A. Bykovskij, T. G. Kaleboshina // Kartofel' i ovoschi. – 2016. – № 10. – S. 11-13.
2. Vavilov, N. I. Bahchevye kul'tury [Tekst]/N. I. Vavilov// Izbrannye trudy. t. II. – M.-L., 1960. – S. 292-329.
3. Varivoda, E. A. Poluchenie isxodnogo materiala dlya sozdaniya triploidnyh (bessemyannyh) gibridov arbuza [Tekst]/E. A. Varivoda, T. G. Kaleboshina// Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2015. – № 3 (39). – S. 94-96.
4. Darwin, Ch. Dejstvie perekrestnogo opyleniya i samoopyleniya v rastitel'nom mire [Tekst]/Ch. Darwin. – M.: Sel'hozizdat, 1939. – S. 314-321.
5. Langel'd, F. K. K biologii cveteniya i oplodotvoreniya u tykvennyh [Tekst] /F. K. Langel'd// Trudy Bykovskoj zonal'noj stancii bahchevodstva. – Saratov, 1935. – Vyp. 2. – S. 47-67.
6. Myuntcing, A. Genetika. Obschaya i prikladnaya [Tekst] /A. Myuntcing. – M., 1967. – S. 88-91.
7. Sincha, K.P. Nekotorye biologicheskie osobennosti cveteniya arbuza i priemy gibridizacii v usloviyah Zavolzh'ya [Tekst] /K. P. Sincha// Nauchnye trudy Bykovskoj bahchjovoj opytnoj stancii. – Volgograd, 1969. – Vyp. 5. – S. 133-139.
8. Skupova. O. P. Izbiratel'nost' oplodotvoreniya i geterozisa v potomstve [Tekst]/O. P. Varivoda // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 1970. – №1. – S. 133-134.

9. Tatarincev, A. S. Selektivnost' oplodotvoreniya u tomata pri razlichnom kolichestvennom otnoshenii komponentov smesi pyl'cy [Tekst]/ A. S. Tatarincev// Genetika. – Т. XXIV. – М., 1988. – S. 766-768.

10. Yurcev, V. N. Rukovodstvo k laboratorno-prakticheskim zanyatiyam po citogeneticheskoy i jmbriologicheskoy mikrotehnike [Tekst]/ V. N. Yurcev. – М., 1961. – S. 41-46.

11. Correns. C. Scheinbare Ausnahme von der Mendelschen Spaltungsregel fur Bastarbe. Bet. Dtsch. Bot. Qes. - 1902. -- 20. - s.159.

12. Mangelsdorf P.S., Jones D.F. The expression of Mendelian factors in the gametjphyte of maize. Genetis. – 1926. – № 5– 11. – S.192-216.

E-mail: volgau@volgau.com

УДК 528.946/551.43

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЕРГЕНИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

THE GEOINFORMATION ANALYSIS OF THE RELIEF THE SOUTHERN PART OF THE ERGENINSKAYA HIGHLAND

А.С. Рулев, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН

В.Г. Юфев, доктор сельскохозяйственных наук

A.S. Rulev, V.G. Yuferev

*ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук»*

*FSBSI «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences»*

Комплексная оценка состояния агролесоландшафтов на основе геоинформационных методов анализа и обобщения географических, геоморфологических и картографических данных осуществляется на основе водосборного подхода, при котором решаются задачи определения геоморфологической структуры водосбора как фактора, определяющего закономерности процессов, обуславливающих деградацию ландшафтов. Рассмотрено моделирование пространственной структуры рельефа южной части Ергенинской возвышенности для оценки и прогнозирования процессов их деградации. Геоинформационный анализ рельефа дает возможность выявить географическое расположение склоновых участков и субгоризонтальных поверхностей. Определение характеристик рельефа южной части Ергенинской возвышенности проводится с использованием ЦМР и космоснимков. Установлены пространственные характеристики рельефа территории исследований. Разработаны тематические карты водосборов с использованием программного комплекса GlobalMapper, которые представляют собой векторные картографические слои, отражающие пространственные характеристики водосборов первого и второго порядка протяженностью более 20 м.

Complex estimation of agroforestry landscapes on the basis of geoinformation methods of analysis and synthesis of geographic, geomorphological and map data is based on a catchment approach that solved the problem of determining the geomorphological structure of the watershed as a factor that determines the laws of the processes that lead to the degradation of landscapes. The modeling of the spatial structure of the relief the southern part of the Ergeninskaya highland of the processes of their degradation are estimate. The geoinformation terrain analysis makes it possible to identify the geographical location of the sloping sections and sub-horizontal surfaces. Defining of the characteristics of terrain south of the Ergeninskaya highland conducted using DEM and spacephotos. Established the spatial characteristics of the relief area of research. The thematic maps. catchments using GlobalMapper software package have been developed, which represent the vector map layers, reflecting the spatial characteristics of the watershed of the first and second order for more than 20 m.

Ключевые слова: модель, ландшафт, геоинформационная система, деградация, геоморфология, рельеф.

Key words: model, landscape, geographic information system, degradation, geomorphology, relief.

Введение. Текущее состояние агроландшафтов можно оценить как совокупность процессов деградации и восстановления, которые в большой степени зависят от существующего рельефа, состоявшегося на определенной литологической основе. Рельеф как важная составляющая ландшафта определяет как его устойчивость в целом, так и его продуктивность.

При существенном проявлении природно-антропогенных и антропогенных факторов в агроландшафтах резко изменяются условия их функционирования. Наличие в агроландшафтах открытых участков пашни (в т.ч. паров) резко снижает устойчивость к возникновению и развитию процессов деградации, в том числе к проявлениям водной и ветровой эрозии [2, 5]. Антропогенное воздействие на верхний слой почвы изменяет его физические характеристики: изменяются плотность, пористость, частицы почвы изменяют свое положение в обработанном слое, меняется микрорельеф, разрушается сложившаяся экосистема. В связи с этим можно утверждать, что геоморфологические характеристики рельефа во многом определяют характер процессов деградации.

Геоинформационный анализ водосборов в агролесоландшафтах южной части Ергенинской возвышенности дает возможность установить, каким образом рельеф влияет на интенсивность процессов деградации антропогенно-нарушенных агроландшафтов, причем на очень больших площадях [4].

Материалы и методы. Для комплексной оценки агролесоландшафта на основе геоинформационных методов анализа и обобщения географических, геоморфологических и картографических данных принят водосборный подход, при котором решаются задачи определения ландшафтной структуры водосбора как фактора, определяющего закономерности процессов, обуславливающих его деградацию [6, 9]. Объектом геоинформационного анализа является рельеф Южной части Ергенинской возвышенности, включающей водосбор реки Аксай Кумоярский. Выбор объекта обусловлен как наличием расчлененного рельефа, так и высокой антропогенной нагрузкой, вызванной распаханностью земель. На основе ЦМР, визуализация которой представлена на рисунке 1, построены специализированные электронные карты для анализа ландшафта [7].

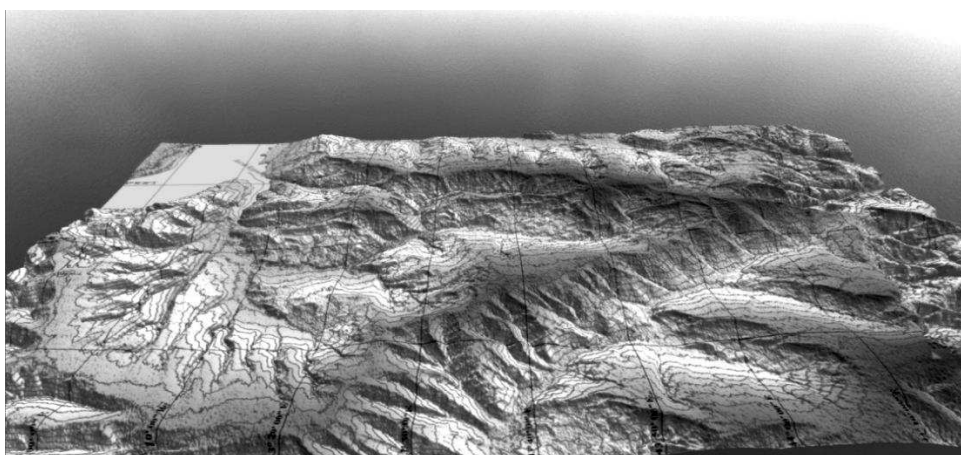


Рисунок 1 – Визуализация цифровой модели рельефа водосбора реки Аксай Кумоярский

Электронная космокарта разрабатывается методом трансформирования космоснимков в картографическую проекцию [6].

В локальной геоинформационной системе космокарта совмещается с цифровой моделью рельефа и представляет собой трехмерную модель водосбора [8, 10]. Использование такой модели для анализа агролесоландшафта дает возможность провести оценку его состояния.

Использование ЦМР позволяет определить характеристики рельефа объекта, например, изменения высот по долготе и широте (или длине и ширине участка в метрах и др.) [1, 3].

Результаты и обсуждение. Карты водосборов реки Аксай Кумоярский и ее притоков разработаны в среде геоинформационной системы с использованием программного комплекса GlobalMapper (рисунок 2) и представляют собой векторные картографические слои, отражающие пространственное размещение водосбора самой реки и ее притоков первого, второго и третьего порядка протяженностью более 20 м.

Всего было выделено 56 водосборов притоков и установлены их пространственные характеристики, которые занесены в базу данных ГИС. Например, в таблице 1 приведены результаты анализа рельефа водосбора реки Аксай Кумоярский.

Установлено, что более 95 % исследуемой площади имеют высоты от 65 до 125 м. Углы наклона склонов небольшие при среднем значении $1,0^\circ$ стандартное отклонение $0,62^\circ$. Максимальное значение угла наклона склона $9,1^\circ$. В связи с этим, рельеф южной части Ергенинской возвышенности можно считать равнинным.

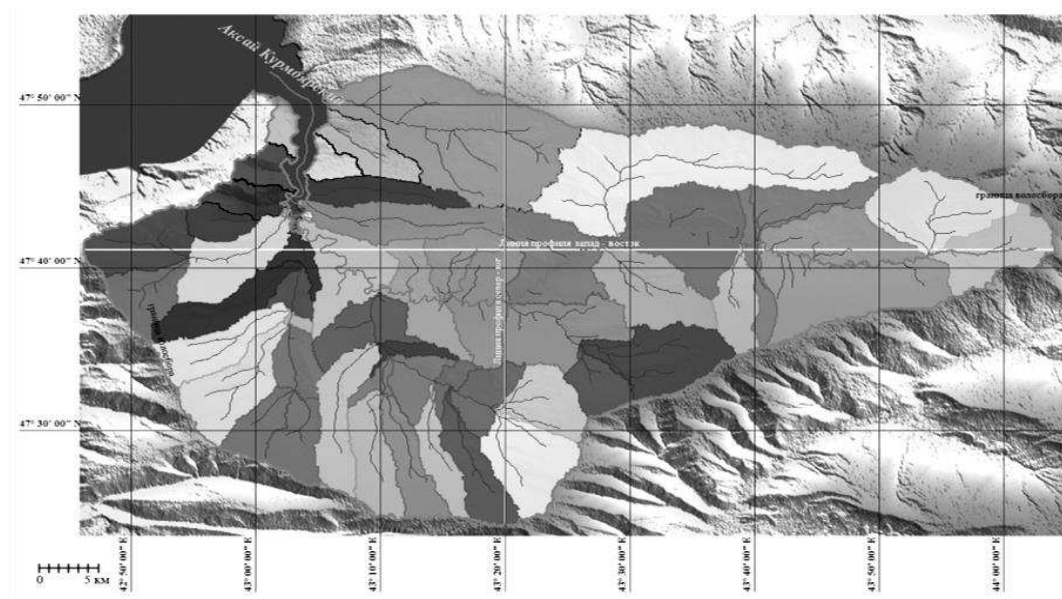


Рисунок 2 – Картографическая модель распределения водосборов реки Аксай Кумоярский М 1:1250000

Таблица 1 – Пространственные характеристики рельефа

Наименование объекта	Площадь, га	Минимальная высота, м	Максимальная высота, м	Средняя высота, м	Стандартное отклонение высот, м	Максимальный угол склона, ° [уклон, %]	Средний угол склона, ° [уклон, %]	Стандартное отклонение угла склона, °
Водосбор реки Аксай Кумоярский	288767	29	169	94,7	29,9	9,1 [16,0]	1,0 [1,7]	0,62

Геоинформационный анализ рельефа дает возможность выявить географическое расположение склоновых участков и субгоризонтальных поверхностей. Определение характеристик рельефа южной части Ергенинской возвышенности проводится с использованием ЦМР и космоснимков. Для их определения была разработана изолинейная карта высот (рисунок 3) и получены статистические данные распределения площади водосбора по диапазонам высот (рисунок 4).

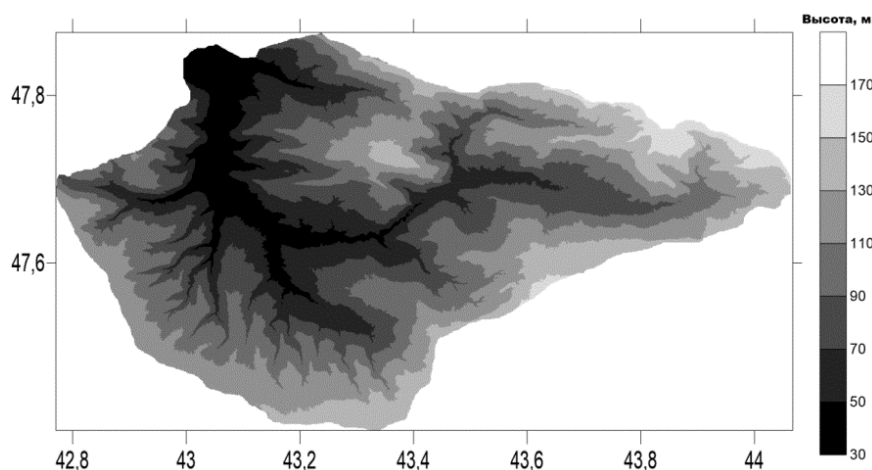


Рисунок 3. – Изолинейная карта высот водосбора реки Аксай Кумоярский

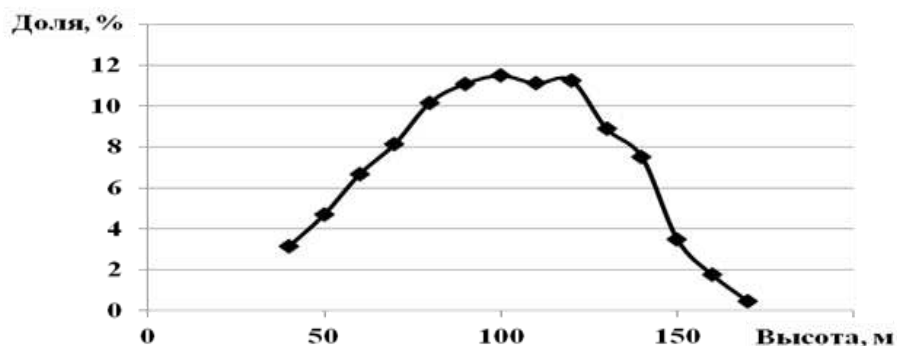


Рисунок 4 – Распределение высот водосбора реки Аксай Кумоярский

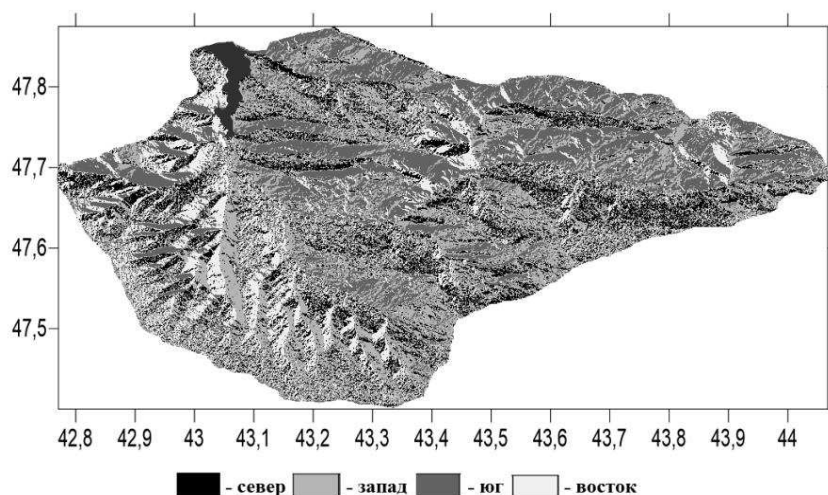


Рисунок 5 – Карта экспозиций склонов водосбора реки Аксай Кумоярский

Анализ распределения высот показал, что около 55 % территории водосбора занято высотами от 80 до 120 м, 23 % – от 30 до 80 м и 22 % – от 120 до 170 м. Использование этой карты дает возможность планировать лесомелиоративное обустройство агроландшафтов с учетом особенностей рельефа.

Особое значение для ведения сельскохозяйственной деятельности в агролесоландшафтах имеет выявление распределения площадей по экспозиции склонов. Для этого была составлена карта экспозиции склонов для территории северной части Ергенинской возвышенности (рисунок 5), на основании которой рассчитаны площади по четырем румбам: (по 90°) север, восток, юг и запад (рисунок 6).

Анализ карты распределения территории по экспозиции склонов показывает, что склоны распределены в основном равномерно, с небольшим преимуществом южных склонов, площадь которых 87,51 тыс. га и немного меньше площадь западных склонов – 81,83 тыс. га, площадь северных склонов 59,08 тыс. га, а восточных – 61,35 тыс. га.

Важным при изучении рельефа является построение профилей высот по основным элементам водосборов.

Такие профили используются для выявления особенности изменения рельефа и построения математических моделей, для описания этих изменений в плоскости линии профиля.

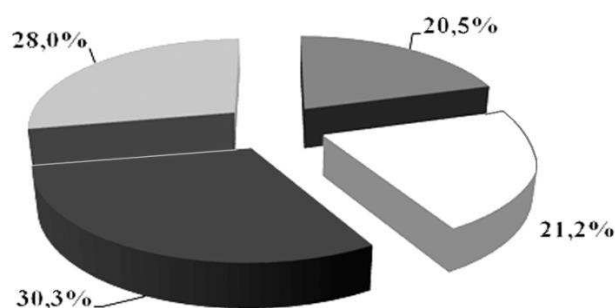


Рисунок 6 – Распределение территории водосбора реки Аксай Кумоярский по экспозиции склонов

На рисунке 7 приведены линии в направлении север-юг и запад-восток, по которым были построены соответствующие модельные профили. Профиль север-юг (рисунок 7) отражает изменение высот Азимуту 179° 57' 52".

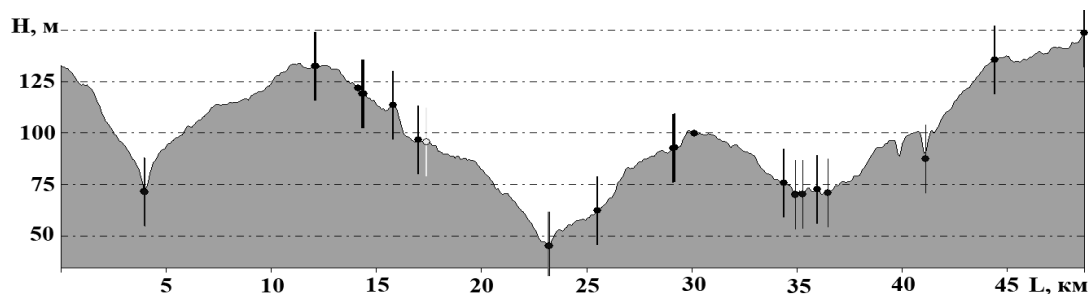


Рисунок 7 – Профиль север-юг

Характеристики профиля: начало профиля 47° 50' 28" с. ш., 43° 19' 59" в. д.; высота в начале профиля 132,7 м; конец профиля 47° 24' 13" с. ш., 43° 20' 00" в. д.; высота в конце профиля 148,6 м; длина профиля 48,7 км; минимальная высота по профилю 44,5 м; максимальная высота по профилю 148,6 м; азимут 179° 57' 52"; средний угол наклона склона 0,02°, максимальный угол наклона склона 12,5° (41,3 км по профилю).

Профиль запад – восток (рисунок 8) отражает изменение высот Азимуту 89° 31' 11".

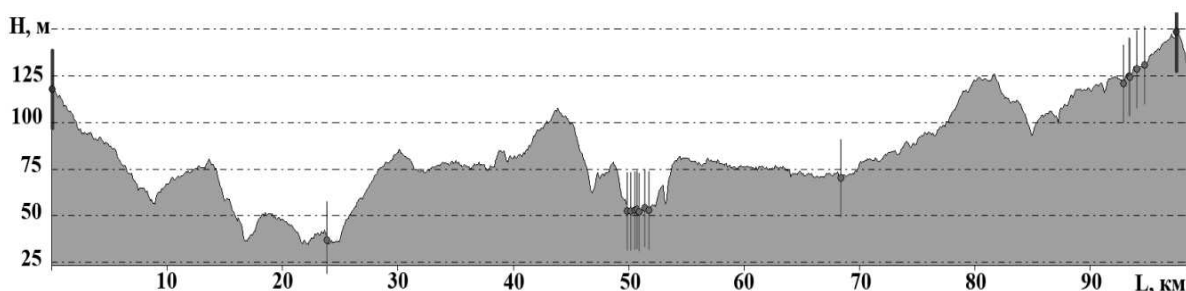


Рисунок 8 – Профиль запад – восток

Характеристики профиля: начало профиля 47° 41' 6" с. ш., 42° 46' 11" в. д.; высота в начале профиля 117,9 м; конец профиля 47° 41' 6" с. ш., 44° 04' 7" в. д.; высота в конце профиля 147,6 м; длина профиля 97,5 км; минимальная высота по профилю: 34,4 м; максимальная высота по профилю 147,8 м; азимут 89° 31' 11"; средний угол наклона склона 0,02°, максимальный угол наклона склона 5,1° (87,3 км по профилю).

Анализ распределения высот и углов наклона склонов по профилям показал, что в основном территория водосбора занята площадями с небольшими углами наклонов склонов, что снижает риски проявления процессов водной эрозии. С другой стороны, большие площади с небольшими углами наклонов склонов в условиях отсутствия систем насаждений для защиты от дефляции повышают риски выдувания и переноса плодородного слоя почвы.

Вывод. Таким образом, использование геоинформационного картографического анализа дает возможность провести оценку территории водосбора с учетом изменения рельефа, а также осуществлять лесомелиоративное обустройство с учетом геоморфологических особенностей этой территории на основе точного, координатного подхода. Использование геоинформационных методов анализа и обобщения географических, геоморфологических и картографических данных позволило установить и картографировать геоморфологическую структуру водосбора, которую можно использовать для определения закономерностей процессов, обуславливающих деградацию ландшафтов. Разработанные модели пространственной структуры рельефа южной части Ергенинской возвышенности использованы для выявления географического расположения склоновых участков и субгоризонтальных поверхностей. В результате установлены пространственные характеристики рельефа территории исследований.

Библиографический список

1. Анисимов, В.И. Основы морфометрического анализа рельефа [Текст] / В.И. Анисимов. – Грозный, 1987. – 91 с.
2. Арманд, Д.Л. Антропогенные эрозионные процессы [Текст] / Д.Л. Арманд // Сельскохозяйственная эрозия и борьба с ней. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 737 с.
3. Генетические типы и формы рельефа [Текст] // Труды Прикаспийской экспедиции. – М.: Изд-во МГУ, 1958. – С. 114-233.
4. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации [Текст] / В.Г. Юфеев, К.Н. Кулик, А.С. Рулев, К.Б. Мушаева, А.В. Кошелев, З.П. Дорохина, О.Ю. Березовикова. – Волгоград. ВНИАЛМИ, 2010 – 102 с.
5. Гудзон, Н. Охрана почвы и борьба с эрозией [Текст] / Н. Гудзон. – М.: Колос, 1974. – 226 с.
6. Ивонин, В.М. Противозерозионные мелиорации водосборов в районах оврагообразования [Текст] / В.М. Ивонин. – М., 1992. – 378 с.

7. Картографирование зон экологического неблагополучия по динамическим критериям [Текст] / Б.В. Виноградов, К.Н. Кулик, А.Д. Сорокин и др. // Экология. – 1988. – №4. – С. 243-251.

8. Кулик, К.Н. Компьютерное математико-картографическое моделирование агролесоландшафтов на основе аэрокосмической информации [Текст] / К.Н. Кулик, В.Г. Юферев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – №1. – С. 52-54.

9. Любимов, Б.П. Особенности морфометрии водосборов верхних звеньев эрозионной сети [Текст] / Б.П. Любимов, И.И. Никольская // Вестник МГУ. Серия 5. География. – 1989. – №2. – С. 79-83.

10. Рулев, А.С. Методология геоинформационного моделирования [Текст] / А.С. Рулев, В.Г. Юферев, М.В. Юферев // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, сентябрь-октябрь. – М., 2011. – №5. – С. 5-6.

Reference

1. Anisimov, V. I. Osnovy morfometricheskogo analiza rel'efa [Tekst] / V. I. Anisimov. - Groznyj, 1987. - 91 s.

2. Armand, D. L. Antropogennye jrozionnye processy [Tekst] / D. L. Armand // Sel'skohozyajstvennaya jroziya i bor'ba s nej. - M.: Izd-vo AN SSSR, 1956. - 737 s.

3. Geneticheskie tipy i formy rel'efa [Tekst] // Trudy Prikaspijskoj jkspedicii. - M.: Izd-vo MGU, 1958. - S. 114-233.

4. Geoinformacionnye tehnologii v agrolesomelioracii [Tekst] / V. G. Yuferev, K. N. Kulik, A. S. Rulev, K. B. Mushaeva, A. V. Koshelev, Z. P. Dorohina, O. Yu. Berezovikova. - Volgograd. VNIALMI, 2010 - 102 s.

5. Gudzon, N. Ohrana pochvy i bor'ba s jroziej [Tekst] / N. Gudzon. - M.: Kolos, 1974. - 226 s.

6. Ivonin, V. M. Protivojrozionnye melioracii vodosborov v rajonah ovragoobrazovaniya [Tekst] / V. M. Ivonin. - M., 1992. - 378 s.

7. Kartografirovanie zon jkologicheskogo neblagopoluchiya po dinamicheskim kriteriyam [Tekst] / B. V. Vinogradov, K. N. Kulik, A. D. Sorokin i dr. // jkologiya. - 1988. - №4. - S. 243-251.

8. Kulik, K. N. Komp'yuternoe matematiko-kartograficheskoe modelirovanie agrolesolandshaftov na osnove a]rokosmicheskoy informacii [Tekst] / K. N. Kulik, V. G. Yuferev // Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. - 2010. - №1. - S. 52-54.

9. Lyubimov, B. P. Osobennosti morfometrii vodosborov verhnih zven'ev jrozionnoj seti [Tekst] / B. P. Lyubimov, I. I. Nikol'skaya // Vestnik MGU. Seriya 5. Geografiya. - 1989. - №2. - S.79-83.

10. Rulev, A. S. Metodologiya geoinformacionnogo modelirovaniya [Tekst] / A. S. Rulev, V. G. Yuferev, M. V. Yuferev // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk, sentyabr'-oktyabr'. - M., 2011. - №5. - S. 5-6.

E-mail: vnialmi_nir@vlpost.ru

УДК 634.93:521

БИОМОНИТОРИНГ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

BIOMONITORING OF SOIL COVER OF VOLZHISKY CITY

А.Н. Бармин, доктор географических наук, профессор

П.А. Зимовец, аспирант

A.N. Barmin, P.A. Zimivets

Астраханский государственный университет

Astrakhan State University

В статье представлены результаты изучения активности фермента каталазы в городских почвах в условиях промышленного и транспортного загрязнения. Исследования проводились в различных районах города Волжского, отличающихся по типу и возрасту застройки, степени озеленения. На разных стадиях разложения органического вещества фермент каталаза является

индикатором интенсивности окислительных процессов, то есть служит показателем активности функционирования почвенной микрофлоры. Анализ почвенных образцов на каталазную активность проводился газометрическим методом, который основан на измерении скорости разложения перекиси водорода при её взаимодействии с почвой. Установлена максимальная каталазная активность ($10,8 \text{ O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин) для зеленой зоны новой части города, что связано с наименьшей длительностью антропогенного воздействия на данную территорию. Судя по низким значениям каталазной активности (от $3,4$ до $4,5 \text{ O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин), максимальной антропогенной нагрузке подвержены зеленые насаждения общего пользования, располагающиеся в центральной части города. Почвы селитебной зоны центральной части города характеризуются средней обогащенностью ферментом (от $3,3$ до $4,7 \text{ O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин). Степень деградации почвенного покрова у автомобильных дорог меньше в старой части города, по сравнению с центральной и новой частями города, в которых каталазная активность ниже соответственно на 34 % и 27 %. Для старой части города характерны здания малоэтажной застройки, узкие автодороги и большое количество зеленых насаждений, что способствует поддержанию допустимого уровня антропогенной нагрузки на почву. Для рекреационной и селитебной зон старой части города каталазная активность находится в пределах средней обогащенности.

The article presents the results of studying the activity of the enzyme catalase in urban soils in industrial and transport pollution. The studies were conducted in different regions of the Volzhsky city, which differ according to the type and age of building, extent of gardening. At different stages of decomposition of organic matter enzyme catalase is an indicator of the intensity of oxidative processes, that is an indication of the activity of the functioning of the soil microflora. Analysis of soil samples catalase activity held gasometric method, which is based on the measurement of the rate of decomposition of hydrogen peroxide during its interaction with the soil. It sets a maximum catalase activity ($10,8 \text{ O}_2 \text{ cm}^3/\text{g}$ for 1 min) to the green area of the new part of the city, which is associated with the lowest duration of human impact on the territory. Judging by the low values of catalase activity (from $3,4$ to $4,5 \text{ O}_2 \text{ cm}^3/\text{g}$ for 1 min), the public green plantings which are settling down in the central part of the city are subject to the maximum anthropogenous pressure. The soils of living zone central part of the city characterized by an average enzyme richness (from $3,3$ to $4,7 \text{ O}_2 \text{ cm}^3/\text{g}$ for 1 min). Extent of degradation of a soil cover at highways is less in an old part of the city in comparison with the central and new parts of the city, where catalase activity is lower by 34 % and 27 %. To the old part of the building is characterized by low-rise buildings, narrow roads and a large amount of green space that helps to maintain an acceptable level of anthropogenic pressure on the ground. For recreational and living areas of the old town of catalase activity is within the average enrichment.

Ключевые слова: городские почвы, биоиндикация, загрязнение, ферментативная активность почв, каталаза, зеленая зона, антропогенная нагрузка.

Key words: urban soil, bioindication, pollution, soil enzymatic activity, catalase, green area, anthropogenic pressure.

Введение. Биологический мониторинг – это контроль состояния окружающей природной среды с помощью живых организмов. Главный метод биологического мониторинга – биоиндикация, которая заключается в регистрации любых изменений в биоте, вызванных антропогенными факторами. Состояние почвенного покрова, степень деградации и загрязнения напрямую зависят от интенсивности антропогенного воздействия на той или иной территории городской среды и от способа городского землепользования. Деградация экосистем в результате загрязнения среды промышленными отходами и транспортными эмиссиями сопровождается значительным ущербом санитарно-гигиеническому состоянию городских территорий [9, 10]. Поскольку трансформация органического вещества в почве, от которой зависит круговорот веществ и энергии не только в почвенной экосистеме, но и в целом биогеоценозе, осуществляется при активном участии ферментов, целесообразно проводить исследования изменений фермента-

тивной активности в городских почвах для оценки степени их деградации [8]. В процессе формирования почв участвуют гидролитические ферменты (гидролазы), осуществляющие разложение органического вещества, и оксидоредуктазы, катализирующие процессы окисления продуктов гидролиза, других метаболитов и образования предгумусных соединений. Действие гидролитических и окислительных ферментов в почве взаимосвязано. Уровень активности оксидоредуктаз, обуславливающих дальнейший распад растительных остатков в почве на более простые вещества, доступные для питания растений, может быть показателем общей биологической активности исследуемой почвы в районах различного рода загрязнений [5, 6].

Так как на разных стадиях разложения органического вещества индикатором интенсивности окислительных процессов служит показатель активности функционирования микрофлоры, каковым является фермент каталаза, целесообразно изучить изменение активности данного фермента в условиях промышленного и транспортного загрязнения в различных районах г. Волжского. При этом полученные данные могут рассматриваться как параметры экологического нормирования, что в настоящее время приобретает практическую значимость.

Город Волжский расположен у начала левого рукава Волги – реки Ахтубы, на её левом берегу, в 20 километрах северо-восточнее центра Волгограда, вместе с которым он образует ядро Волгоградско-Волжской агломерации. Территория города приурочена к югу Прикаспийской низменности, формирование рельефа которой происходило под воздействием трансгрессии древнего Каспия. В результате рельеф города имеет равнинный характер, а высотные отметки не превышают 40 м [1].

Волжский – промышленный город, второй по величине в Волгоградской области по объемам производства после Волгограда. Основу промышленного потенциала Волжского составляют заводы химической, нефтехимической и машиностроительной отраслей, металлургии и энергетики.

Материалы и методы. С целью оценки степени антропогенного воздействия на почвенный покров города Волжского, нами были проведены лабораторные исследования по определению каталазной активности почв. Анализ проб на каталазную активность проводился газометрическим методом, который основан на измерении скорости разложения перекиси водорода при её взаимодействии с почвой. Газометрический метод, как быстрый, точный, не требующий сложной аппаратуры, наиболее широко применяется в практике. Активность каталазы выражают в объеме (см^3) кислорода, выделившегося на 1 г почвы в минуту. Ошибка определения - до 5 %. Повторность – трехкратная [2, 7].

Полученные данные каталазной активности оценивались по шкале обогащенности почвы ферментом каталазы (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала для оценки степени обогащенности почвы ферментом (каталазная активность почвы)

Степень обогащенности почв	Каталаза, $\text{O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин
Очень бедная	<1
Бедная	1-3
Средняя	3-10
Богатая	10-30
Очень богатая	>30

Территория города была условно разделена на три зоны, отличающиеся временем застройки и архитектурно-планировочной структурой – старая, центральная и новая части города. Исследования проводились в каждом из выбранных секторов: на почвах, подверженных разному типу воздействия, в зеленой зоне, возле дороги и в жилой зоне. Названия

ландшафтных зон представлены, исходя из соотношения площадей застройки, озеленения и дорожной сети в пределах планировочных единиц городской территории [3, 4]. Точки отбора проб располагались в центральной части каждой из зон и равноудалены друг от друга.

Результаты и обсуждение. Максимальная каталазная активность почвенных образцов из зеленой зоны была обнаружена в новой части города ($10,8 \text{ O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин – богатая ферментом почва по шкале обогащенности). Это связано с наименьшей длительностью антропогенного воздействия на данную территорию, так как для этого района характерна частичная застройка, а это является одной из главных причин деградации почвенного покрова. В центральной части города каталазная активность в зеленой зоне варьирует от $3,4$ до $4,5 \text{ O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин, что говорит о средней обогащенности, однако в нижних пределах этого интервала ($3-10 \text{ O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин). В старой части города значения находятся в верхних пределах интервала средней обогащенности ферментом - от 4 до $8 \text{ O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин (таблица 2).

Учитывая полученные данные, можно сделать вывод о том, что максимальной антропогенной нагрузке подвержены зеленые насаждения общего пользования, располагающиеся в центральной части города. Это связано со сосредоточением в этих районах большей части населения, застроенных территорий и загруженных автотранспортом дорог, которые являются главными факторами антропогенной нагрузки на городские почвы.

Высокая активность фермента у автодорог выявлена в старой части города, что очевидно обусловлено оптимальной планировкой и большим количеством зеленых насаждений, которые способствуют защите от пыли, шума и негативного воздействия от автотранспорта. Таким образом, степень деградации почвенного покрова у автодороги здесь меньше, по сравнению с центральной и новой частями города. В этих районах каталазная активность ниже соответственно на 34 % и 27 %. На сегодняшний день эти районы более загружены автотранспортом, так как здесь сосредоточена основная часть населения.

Таблица 2 – Результаты исследования каталазной активности почвы
в жилой зоне г. Волжского

№ п/п	Каталазная активность $\text{O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин	Зона отбора пробы	Ландшафтная зона
1	6,0	Новая часть города	Застроенная слабоозелененная
2	10,9		Застроенная слабоозелененная
3	8,0		Застроенная слабоозелененная
4	8,4		Застроенная слабоозелененная
5	5,4		Застроенная слабоозелененная
6	10,7		Застроенная слабоозелененная
7	4,0	Старая часть города	Озелененная
8	7,6		Озелененная
9	8,0		Озелененная
10	4,5		Застроенная озелененная
11	4,3		Застроенная озелененная
12	1,2		Застроенная озелененная
13	4,5	Центральная часть города	Озелененная
14	3,8		Озелененная
15	3,4		Озелененная
16	3,8		Застроенная озелененная
17	3,3		Застроенная слабоозелененная
18	4,7		Застроенная озелененная
19	3,5		Застроенная слабоозелененная
20	3,6		Застроенная слабоозелененная

Максимальная каталазная активность почвенных образцов селитебной зоны установлена в новой части города, также как и для зеленой зоны - $10,9 \text{ O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин – богатая ферментом почва по шкале обогащенности. Минимальное значение в этом районе – $5,4 \text{ O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин, что, в сравнении с другими городскими зонами (центральная и старая части города), тоже является довольно высоким показателем. Для центральной части города показатель колеблется от 3,3 до $4,7 \text{ O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин. Для старой части города от 1,2 до $4,5 \text{ O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин. Так, обнаруженный минимум в старой части города ($1,2 \text{ O}_2 \text{ см}^3/\text{г}$ за 1 мин) в единственном случае характеризует территорию как бедную ферментом (по шкале обогащенности).

Исследования по определению активности каталазы в почвах различных районов на территории города Волжского показали средний её уровень обогащенности в большинстве изучаемых проб, и в единственном случае – бедный – в жилой зоне в новой части города (рисунок 1). В целом, это свидетельствует о нормальном функционировании почвенной биоты, среднем уровне почвенного плодородия и сохраняющейся способности почвы к её самоочищению от загрязняющих веществ. Что касается обеднённости ферментом территории жилых массивов новой части города, то это указывает на ухудшение свойств этой почвы и необходимость проведения агротехнических и лесомелиоративных мероприятий.

Старая часть города претерпела самые длительные исторические преобразования. Для архитектурно-планировочной структуры характерны здания малоэтажной застройки, узкие автодороги, большое количество зеленых насаждений общего пользования, специального назначения и внутридворовой растительности. Все это благоприятно сказывается на экологической обстановке и способствует поддержанию допустимого уровня антропогенной нагрузки на почву. Как для рекреационной, так и для селитебной зон старой части города, каталазная активность находится в пределах средней обогащенности.

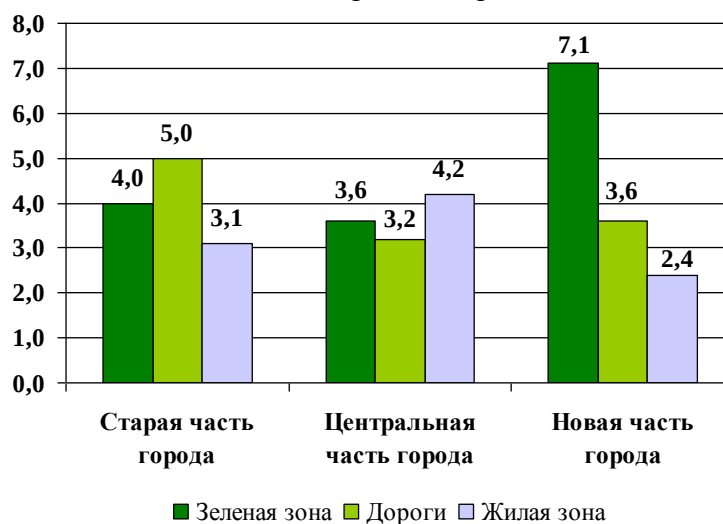


Рисунок 1 – Каталазная активность почв в жилой зоне г. Волжского

Архитектурно-планировочная структура центральной части города представлена разнообразием как малоэтажной, так и многоэтажной застройки, обилием дорожных сетей, перегруженных автотранспортом, высокой численностью населения и сосредоточением основной части административно-деловой застройки. Обеспеченность зелеными насаждениями в данном районе не достаточно велика наряду с высокой степенью антропогенной нагрузки. Это подтверждают полученные данные о ферментативной активности почвы как о показателе уровня антропогенной нарушенности почвенного покрова. Обогащенность

этих почв каталазой является практически равной для селитебной и зеленой зоны - от 3,4 до 4,5 O_2 см³/г за 1 мин в рекреационной зоне и от 3,3 до 4,7 O_2 см³/г за 1 мин – в селитебной зоне. Эти значения характеризуют почву как среднеобогатченную, но в нижних пределах шкалы обогащенности каталазой (3-10 O_2 см³/г за 1 мин).

Новая часть города является сравнительно молодым участком города, для которого характерна повсеместная многоэтажная застройка, обилие дорожных сетей, некоторая часть административно-деловой застройки, интенсивно развивающиеся строительные работы и низкая обеспеченность зелеными насаждениями, которые представлены небольшими молодыми парковыми зонами. Однако, учитывая высокую степень антропогенной нагрузки на территорию, показатели ферментативной активности как для зеленой зоны, так и для селитебной зон оказались здесь наиболее высокими, в сравнении с более старыми районами города. Были установлены значения от 6 до 10,8 O_2 см³/г за 1 мин. в рекреационной зоне и от 5,4 до 10,7 в селитебной зоне. Выявленную особенность можно объяснить наименьшей длительностью антропогенного воздействия на данную территорию.

Заключение. Биологический мониторинг почвенного покрова позволил установить, что в зависимости от планировочной структуры города и, как следствие, различной степени антропогенной нагрузки в урбанозёмах изменяется интенсивность биологических процессов, выражаемых в виде активности фермента каталазы. Старая часть города (хорошо озелененная) и новая часть города (слабоозелененная) существенно различаются по показателю каталазной активности.

Библиографический список

1. Анопин, В.Н. Архитектурно-планировочные и адаптивно-ландшафтные основы зеленого строительства на территории Волгоградской агломерации [Текст]/ В. Н. Анопин, Н. Г. Матовникова, С. А. Матовников. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2012. – 159 с.
2. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование [Текст]/ О. П. Мелихова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.
3. Зимовец, П.А. Ландшафтное зонирование урбогеосистем города Волжского [Текст]/ П.А. Зимовец // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2016. – № 3. – С. 61-65.
4. Колбовский, Е.Ю. Ландшафтное планирование [Текст]. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
5. Марфенина, О. Е. Микробиологические аспекты охраны почв [Текст]/ О. Е. Марфенина. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 80 с.
6. Никитина, З. И. Микробиологический мониторинг наземных экосистем [Текст]/ З. И. Никитина. – Новосибирск: Наука, 1991. – 222 с.
7. Федорец, Н. Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий [Текст]/ Н. Г. Федорец, М. В. Медведева. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.
8. Хазиев, Ф. Х. Ферментативная активность почв [Текст] / Ф. Х. Хазиев. – М.: Наука, 1976. – 17 с.
9. Хомич, В. А. Экология городской среды [Текст] /В.А. Хомич. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2002. – 267 с.
10. Яковлев А. С. Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв [Текст] / А.С. Яковлев // Почвоведение. – 2000. – № 1. – С. 70-79.

Reference

1. Anopin, V. N. Arhitekturno-planirovochnye i adaptivno-landshaftnye osnovy zelenogo stroitel'stva na territorii Volgogradskoj aglomeracii [Текст]/ V. N. Anopin, N. G. Matovnikova, S. A. Matovnikov. - Volgograd: VolgGASU, 2012. - 159 s.

2. Biologicheskij kontrol' okruzhayushej sredy: bioindikaciya i biotestirovanie [Tekst]/ O. P. Melihova, E. I. Egorova, T. I. Evseeva i dr. - M.: Izdatel'skij centr "Akademiya", 2007. - 288 s.
3. Zimovec, P. A. Landshaftnoe zonirovaniye urbogeosistem goroda Volzhskogo [Tekst]/ P. A. Zimovec // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geo]kologiya. - 2016. - № 3. - S. 61-65.
4. Kolbovskij, E. Yu. Landshaftnoe planirovaniye [Tekst]. - M.: Izdatel'skij centr "Akademiya", 2008. - 336 s.
5. Marfenina, O. E. Mikrobiologicheskie aspekty ohrany pochv [Tekst]/ O. E. Marfenina. - M.: Izd-vo MGU, 1991. - 80 s.
6. Nikitina, Z. I. Mikrobiologicheskij monitoring nazemnyh jkosistem [Tekst]/ Z. I. Nikitina. - Novosibirsk: Nauka, 1991. - 222 s.
7. Fedorec, N. G. Metodika issledovaniya pochv urbanizirovannyh territorij [Tekst]/ N. G. Fedorec, M. V. Medvedeva. - Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr RAN, 2009. - 84 s.
8. Haziev, F. H. Fermentativnaya aktivnost' pochv [Tekst] / F. H. Haziev. - M.: Nauka, 1976. - 17 s.
9. Homich, V. A. jkologiya gorodskoj sredy [Tekst] /V. A. Homich. - Omsk: Izd-vo SibADI, 2002. - 267 s.
10. Yakovlev A. S. Biologicheskaya diagnostika i monitoring sostoyaniya pochv [Tekst] / A. S. Yakovlev // Pochvovedenie. - 2000. - № 1. - S. 70-79.

E-mail: petrzimovets@yandex.ru

УДК 504.05/06

ВОЛГОГРАДСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ: ИСТОРИЯ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ **VOLGOGRAD RESERVOIR: HISTORY, PROBLEMS, SOLUTIONS**

С.Я. Семененко, доктор сельскохозяйственных наук
S.Y. Semenenko

Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий
(филиал ФНЦ агроэкологии РАН)

Volga Research Institute of Ecological and reclamation technologies
(branch FSC of Agroecology RAS)

Волгоградское водохранилище, используемое для решения многообразных экономических и социальных задач, претерпевает нежелательные изменения: обрушение берегов, необходимость переселения жителей и переноса объектов народного хозяйства, нарушение сложившихся экономических, транспортных и другие связей, изменение микроклиматических условий и санитарно-гигиенической обстановки. Настоящая статья посвящена анализу современных проблем водохранилищ равнинных рек с длительным периодом эксплуатации, обоснованию способов защиты береговой линии и организации целесообразного и интенсивного использования отдельных участков акватории в соответствии с их природными особенностями. Учитывая современную, а в большей степени перспективную ситуацию с дефицитом водных ресурсов, предлагается комплекс мер по охране и эффективному использованию внутренних водоемов, фонд которых в России очень велик, а хозяйственный потенциал освоен недостаточно, и более того, в силу представленных проблем, неуклонно снижается. Учитывая чрезвычайно важные, сложные и интересные для всестороннего изучения процессы в зоне действия водохранилища, а также недооценённость проектировщиками некоторых негативных последствий, их продолжительный и незатухающий характер, возникла необходимость разработки технологий, направленных на восстановление социальной, экологической и рекреационной значимости Волгоградского водохранилища. Предложенные разработки в виде адаптированных польдерных систем могут быть применены и к другим, аналогичным по условиям, водохранилищам, например Цимлянскому, Куйбышевскому и т. д.

The Volgograd Reservoir, used to solve diverse economic and social objectives, has and unwanted change: the collapse of banks, the need for resettlement and transfer of objects of national economy, disruption of economic, transport and other links, modify microclimatic conditions and sanitation. This article is devoted to modern problems of reservoirs, lowland rivers with a long period of

operation, the justification of the ways of protecting the coastline and the organization of appropriate and intensive use of individual sections of waters according to their natural features. Given the current, and to a greater extent promising situation with the shortage of water resources, proposed a set of measures for the protection and efficient use of inland waters, the Foundation of which in Russia is very high, and the economic potential mastered enough, and moreover, because the presented problems, has been steadily declining. Given the extremely important, difficult and interesting for all-sided study of processes in the area of the reservoir, and also undervalued by the designers of some of the negative consequences, they long-lasting and continuous nature, there is a need to develop technologies aimed at restoring the social, environmental and recreational significance of the Volgograd reservoir. The proposed development, in the form adapted polder systems can be applied to other similar conditions, the reservoirs, for example Tsimlyanskii, Kuibyshev, etc.

Ключевые слова: водохранилище, экологические проблемы, активная защита, водный транспорт, размыв берегов, качество воды, пolder водохранилищный оросительный, грузовой причал, рекреационные зоны.

Key words: reservoir, environmental issues, active defense, water transport, Bank erosion, water quality, polder irrigation storage, cargo terminal, and recreation.

Введение. Первые водохранилища на территории России были созданы в 1701-1709 гг. как часть искусственной водной системы, связавшей р. Тверцу с Балтийским морем [9].

В настоящее время в России эксплуатируется около 2650 водохранилищ ёмкостью свыше 1 млн м³, при этом их суммарный полезный объём составляет 342 км³, причём более 90 % указанного объёма составляют водохранилища с ёмкостью более 10 млн м³. Протяжённость береговой линии российских водохранилищ составляет около 75,4 тыс. км. Комплексно используются около 230 водохранилищ, для нужд энергетики – 30, сельского хозяйства – 1760, водоснабжения и обводнения – 297, прочих нужд – 586 [6].

Мощное развитие производственного потенциала г. Волгограда и области обусловило строительство Волжской ГЭС имени 22-го съезда КПСС.

6 августа 1950 г. И. Сталин подписал Постановление Совмина СССР № 3555 о сооружении севернее г. Сталинграда гидроузла мощностью не менее 1,7 млн кВт. Для проектирования было привлечено 11 научно-исследовательских институтов под руководством института «Гидропроект». Разработка котлована началась в 1952 году. Непосредственно на строительстве ГЭС трудилось около 36 тыс. человек. Первый агрегат был пущен 22 декабря 1958 года, а весь комплекс ГЭС принят в эксплуатацию 9 сентября 1961 года.

Комплекс сооружений ГЭС, с длиной напорного фронта 4,9 км, послужил образованию крупного Волгоградского водохранилища.

До ноября 1967 г. Волгоградское водохранилище не являлось частью Волго-Камского каскада, поскольку между водохранилищем и вышерасположенной ГЭС им. В.И. Ленина находился не зарегулированный участок р. Волга длиной около 350 км. В 1967 г., после сооружения Саратовской ГЭС им. Ленинского комсомола, Волгоградское водохранилище стало ступенью каскада с уменьшением протяжённости до нынешних 540 км [3].

Его основные характеристики: нормальный подпёртый уровень (НПУ) составляет 15,0 м; полный объём при НПУ – 31450 млн. м³; площадь зеркала при НПУ – 3117 км²; уровень мёртвого объёма (УМО) – 12,0 м; площадь зеркала при УМО – 2426 км²; – протяжённость береговой линии – 1678 км; – максимальная глубина – 41 м, средняя – 10 м; ширина от 3 до 10-13 км [2,5].

В период наполнения чаши водохранилища было затоплено 276 тыс. га земель, в т.ч. сельскохозяйственных – 137 тыс. га. Из зоны затопления водохранилища было переселено более 50 тыс. человек.

С устройством водохранилища потерялись не только леса, ценные земли и рекреации большой ёмкости, потерялись моральные, исторические, этнические и культурные ценности [8].

Строительство ГЭС сыграло неоценимую роль в электроснабжении Нижневолжского региона и объединении крупных энергосистем Центрального, Поволжского и Южного регионов.

Создание ГЭС позволило интенсифицировать развитие народного хозяйства благодаря устройству постоянных железнодорожного и автодорожного переходов через р. Волга, выработке дешёвой электроэнергии для населения и предприятий, возможности орошения больших засушливых территорий Заволжья и обводнения некоторых территорий Калмыкии и Казахстана, развитию водного транспорта с использованием судов класса «река-море» от Саратова до Каспийского моря и т. д.

Создание гидроузла породило и массу экологических проблем. Катастрофически ухудшились условия для воспроизведения рыб, регулируемое (зачастую не в пользу населения и окружающей среде), перераспределение стока нарушило естественный гидрологический режим, ухудшились условия (вплоть до опасного уровня) проживания населения в Волго-Ахтубинской пойме и опасность её существования как уникального природного образования.

Повторяемость расходов сброса в нижний бьеф (в низовья Волги) в 20-35 тыс. 3/сек уменьшилась в 2,5 раза. На 40 % уменьшилась продолжительность затопления поймы и на 20 % дельты Волги, что существенно снизило продуктивность пойменных лесных угодий, сельского и рыбного хозяйства.

Создание Волго-Камского каскада изменило гидрологический режим реки. Если до его создания вода от Рыбинска до Волгограда доходила за 50 суток, но в настоящее время за 450-500 суток [5]. Это привело к накоплению в водохранилище биогенных соединений и аккумуляции до 97 % твёрдого стока.

После завершения процесса затопления водохранилища и образования водной поверхности при НПУ в 3117 км² и ширине около 10 км (в некоторых расширениях до 13 км), были созданы крайне благоприятные условия для размыва берегов гравитационным течением и, в основном, волновым волнением, образующимся в результате ветрового воздействия.

Результаты и обсуждение. Процесс размыва береговых склонов равнинных водохранилищ является наиболее активным гидродинамическим процессом, широко распространённым на земной поверхности. Он предполагает большой перечень негативных экологических проявлений. Явным и первоочередным проявлением является обрушение береговых склонов, отступление береговой линии с потерей прибрежных территорий, и, как следствие – наполнение чаши водохранилища продуктами разрушения, обуславливающих процессы заиления, занесения устьев впадающих рек и т.д. [1, 4, 7, 10].

Водоохранилища Волго-Камского каскада характеризуются следующими показателями протяжённости береговой линии (в км) и поражённостью переработкой берегов (в %), соответственно: Куйбышевское – 2030 – 75 %; Волгоградское – 1678 – 72 %; Саратовское – 962 – 70 %; Рыбинское – 2460 – 35 %.

Повышенная интенсивность переработки берегов Волгоградского водохранилища определяется, в первую очередь, его большими размерами, а также характером обширных безлесных пространств, примыкающих к водохранилищу. Оба этих фактора способствуют образованию высоких ветровых волн, которые резко повышают динамическое воздействие на берега. Как показали расчёты Е.Г. Качугина, энергия волнения на Волгоградском водохранилище, имеющем в среднем ширину 10 км и расположенном в степной зоне, достигает 800 тыс.т.-м, а на Рыбинском водохранилище, имеющем ширину 56 км, но расположенном в лесной зоне – не превышает 65 тыс.т.-м [12].

Наибольшая интенсивность размыва наблюдаются в нижней, 300 километровой зоне водохранилища, на участках расширения, где глубина 10 м, а ширина акватории ≥ 10 км. В этой зоне измеренные высоты ветровых волн составляют до 3,1 м, а теоретически возможные (при ветрах редкой повторяемости скорости, направления и продолжительности) могут достигать высоты до 5,0 м [11].

Исследователями установлено, что правые и левые берега Волгоградского водохранилища имеют различное геологическое строение. Правые склоны являются восточным окончанием Приволжской возвышенности, сложенными преимущественно более древними и более устойчивыми к размыву геологическими отложениями. На левобережье развиты морские и аллювиальные отложения эрозионно-аккумулятивных террас Волги и абразионно-аккумулятивных террас древнего Каспия. Слагающие их четвертичные отложения имеют более рыхлую консистенцию и заметно больше подвержены размыву, в сравнении с породами правого берега. Единственным фактором сдерживания размыва левого берега являются слои плотных хвалыньских глин, залегающих местами ниже уреза воды водохранилища, а местами возвышающихся на 1,0 м над урезом [11, 12].

Результатом размыва берегов является потеря прибрежных территорий водохранилища, которая, по оценкам исследователей [11], к 2000 г. достигла 107,4 км², что составляет около 0,1 % территории Волгоградской области.

Установлено, что на участках левобережья размыв береговой линии идёт значительно быстрее.

Исследователи отмечают, что темпы отступления береговых бровок, в период между смежными сериями наблюдений, у населённых пунктов достигали: – 7,6 – 12,1 м (Бережновка); – 7,2 – 11,3 м (Колышкино); – 6,7 – 8,9 м (Молчановка); – 8,2 – 14,3 м (Ниж. Балыклей); – 11,1 – 16,6 м (Новоникольское); – 12,7 – 11,2 м (Ровное); – 22,1 – 28,4 м (Рахинка) и т.д., при этом акцентируется, что наибольшую опасность представляет собой неизменность скорости размыва во времени и ожидание усиления экологической опасности на левобережье Волгоградского водохранилища [11].

Предположительно можно отметить, что к 2020 г. площадь потерянных прибрежных территорий, за период после заполнения Волгоградского водохранилища в границах Волгоградской области может составить более 110,0 км², или 11,0 тыс. га, что соответствует интенсивности 183 га в год.

Учитывая испаряемость в зоне акватории Волгоградского водохранилища в 1000-1200 мм, потери влаги с дополнительно образованной водной поверхности составляют 132 млн м³, или 12 тыс. м³ с 1 га. При средневзвешенной оросительной норме 3500 м³, потерянной с 1 га водной поверхности влагой, можно орошать более 3 га земель, т.е. теряются три оросительных нормы. Эти данные говорят о высокой значимости переработки берегов в плане защиты и экономии водных ресурсов.

К числу наиболее негативных экологических проявлений относится и ухудшение качества воды в водохранилище. Оно обусловлено бурным развитием сине-зелёных водорослей, которые на самом деле не водоросли, а колонии бактерий. Широкая (400-1000 м), мелководная, хорошо прогреваемая полоса левобережья, ослабленное течение, высокое содержание в воде органического вещества и поступление биогенных элементов с прибрежных территорий, являются прекрасными предвестниками их развития. При биомассе водорослей 200 – 300 г/м³ происходит нарушение процесса фотосинтеза, массовое их отмирание и разложение, повышение потребления кислорода и выделение продуктов распада. В результате происходит вторичное биологическое загрязнение, ухудшается качество воды и санитарное состояние водохранилища. Эти процессы интенсифицируются, в первую очередь, размывом береговой линии.

Волго-Камский каскад водохранилищ проектировался как составная часть единой транспортной системы страны, обширная речная сеть которой традиционно и надёжно служила основой системы путей сообщения, когда другие виды транспорта не могут выполнить поставленную задачу по доставке пассажиров и грузов в труднодоступные регионы или по доставке крупногабаритных промышленных конструкций.

Общая протяжённость эксплуатируемых в России внутренних водных путей в течение последнего десятилетия была сохранена на уровне 100 тыс. км, однако, ввиду бюджетного недофинансирования дноуглубительных работ, протяжённость водных путей с гарантированным габаритом судовых ходов уменьшилась до 42 тыс. км. Доля грузов, перевозимых по этим путям, составляет около 4 процентов от общего объёма грузоперевозок всем транспортным комплексом нашей страны (в странах Европы, имеющих Единую сеть европейских внутренних водных путей, – 10-19 %) [9].

При протяжённости береговой линии (в границах Волгоградской области) около 250 км, площади Волгоградского Заволжья более 25 % от площади области, отсутствии железнодорожного сообщения и наличии единственной автомобильной трассы, водный путь Волгоградского водохранилища просто обязан быть востребованным левобережными территориями для отгрузки сельхозпродукции.

Ранее регулярное пассажирское сообщение по маршруту Волгоград – Саратов, выполняемое теплоходами класса «река – море» с заходом в Приморск, Быково, Кислово и Николаевск, в 1985-1990 гг. было прекращено ввиду не только экономической ситуации в стране, но и из-за невозможности безопасного подхода к причалам из-за мелководья, заиления и занесения. А ведь в некоторых совхозах и колхозах ранее даже имелись свои сухогрузы для доставки сельхозпродукции в г. Москву, Саратов, Ульяновск, а у с. Кислово, располагался грузовой порт, обслуживающий четыре Заволжских района. В настоящее время из-за переработки береговой линии и мелководья, население практически лишено возможности использования биоресурсов водохранилища, в т.ч. и его рекреационного потенциала. Экологическая ситуация в границах населённых пунктов крайне неудовлетворительная, а в местах размыва старых кладбищ (п. Приморск, севернее с. Кислово) – опасная. На склонах берегов и пляжах наблюдаются разрушенные гробы, останки человеческих тел. Береговая полоса и пляжи превращены в свалку мусора, бытовых и строительных отходов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Захламление береговой линии строительным мусором

Дальнейшее бездействие по защите вод Волгоградского водохранилища может иметь крайне негативное последствие для экологического состояния одного из крупнейших водохранилищ России, являющегося источником питьевого водоснабжения крупных населённых пунктов, в т.ч. г. Волгограда.

Необходимо отметить, что Администрациями области и муниципальных районов предпринимаются «робкие» попытки проведения берегоукрепительных работ на левобережье водохранилища. В 2012 г. был сдан в эксплуатацию участок берегоукрепления у г. Николаевск, а в 2016 г. эти работы были продолжены (рисунок 2).

Стоимость строительства 1 п.м. берегоукрепительных работ с конструкцией, представленной на рисунке 2, составляет около 223 тыс. руб.

Стоимость капитальных сооружений, с устройством контрбанкета с берегоукрепительными конструкциями и системой дренажа, террасированием откосов и организацией поверхностного стока, составляет не менее 100 млн руб. за 1 п.м. (конструкция укрепления правого берега р. Волга в Волгограде, в районе стадиона «Волгоград Арена»).

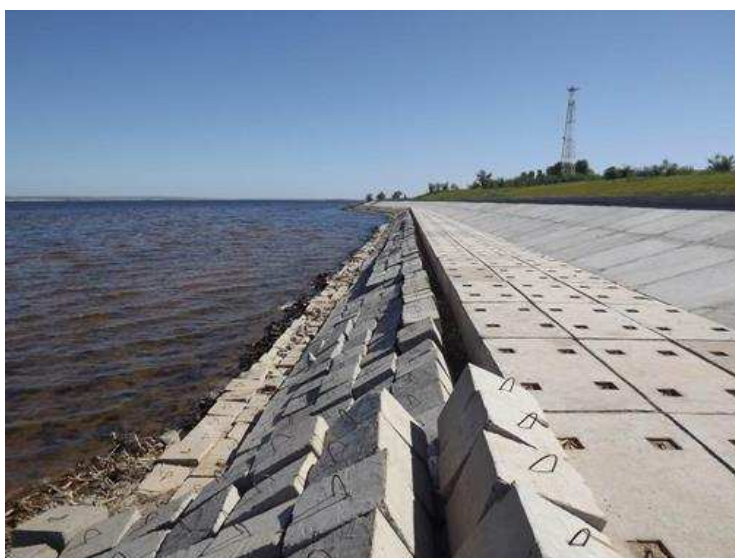


Рисунок 2 – Берегоукрепительные работы у г. Николаевск

Такие затраты можно позволить только при защите особо ценных городских территорий или мест расположения особо опасных объектов.

Современный отечественный и зарубежный опыт берегоукрепления свидетельствует об эффективности устройства защитных конструкций в виде габионов. Ориентировочная стоимость строительства составляет около 60 тыс. руб. за 1 п.м. [9].

На отдельных участках левобережья для защиты берегов от размыва в настоящее время применяются каменная наброска и габионные сооружения различной протяжённости с креплением откосов геосеткой (рисунок 3).



Рисунок 3 – Материалы крепления берегов

Это элементы мероприятий так называемой «пассивной» защиты, т.е. не изменяющей режима водотока и не обладающей признаками окупаемости.

Длительные наблюдения за работой отдельно стоящих габионов показали их техническую и, как следствие, экономическую неэффективность. Ошибки в проектировании и выполнении монтажных работ не только не способствовали защите берегов, но и спровоцировали увеличение скорости размыва воронки на границах сооружения (рисунок 4).

Это связано с увеличением времени контакта воды и насыпного грунта за габионом (что влечет увеличение влажности грунта и уменьшение его устойчивости размыву), и повышением уровня воды перед габионом при волновом воздействии с увеличением динамической энергии волнения. Скорость размыва воронки у исследуемых габионов интенсифицируется при северных и юго-западных ветрах.

Можно предположить, что существует возможность использования отдельно стоящих габионов, но только с обязательным сопряжением их в береговую линию и укреплением примыкания каменной наброской, что, несомненно, увеличит его стоимость, но обеспечит некоторое увеличение устойчивости сооружения. Защита небольших по протяженности участков береговой линии не может решить вышеназванных экологических, экономических и транспортных проблем эксплуатации Волгоградского водохранилища.



Рисунок 4 - Воронки интенсивного размыва на границе сооружения

На фоне глобального потепления и возможных грядущих экологических катастроф уже появились «горячие головы» в природозащитных организациях, призывающих спустить равнинные водохранилища. Несомненно, это абсурд.

Ученые Поволжского научно-исследовательского института эколого-мелиоративных технологий ФНЦ агроэкологии РАН, изучив опыт эксплуатации участков берегоукрепления левобережья Волгоградского водохранилища и придя к выводу о

их неэффективной работе (если только не стоит задача «закрыть» бюджетные средства), предлагают усовершенствованный способ «активной» защиты береговой линии (с изменением режима водотока и возможностью самокупаемости) с помощью видоизмененной классической польдерной системы.

По нашему определению, «Польдер водохранилищный оросительный» (ПВО) – это береговой мелководный участок акватории водохранилища, защищенный от затопления и служащий для целей сельскохозяйственного, рыбохозяйственного, рекреационного и транспортного использования.

Предлагаемая польдерная система состоит из внешней защитной дамбы со встроенными регулируемыми гидротехническими сооружениями, внутренних разделительных дамб, образующих польдерные поля (минипольдеры), оросительной и сбросной сети, насосных станций, причальных стенок, лесозащитных насаждений и т.д. (рисунок 5).



Рисунок 5 – Проект конструкции польдера водохранилищного оросительного у р.п. Быково

Начало и окончание внешней защитной дамбы должно быть в естественном овраге, сопряжено с берегом и закреплено каменной наброской. Поперечное сечение дамбы, материал и ее конструкция зависят от многих факторов и определяется по результатам исследований, предпроектной проработкой и техническим заданием.

Ширина польдера (расстояние от берега до внешней защитной дамбы) зависит от необходимости создания благоприятных условий для подхода теплоходов и сухогрузов с определенной осадкой. При этом можно проектировать причал в теле дамбы, а можно выносной, вглубь водохранилища, для судов с большей осадкой. ПВО и польдерные поля могут проектироваться незатопляемые и затопляемые. Незатопляемые польдеры полностью защищаются дамбами от половодья и паводков. Затопляемые устраивают таким образом, что в период паводка они затапливаются, а в начале спада уровня воду искусственно удаляют за пределы защитных дамб, ускорив подготовку поверхности польдера к полевым работам. В зависимости от назначения можно комбинировать конструкциями минипольдеров и технологиями увлажнения полей (возможно, по типу лиманного орошения).

Для орошения сельскохозяйственных культур на польдерных полях необходимо использовать поверхностные самотечные способы полива (затоплением, по полосам и бороздам) при высоком уровне воды в водохранилище или низконапорные способы дождевания, капельного и комбинированного орошения при низком уровне.

На территории польдеров должны выращиваться, в первую очередь, водоемкие культуры (рис, хлопок, овощи и т.д.).

Основным экологическим требованием сельскохозяйственного производства в польдерах должно являться биологизированное земледелие.

Учитывая отсутствие гумусированного горизонта на поверхности польдера, необходимо проведение длительного периода биологической рекультивации и сельскохозяйственного освоения. В этом случае рыбоводные польдеры довольно быстро могут быть устроены и позволят значительно уменьшить дисконтированный срок окупаемости.

Строительство предлагаемой польдерной системы позволит:

- а) исключить безвозвратные потери воды на испарение и тем самым способствовать увеличению водности водохранилища;
- б) предотвратить перенос населенных пунктов;
- в) ухудшить условия развития сине-зеленых водорослей;
- г) создать дополнительное количество рабочих мест;
- д) обеспечить доступность Заволжским территориям к водной транспортной артерии для организации реализации сельскохозяйственной продукции;
- ж) практически исключить финансовые затраты на подачу воды в польдеры для орошения сельскохозяйственных культур, что делает выращенную продукцию высоко rentабельной и конкурентоспособной;
- з) обеспечить жителей Заволжья рекреационными территориями и возможностью использования водных биоресурсов;
- и) улучшить экономические условия воспроизводства и производства рыборазведения;
- к) несколько увеличить скорость течения воды в водохранилище за счет стеснения потока русла;
- л) при прогнозируемом изменении климата и повышении значимости оросительных мелиораций головные водозаборы оросительных систем левобережья можно разместить на внешней оградительной дамбе с гарантированным уровнем воды в межженный период.

Заключение. Первоочередно устраивать ПВО необходимо у населенных пунктов для обеспечения их защиты, активного пользования созданными рекреациями, удобства использования населением акваресурсов водохранилища и доставки рабочей силы на польдерные поля, кроме того, для жителей Заволжья гидротехническое сооружение позволит активизировать водное пассажирские сообщение с г. Камышин.

В дальнейшем таким сооружением необходимо защитить всё левобережье Волгоградского водохранилища, что позволит улучшить социально- экономическое положение сельского населения Заволжья.

Библиографический список

1. Авакян А.Б. Водохранилища [Текст]/ А.Б. Авакян, В.П. Салтанкин, В.В. Шаранов. – М.: Мысль, 1987. – 325 с.
2. Азманов, М.С. Волгоградское водохранилище [Текст]/ М.С. Азманов // Сб. работ Волгоградской ГМО, 1970. – Вып. 1 – С. 82.
3. Болотов, В.П. Оценка содержания и миграция тяжелых металлов в экосистемах Волгоградского водохранилища [Текст] : дисс. канд. биол. наук: 03.02.08 / Владимир Петрович Болотов. – Экология, Москва, 2015. – С. 120.
4. Водохранилища и их воздействие на окружающую среду [Текст]/ Под ред. А.Б. Авакяна, Г.В. Воропаева. – М.: Наука, 1986. – 368 с.
5. Волгоградское водохранилище. Серия: Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР [Текст]. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – С. 84.
6. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2012 году» [Текст]. – М.: НИА-Природа, 2013. – 370 с.
7. Зубенко, Ф.С. Берега Волгоградского водохранилища [Текст]// Материалы к изучению перестроения берегов Волгоградского водохранилища. – М.: Наука, 1964. – С. 78-124.
8. Плотины и развитие. Новая методическая основа для принятия решений. Отчет Всемирной комиссии по плотинам [Текст]. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF). – 2009. – 200 с.
9. Пудовкин, А.Л. Гидрология суши : водохранилища. [Текст]. – Открытая платформа электронных публикаций SPUBLER. Дата публикации:2015-07-26. – 224 с.
10. Рагозин, А.Л. Региональный анализ абразионной опасности и риска на морях и водохранилищах России [Текст]/ А.Л. Рагозин, В.Н. Бурова // Современные проблемы изучения берегов. – СПб., 1995.
11. Филиппов, О.В. Перестроение берегов Волгоградского водохранилища [Текст]/ О.В. Филиппов // Геоморфология. – 2012. – № 2. – С. 34а-43.
12. Шубин, А.М. Экологическая безопасность прибрежных территорий и эффективность берегоукрепительных мероприятий [Текст]/ А.М. Шубин // Вестник Волг. гос. арх-стр. ун-та. – 2009. – №14 (33). – С. 182-187.

Reference

1. Avakyan A. B. Vodohranilisha [Tekst]/ A. B. Avakyan, V. P. Saltankin, V. V. Sharanov. - M.: Mysl', 1987. - 325 s.
2. Azmanov, M. S. Volgogradskoe vodohranilische [Tekst]/ M. S. Azmanov // Sb. rabot Volgogradskoj GMO, 1970. - Vyp. 1 - S. 82.
3. Bolotov, V. P. Ocenka sodержaniya i migraciya tyazhelyh metallov v]kosistemah Volgogradskogo vodohranilisha [Tekst] : diss. kand. biol. nauk: 03.02.08 / Vladimir Petrovich Bolotov. - }kologiya, Moskva, 2015. - S. 120.
4. Vodohranilisha i ih vozdejstvie na okruzhayuschuyu sredu [Tekst]/ Pod red. A. B. Avakyan, G. V. Voropaeva. - M.: Nauka, 1986. - 368 s.
5. Volgogradskoe vodohranilische. Seriya: Gidrometeorologicheskij rezhim ozer i vodohranilisch SSSR [Tekst]. - L.: Gidrometeoizdat, 1976. - S. 84.
6. Gosudarstvennyj doklad "O sostoyanii i ispol'zovanii vodnyh resursov Rossijskoj Federacii v 2012 godu" [Tekst]. - M.: NIA-Priroda, 2013. - 370 s.
7. Zubenko, F. S. Berega Volgogradskogo vodohranilisha [Tekst]// Materialy k izucheniyu pereformirovaniya beregov Volgogradskogo vodohranilisha. - M.: Nauka, 1964. - S. 78-124.

8. Plotiny i razvitie. Novaya metodicheskaya osnova dlya prinyatiya reshenij. Otchet Vsemirnoj komissii po plotinam [Tekst]. - M.: Vsemirnyj fond dikoj prirody (WWF). - 2009. - 200 s.

9. Pudovkin, A. L. Gidrologiya sushi : vodohranilischa. [Tekst]. - Otkrytaya plat-forma jlektronnyh publikacij SPUBLER. Data publikacii:2015-07-26. - 224 s.

10. Ragozin, A. L. Regional'nyj analiz abrazionnoj opasnosti i riska na moryah i vodohranilischah Rossii [Tekst]/ A. L. Ragozin, V. N. Burova // Sovremennye problemy izucheniya beregov. - SPb., 1995.

11. Filippov, O. V. Pereformirovanie beregov Volgogradskogo vodohranilischa [Tekst]/ O. V. Filippov // Geomorfologiya. - 2012. - № 2. - S. 34a-43.

12. Shubin, A. M. jkologicheskaya bezopasnost' pribrezhnyh territorij i jffektivnost' beregoukrepitel'nyh meropriyatij [Tekst]/ A. M. Shubin // Vestnik Volg. gos. arh-str. un-ta. - 2009. - №14 (33). - S. 182-187.

E-mail: petrzhimovets@yandex.ru

УДК 631.582: 631.87 (470.44/47)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СРЕДСТВ БИОЛОГИЗАЦИИ В ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТАХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

EFFICIENCY FIELD ROTATIONS DEPENDING ON THE USE OF FUNDS BIOLOGIZATION IN THE DRY STEPPE ZONE LOWER VOLGA REGION

А.В. Зеленов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Р.Х. Уришев¹, аспирант

Е.В. Семинченко², младший научный сотрудник

A.V. Zelenev, R.H. Urishev, E.V. Seminchenko

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Нижне-Волжский НИИ сельского хозяйства – филиал ФНЦ
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

Эффективный подбор средств биологизации позволяет увеличить возврат органического вещества и элементов питания в почву, повысить баланс гумуса и продуктивность севооборотов. Изучали полевые севообороты: 1) пар черный – озимая пшеница – сорго на зерно – овес (контроль); 2) пар сидеральный (озимая рожь на сидерат) – озимая пшеница – сорго на зерно – овес; 3) пар сидеральный (рыжик на сидерат) – озимая пшеница – сорго на зерно – нут – сафлор – овес; 4) горох – озимая пшеница – нут – сафлор – горох – сорго на зерно – нут – овес. Почва – светло-каштановая. В контроле солома и листостебельная масса убирались с поля. В остальных севооборотах вся нетоварная часть заделывалась в верхний слой почвы. Самый высокий баланс органического вещества отмечается в четырехпольном севообороте с озимой рожью на сидерат +3,33 т/га. Положительный баланс азота обеспечивается в четырех- и шестипольном севооборотах соответственно +40,6 и +16,9 кг/га. По калию наблюдается положительный баланс во всех биологизированных севооборотах, кроме контроля. По фосфору отмечается отрицательный баланс. Наиболее благоприятный баланс гумуса обеспечивается в зернопаропропашном четырехпольном севообороте с озимой рожью на сидерат – +0,16 т/га. Самый высокий выход зерна с 1 га севооборотной площади обеспечивается в этом же севообороте – 1,87 т/га.

Efficient selection biologization funds can increase the return of organic matter and nutrients to the soil, improve the balance of humus and productivity of crop rotation. Studied field crop rotation: 1) black couples – winter wheat – sorghum for grain – oats (control); 2) pairs of green manure (winter

rye for a green manure) – winter wheat – sorghum for grain – oats; 3) steam green manure (ginger green manure) – winter wheat – sorghum for grain – chickpea – safflower – oat; 4) peas – winter wheat – chickpea – safflower – peas – sorghum for grain – chickpea – oats. The soil is light brown. In the control straw and leaf-stem mass was removed from the field. In other rotations all non-tradable part is embedded in the top layer of soil. All biological crop rotations are due to the positive balance of organic matter, the highest noted in the fourfold with winter rye on a green manure +3.33 t/ha. A positive nitrogen balance is maintained in the four- and sectionnum crop rotations, respectively, 40.6 and 16.9 kg/ha. As there is a positive balance of potassium in all biologizing rotations except control. As noted negative balance of phosphorus. The most favorable humus balance is maintained in zernoparopropashnom fourfold rotation with winter rye on the green manure – +0.16 t/ha. The highest grain yield from 1 ha of crop rotation is provided in the same rotation – 1.87 t/ha.

Ключевые слова: биологизация, органическое вещество, элементы питания, гумус, выход зерна с 1 га севооборотной площади, полевые севообороты, сухостепная зона, светло-каштановая почва, Нижнее Поволжье.

Key words: biologization, organic matter, batteries, humus, grain yield from 1 ha of crop rotation, field crop rotation, dry steppe zone, light chestnut soil, Lower Volga region.

Введение. В современных условиях сельскохозяйственного производства повышение эффективности земледелия осуществляется на основе расширения состава предшественников и применения средств биологизации в полевых севооборотах. Это позволяет уменьшить разрыв круговорота вещества в агроценозе путем вовлечения максимального количества образовавшейся фитомассы в виде соломы, сидеральной и листостебельной массы, которые стабилизируют плодородие почвы за счет органического вещества [1, 3, 6, 10, 11, 12].

Материалы и методы. Исследования проводили на опытном поле Нижне-Волжского НИИСХ. Почва опытного участка – светло-каштановая тяжелосуглинистая с содержанием гумуса в пахотном слое 1,74 %, pH почвенного раствора 8,1. Содержание легкогидролизуемого азота 2-7 мг, подвижного фосфора – 3-11 мг и обменного калия – 30-40 мг/100 г почвы. Сумма осадков за 2013-2014; 2014-2015 и 2015-2016 сельскохозяйственные годы, соответственно, составила 435,5; 266,8 и 554,8 мм против среднемноголетнего значения 339,7 мм. Повторность четырехкратная. Размещение вариантов опыта рендомизированное. Площадь опытной делянки 200 м². Высевали озимую пшеницу Камышанка 5, овес Голозерный, сорго на зерно Камышинское 31, горох Аксайский усатый 10, нут Приво 1, сафлор Александрит, рыжик Пензяк, озимую рожь Саратовская 7.

Изучали следующие схемы полевых севооборотов с соответствующим набором предшественников, а также эффективность применяемых средств биологизации: 1) зернопаропропашной четырехпольный: пар черный – озимая пшеница – сорго на зерно – овес (контроль); 2) зернопаропропашной сидеральный биологизированный четырехпольный: пар сидеральный (озимая рожь на сидерат) – озимая пшеница – сорго на зерно – овес; 3) зернопаропропашной сидеральный биологизированный шестипольный: пар сидеральный (рыжик на сидерат) – озимая пшеница – сорго на зерно – нут – сафлор – овес; 4) зернопаропропашной биологизированный восьмипольный: горох – озимая пшеница – нут – сафлор – горох – сорго на зерно – нут – овес.

В изучаемых севооборотах применяется общепринятая агротехника полевых культур. В контрольном севообороте солома и листостебельная масса возделываемых культур убирались с поля. Во втором, третьем и четвертом севооборотах вся нетоварная часть полевых культур оставалась на поле и заделывалась в верхний слой почвы тяжелой дисковой бороной. Основная обработка почвы во всех вариантах – чизелевание на 0,30-0,32 м с оборотом поверхностного пласта на глубину 0,20-0,22 м орудием

ОЧО-5-40 с multifunctional рабочими органами модульного типа «РАНЧО» (отвал и широкое долото). Перед дискованием соломы озимой пшеницы и овса, листоватой массы сорго и сафлора вносили аммиачную селитру в расчете 10 кг д.в. на 1 т. В 2013 г. сроки посева озимой пшеницы были перенесены на более позднее время из-за отсутствия осадков. Осенью 2014 г. по этой же причине после посева озимой пшеницы всходы не были получены, а весной 2015 г. они появились изреженные, ослабленные и желтые. В 2015 г. из-за полного отсутствия запасов продуктивной влаги в почве озимую пшеницу не сеяли, а вместо нее как в 2015 г., так и в 2016 г. была посеяна яровая пшеница Камышинская 3. Сидеральные культуры – озимая рожь и рыжик из-за неблагоприятных осенних условий высевались весной. Остальные культуры севооборотов сеяли вовремя в установленные оптимальные сроки.

Результаты и обсуждение. Круговорот органического вещества в севооборотах позволяет оценить возможные потери плодородия почвы вследствие отчуждения растительных остатков и зерна возделываемых культур с поля, наличия в структуре посевных площадей того или иного количества пара [4, 5]. Исходя из этого, разрабатываются и внедряются севообороты с максимальным возвратом органики в почву и уменьшением доли черного пара, где снижается плодородие почвы. Велико значение в поступлении органического вещества в почву по севооборотам принадлежит соломе, листоватой массе, сидеральным культурам, которые компенсируют потери органики за счет гумификации растительных и корневых остатков, поступающих в почву (таблица 1).

Таблица 1 – Круговорот органического вещества в полевых севооборотах, т/га севооборотной площади (среднее за 2014-2016 гг.)

№ варианта	Севооборот	Накопилось	Отчуждено	Поступило в почву	Баланс ±
1(к)	Зернопаропропашной четырехпольный	5,41	4,29	1,12	–3,17
2	Зернопаропропашной сидеральный четырехпольный	7,07	1,87	5,20	+3,33
3	Зернопаропропашной сидеральный шестипольный	5,82	1,70	4,12	+2,42
4	Зернопропашной восьмипольный	5,62	1,83	3,79	+1,96

Из таблицы 1 видно, что в биологизированных севооборотах меньше отчуждается, но больше поступает в почву органического вещества: в четырех-, шести- и восьмипольных севооборотах соответственно 5,20; 4,12 и 3,79 т/га. В этих севооборотах обеспечивается положительный баланс органического вещества. Самое высокое значение отмечается в четырехпольном севообороте с озимой рожью на сидерат +3,33 т/га, самый низкий – в восьмипольном зернопропашном биологизированном севообороте +1,96 т/га. В контрольном варианте, где нетоварная часть урожая полевых культур убирается с поля, обеспечивается отрицательный баланс органического вещества -3,17 т/га.

На современном этапе развития земледелия естественные источники поступления питательных веществ (корневые и пожнивные остатки, опад, остатки микробного происхождения, азотфиксация бобовыми и свободноживущими микроорганизмами) не компенсируют отчуждения элементов питания с урожаями полевых культур и тем более не пополняют их запасы [7]. При прогрессивных системах земледелия регулирование пищевого режима почв, расширенное воспроизводство почвенного плодородия достигается путем внесения органических удобрений в виде сидератов, соломы и листоватой массы (таблица 2).

Таблица 2 – Круговорот основных элементов питания в полевых севооборотах, кг/га севооборотной площади (среднее за 2014-2016 гг.)

№ варианта	Накопилось			Отчуждено			Поступило в почву			Поступило с учетом аммиачной селитры			Баланс ±		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1(к)	67,7	16,2	44,2	59,7	13,9	33,2	8,0	2,3	11,0	8,0	2,3	11,0	-51,7	-11,6	-22,2
2	97,1	23,9	60,5	43,3	12,5	8,3	53,7	11,4	52,1	83,9	11,4	52,1	+40,6	-1,1	+43,8
3	76,4	17,1	45,1	43,2	10,6	7,1	33,2	6,5	37,9	60,1	6,5	37,9	+16,9	-4,1	+30,8
4	82,2	17,4	42,2	53,9	12,1	7,9	28,3	5,4	34,3	49,5	5,4	34,3	-4,4	-6,7	+26,4

Из таблицы 2 видно, что самое высокое количество азота, фосфора и калия на 1 га севооборотной площади накапливается в четырехпольном биологизированном севообороте с озимой рожью на сидерат соответственно 97,1; 23,9 и 60,5 кг/га. Отчуждается с органическим веществом возделываемых культур в биологизированных севооборотах элемент питания меньше, чем в контроле. Положительный баланс азота обеспечивается только в четырех- и шестипольном биологизированных зернопаропропашных севооборотах соответственно +40,6 и +16,9 кг/га, в восьмипольном зернопропашном севообороте баланс отрицательный -4,4 кг/га. По калию наблюдается положительный баланс во всех биологизированных севооборотах, кроме контроля, где он отрицательный. По фосфору во всех вариантах наблюдается отрицательный баланс. Незначительный -1,1 кг/га в четырехпольном зернопаропропашном севообороте, в остальных существенный в шестипольном зернопаропропашном -4,1 и в восьмипольном зернопропашном -6,7 кг/га.

Баланс гумуса можно направленно регулировать структурой посевных площадей, чередованием культур в полевых севооборотах, внесением растительных остатков в виде сидератов, соломы, листостебельной массы, сокращением доли черного пара и пропашных культур в структуре биологизированных севооборотов. Наиболее полная биологизация возможна в плодосменных севооборотах, где потери гумуса снижаются в 1,5 и более раз. Принятые в Нижнем Поволжье короткоротационные зерновые севообороты способствуют некомпенсируемым и значительным потерям гумуса, которые достигают 500-700 кг в год на 1 га пашни. Наиболее доступным мероприятием по сокращению дефицитности гумусового баланса является внесение соломы и листостебельной массы полевых культур, что при среднем его количестве 2,5-3,0 т/га уменьшает ежегодный дефицит в 3-4-польных зернопаровых севооборотах примерно на 50-100 кг [2]. Увеличение потерь органического вещества усиливало процессы снижения плодородия почвы (таблица 3).

Таблица 3 – Баланс гумуса в полевых севооборотах, т/га (среднее за 2014-2016 гг.)

№ варианта	Севооборот	Гумус		
		минерализация	гумификация	баланс ±
1(к)	Зернопаропропашной четырехпольный	0,77	0,15	-0,62
2	Зернопаропропашной сидеральный четырехпольный	0,48	0,64	+0,16
3	Зернопаропропашной сидеральный шестипольный	0,44	0,44	0,00
4	Зернопропашной восьмипольный	0,53	0,40	-0,13

Из таблицы 3 видно, что наименьшая минерализация гумуса наблюдается в шестипольном полевом севообороте – 0,44 т/га, что ниже контроля на 0,33 т/га. В четырех- и восьмипольном севооборотах потери гумуса соответственно составили 0,48 и

0,53 т/га. Самое высокое накопление гумуса обеспечивается в четырехпольном биологизированном севообороте с озимой рожью на сидерат – 0,64 т/га, что выше контроля на 0,49 т/га. Шестипольный зернопаропропашной и восьмипольный зернопропашной севообороты также превышают контроль по гумификации органического вещества соответственно на 0,29 и 0,25 т/га.

Положительный баланс гумуса складывается в зернопаропропашном четырехпольном севообороте с озимой рожью на сидерат +0,16 т/га. Бездефицитный баланс гумуса обеспечивается в шестипольном севообороте с рыжиком на сидерат. В контрольном зернопаропропашном четырехпольном и восьмипольном зернопропашном севооборотах обеспечивается отрицательный баланс соответственно – -0,62 и -0,13 т/га.

В сухостепной и полупустынной зонах наибольший выход зерна с единицы севооборотной площади обеспечивается в четырехпольных зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах, включающих различные группы полевых культур с разным сроком вегетации, которые обладают большей устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям. Это позволяет соблюдать принцип технологического разнообразия, что уменьшает опасность негативного изменения агроэкосистем под влиянием одностороннего антропогенного воздействия [9, 8]. Для оценки севооборотов рассчитывали выход зерна с 1 га пашни (таблица 4).

Таблица 4 – Выход зерна в полевых севооборотах, т/га севооборотной площади (среднее за 2014-2016 гг.)

№ варианта	Севооборот	Зерно			
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	среднее
1(к)	Зернопаропропашной четырехпольный	1,53	1,25	2,40	1,73
2	Зернопаропропашной сидеральный биологизированный четырехпольный	1,63	1,25	2,73	1,87
3	Зернопаропропашной сидеральный биологизированный шестипольный	1,17	1,29	2,64	1,70
4	Зернопропашной биологизированный восьмипольный	0,88	1,65	2,95	1,83
НСР ₀₅		0,06	0,05	0,07	-

Из таблицы 4 видно, что самый высокий выход зерна с 1 га севооборотной площади обеспечивается в зернопаропропашном сидеральном биологизированном четырехпольном севообороте, в среднем за 3 года он составил 1,87 т/га, что выше контроля на 8,1 %. Превышает контрольный вариант по этому показателю зернопропашной биологизированный восьмипольный севооборот на 5,8 %. Шестипольный зернопаропропашной севооборот по выходу зерна находится на уровне с контролем – 1,70 против 1,73 т/га.

Заключение. Для повышения продуктивности полевых севооборотов и плодородия светло-каштановых почв в сухостепной зоне Нижнего Поволжья необходимо внедрять четырехпольный полевой зернопаропропашной биологизированный севооборот с запашкой в почву сидеральной массы озимой ржи и нетоварной части полевых культур. В результате применения этого севооборота обеспечивается положительный баланс органического вещества в почве +3,33 т/га, повышается урожайность зерновых культур на 7,5-9,3 %, увеличивается выход зерна с 1 га севооборотной площади на 8,1 %.

Библиографический список

1. Беленков, А.И. Агротехнические принципы полевых севооборотов зерновой специализации, основной обработки и регулирования плодородия зональных почв в черноземнотепной, сухостепной и полупустынной зонах Нижнего Поволжья [Текст]: автореф. дис. доктора с.-х. наук: 06.01.01 / Беленков Алексей Иванович. – Волгоград, 2006. – 44 с.

2. Беленков, А.И. Биологизация полевых севооборотов в сухостепной зоне Волгоградской области [Текст] / А.И. Беленков, А.А. Холод // Поиск инновационных путей развития земледелия в современных условиях: материалы Международной науч.-практ. конференции. Раздел Материалы инновационных научных исследований / ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2014. – С. 103-108.

3. Беленков, А.И. Плодородие почвы: современная концепция обоснования и решения проблемы [Текст] / А.И. Беленков, И.Ф. Горбунова // Зерновое хозяйство. – 2006. – №3. – С. 25.

4. Дробышев, А.П. Полевые севообороты и их влияние на запасы органического вещества в черноземах Приобья Алтая [Текст] / А.П. Дробышев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – №5. – С. 13-16.

5. Куликова, А.Х. Дифференциация севооборотов по влиянию на режим органического вещества почвы [Текст] / А.Х. Куликова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – №2. – С. 27-33.

6. Лошаков, В.Г. Эффективность раздельного и совместного использования севооборота и удобрений [Текст] / В.Г. Лошаков // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – №1. – С. 9-13.

7. Новиков, А.А. Обоснование роли корневых и пожнивных остатков в агроценозах [Текст] / А.А. Новиков, О.П. Кисаров // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – №78. – С. 1-10.

8. Постников, П.А. Продуктивность севооборотов при использовании приемов биологизации [Текст] / П.А. Постников // Аграрный вестник Урала. – 2015. – №6. – С. 20-23.

9. Севооборот как биологический прием сохранения почвенного плодородия и повышения продуктивности пашни [Текст] / Л.М. Козлова, Т.С. Макарова, Ф.А. Попов, А.В. Денисова // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №1. – С. 16-18.

10. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Волгоградской области на период до 2015 года [Текст] / А.Л. Иванов [и др.]. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2009. – 304 с.

11. Системы земледелия Нижнего Поволжья [Текст]: учебное пособие / А.Н. Сухов, В.В. Балашов, В.И. Филин и др.; под ред. А.Н. Сухова. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2007. – 344 с.

12. Hallam, M.J. Influence of rate of plant residue addition in accelerating the decomposition of soil organic matter [Text] / M.J. Hallam, W.V. Bartholomen // Soil Sci. Soc. Amer. Prok. – 2003. – №17. – P. 365-368.

Reference

1. Belenkov, A. I. Agrotehnicheskie principy polevyh sevooborotov zernovoj specializacii, osnovnoj obrabotki i regulirovanie plodorodiya zonal'nyh pochv v chernozemnostepnoj, suhostepnoj i polupustynnoj zonah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst]: avtoref. dis. doktora s. -- h. nauk: 06.01.01 / Belenkov Aleksej Ivanovich. - Volgograd, 2006. - 44 s.

2. Belenkov, A. I. Biologizaciya polevyh sevooborotov v suhostepnoj zone Volgogradskoj oblasti [Tekst] / A. I. Belenkov, A. A. Holod // Poisk innovacionnyh putej razvitiya zemledeliya v sovremennyh usloviyah: materialy Mezhdunarodnoj nauch. -- prakt. konferencii. Razdel Materialy innovacionnyh nauchnyh issledovanij / FGBOU VPO Volgogradskij GAU. - Volgograd, 2014. - S. 103-108.

3. Belenkov, A. I. Plodorodie pochvy: sovremennaya koncepciya obosnovaniya i resheniya problemy [Tekst] / A. I. Belenkov, I. F. Gorbunova // Zernovoe hozyajstvo. - 2006. - №3. - S. 25.

4. Drobyshev, A. P. Polevyse sevooboroty i ih vliyanie na zapasy organicheskogo veschestva v chernozemah Priob'ya Altaya [Tekst] / A. P. Drobyshev // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - №5. - S. 13-16.

5. Kulikova, A. H. Differenciaciya sevooborotov po vliyaniyu na rezhim organi-cheskogo veschestva pochvy [Tekst] / A. H. Kulikova // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2011. - №2. - S. 27-33.

6. Loshakov, V. G. }ffektivnost' razdel'nogo i sovmestnogo ispol'zovaniya sevooborota i udobrenij [Tekst] / V. G. Loshakov // Dostizheniya nauki i tehniki APK. - 2016. - T. 30. - №1. - S. 9-13.

7. Novikov, A. A. Obosnovanie roli kornevyh i pozhnivnyh ostatkov v agrocenozah [Tekst] / A. A. Novikov, O. P. Kisarov // Nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2012. - №78. - S. 1-10.

8. Postnikov, P. A. Produktivnost' sevooborotov pri ispol'zovanii priemov biologizacii [Tekst] / P. A. Postnikov // Agrarnyj vestnik Urala. - 2015. - №6. - S. 20-23.

9. Sevooborot kak biologicheskij priem sohraneniya pochvennogo plodorodiya i povysheniya produktivnosti pashni [Tekst] / L. M. Kozlova, T. S. Makarova, F. A. Popov, A. V. Denisova // Dostizheniya nauki i tehniki APK. - 2011. - №1. - S. 16-18.

10. Sistema adaptivno-landshaftnogo zemledeliya Volgogradskoj oblasti na pe-riod do 2015 goda [Tekst] / A. L. Ivanov [i dr.]. - Volgograd: FGBOU VPO Volgogradskaya GSXA, 2009. - 304 s.

11. Sistemy zemledeliya Nizhnego Povolzh'ya [Tekst]: uchebnoe posobie / A. N. Suhov, V. V. Balashov, V. I. Filin i dr.; pod red. A. N. Suhova. - Volgograd: FGBOU VPO Volgogradskaya GSXA, 2007. - 344 s.

12. Hallam, M.J. Influence of rate of plant residue addition in accelerating the decomposition of soil organic matter [Text] / M.J. Hallam, W.V. Bartholomen // Soil Sci. Soc. Amer. Prok. - 2003. - №17. - P. 365-368.

E-mail: Zelenev.A@bk.ru

УДК 633.11

АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

AGROBIOLOGICAL PECULIARITIES OF CULTIVATION OF WINTER TRITICALE CULTIVARS IN THE IRRIGATION OF THE ASTRAKHAN REGION

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

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

Н.А. Наумова, аспирант

ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия»,
Астраханская область, Черныйарский район, с. Соленое Займище

V.P. Zvolinsky, N.V. Tyutyuma, N.A. Naumova

FGBNU «Caspian scientific research institute of arid agriculture», Astrakhan region,
Chernoyarsky District, with. Salt Zaymische

Многообразие возделываемых культур является залогом интенсивного производства зерна. Интерес к культуре тритикале вызван ее высокими возможностями в связи с нарастающей засушливостью и других аномалий климата. Сорта озимой тритикале отличаются устойчивостью к наиболее опасным болезням, повышенной зимостойкостью, засухоустойчивостью, высоким потенциалом урожайности, повышенным содержанием биологически полноценного белка. Все это определяет высокие кормовые достоинства и пищевую ценность культуры. Доказано, что сорта тритикале могут успешно конкурировать с ценными сортами ржи, ячменя, овса и пшеницы - по урожайности зерна и зелёной массе. Одновременно с этим, тритикале может возделываться на кислых или подтопленных почвах. Условия Астраханской области считаются зоной рискованного земледелия за счет небольшого количества выпадающих атмосферных осадков, высоких температур воздуха и сильного выветривания почвы. Поэтому все факторы и технологии возделывания имеют большое значение в формировании урожайности озимых сортов тритикале. В результате проведенных нами исследований, были выделены максимально адаптированные сорта озимой тритикале - к местным почвенно-климатическим условиям. Исследуемые сорта способны формировать высокие урожаи зерна с хорошими технологическими показателями. Определена взаимосвязь между ростом, развитием растений и условиями окружающей среды.

The diversity of crops is the key to intensive production of grain. Interest in culture of triticale caused by its high capabilities in connection with the growing aridity and other climate anomalies. Varieties of winter triticale of different resistance to most dangerous diseases, high winter hardiness, drought tolerance, high yield potential, high content of biologically valuable protein. All this determines the high feed qualities and food value of culture. It is proved that varieties of triticale can successfully compete with valuable varieties of rye, barley, oats and wheat for grain yield and green mass. At the same time, triticale can be cultivated on acid or flooded soils. Conditions in Astrakhan region are considered a zone of risky agriculture due to the small amount of atmospheric precipitation, high air temperatures and strong weathering of the soil. Therefore, all the factors and technologies of cultivation are of great importance in yield formation of winter triticale varieties. As a result of our studies, was selected the best adapted varieties of winter triticale to local soil and climatic conditions. The investigated varieties is able to form high yields of grain with good processing performance. Defined the relationship between growth, development of plants and environmental conditions

Ключевые слова: озимая тритикале, сорт, продуктивность, зерно, климат, пшенично-ржаной гибрид, колошение, засухоустойчивость, жаростойкость.

Key words: winter triticale, variety, productivity, grain, climate, wheat-rye hybrid, earing, drought resistance, heat resistance.

Введение. Тритикале (Tritikale) – является пшенично-ржаным гибридом, с мощно развитой корневой системой и обильным кущением. Стебель у зерновой тритикале – 110-120 см. Листья ланцетные. Соцветие-колос, остистый или безостый. Зерно морщинистое, удлиненное – не осыпается. При затяжной дождливой погоде – склонно к прорастанию [1]. Масса 1000 семян – 38-45 грамм.

Для получения высоких и устойчивых урожаев озимой тритикале необходимо обеспечить все факторы жизни растений: свет, тепло, воду, питательные вещества.

В отличие от озимой пшеницы – тритикале менее чувствительна к низким температурам в зимне-весенний период. В зоне узла кущения благоприятно переносит критические температуры до 18-20 ° С [4]. К воде – такие же требования, как и у озимой пшеницы. Озимая тритикале – больше всего расходует влагу в период интенсивного роста (фаза трубкования) и в период формирования и налива зерна. К почве относится менее требовательно, чем озимая пшеница, поэтому, тритикале можно возделывать на почвах разного типа. Следовательно, озимая тритикале будет хорошо адаптирована во всех природно-климатических зонах.

В условиях засушливого климата Астраханской области, количество осадков составляет 150-250 мм в год, а испарение 800-1000 мм. Следовательно, в данной зоне исследований влага, является лимитирующим фактором для выращивания сельскохозяйственных культур [1,3]. Поэтому для получения высоких и устойчивых урожаев озимой тритикале требуется искусственное орошение [5]. Обеспечение растений в достаточном количестве влагой повышает урожай в 2-5 раз. Поливы данной культуры способствуют более интенсивному поглощению растениями солнечной энергии. В богарных условиях на фотосинтез используется примерно 1,5 % поступающей солнечной энергии, а при орошении – 3,0 %. Орошение повышает качество урожая.

При орошении уменьшается удельное сопротивление почвы при вспашке, повышается качество обработки. Но благоприятное воздействие орошения будет только тогда, когда поливы проводятся в сроки и количествах, соответствующих потребностям растений, а также в комплексе с необходимыми агротехническими мероприятиями [6, 8].

Материалы и методы. Цель исследования – изучение перспективных сортов озимой тритикале и их агробиологических особенностей в формировании элементов структуры урожая в зависимости от климатических условий Астраханской области.

Задачи исследования: выявить влияние климатических условий на основные процессы роста и развития озимой тритикале; выделить лучшие сорта по засухоустойчивости и адаптивности в условиях Астраханской области; установить влияние биологических особенностей на урожайность сортов озимой тритикале.

Материалом для исследования служили сорта озимой тритикале (Валентин 90, Каприз, Трибун, Саргау). Образцы высевались в 4-х кратной повторности с нормой высева 4 млн всхожих семян на гектар.

Научные опыты сортов озимой тритикале закладывались на орошаемых участках (с инженерной системой полива – КАРОС) КФХ Старикова М. С.

Предшественником в данной зоне исследований являлся чистый пар, гарантирующий получение своевременных всходов озимой тритикале, что определяет хорошую перезимовку и высокие урожаи зерна. В наших опытах уход за парами проводили культиваторам КПС-5 с боронованием, количество культиваций определялось типом засоренности, в среднем по годам проводили 5-6 обработок. Сев озимой тритикале осуществляли сеялкой СЗ-5,4, с последующим прикатыванием катками ГВК-1,5.

По всем годам исследования осуществлялась предпосевная влагозарядка озимой тритикале и вегетационный полив в фазу (выхода в трубку), оросительная норма полива за вегетацию составила 4000 м³/га.

Сорта озимой тритикале по всем годам исследования высевались 10 сентября - за 1 день, согласно методике Госсортсети. В течение периода вегетации озимой тритикале проводились наблюдения за прохождением фенологических фаз развития.

Отмечались следующие фазы: всходы, кущение, возобновление вегетации, колошение, цветение, молочная спелость, желтая или восковая спелость.

Перед началом уборочных работ, с каждого варианта опыта площадью 1 м², отбирались снопы – для определения структуры урожая: количество растений, высота растений, длина колоса, количество стеблей всего и продуктивных, кустистость общая и продуктивная, озёрность колоса, масса зерна в колосе [9, 10].

Фактическая урожайность сортов данной культуры определялась весовым методом прямого комбайнирования. В качестве сельскохозяйственной уборочной машины в годы исследования использовался селекционно-семеноводческий комбайн для подопытных полей отечественной сборки – марка Sampoosenlew–«SR 2010».

Результаты опыта подвергались математической обработке по методике Б.А. Доспехова [2].

Результаты и обсуждение. Погодные условия 2012...2015 сельскохозяйственных лет характеризовались следующим образом (таблица 1).

Таблица 1 – Агрометеорологические показатели вегетационного периода озимой тритикале (данные метеостанции с. Черный яр), 2012-2015 гг.

Годы исследования	Ср. t _{воздуха} °C	Количество осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %
2012-2013	10.8	169.1	64
2013-2014	10.8	178.1	63
2014-2015	9.3	190.0	62

Годы проведения исследований характеризовались как удовлетворительные для роста и развития озимой тритикале. На момент закладки полевого опыта, температура почвы (10 см) составляла в 2012 г. – 21,0 °C; 2013 г. – 20,8 °C; 2014 г. – 23,1 °C. Климатические условия в годы проведения опытов обеспечили получение хороших всходов. Сорта озимой тритикале успевали за осенний период хорошо укре-

ниться и раскуститься. Зимние месяцы характеризовались как относительно теплые: средняя температура воздуха в декабре по годам составила – (–3,6) °С, в январе – (–4,9) °С, в феврале – (–3,2) °С. Наиболее сильные морозы пришлись на четвертую декаду января 2014 г., где температура колебалась от – 4,0 °С –26,8 °С. Возобновление вегетации сортов озимой тритикале в данном опыте, начиналось во второй декаде апреля, средняя температура воздуха в этот период составляла 2013 г. – 9,6 °С; 2014 г. – 11,4 °С; 2015 г. – 11,0 °С.

Оценивая 2013-2014 годы исследований, отметили, что по метеорологическим условиям он был более благоприятным для роста и развития озимой тритикале. Влагообеспеченность посевов озимой тритикале, в весенне-летний период вегетации определяла накопление зеленой массы и формирование урожая. На момент возобновления вегетации данной культуры (вторая декада апреля 2014 года) испаряемость составляла 68 мм, а количество осадков 1,6 мм, но растения озимой тритикале недостатка влаги не испытывали, так как в этот период, в метровом слое почвы – её было достаточно 185,6 мм, для дальнейшего его развития.

Анализируя метеорологические данные 2014-2015 годов исследований, выявлено, что осенняя вегетация сортов данной культуры, продолжалась 43 дня, закончив своё развитие в третьей декаде октября. За этот период растения успели хорошо укорениться и раскуститься. Зимний период характеризовался, как относительно теплый. Возобновление вегетации наступило во второй декаде апреля, когда почва (на глубине 10 см) прогрелась на 13,9 °С.

Количество атмосферных осадков в весенне – летний период мая 2015 года составило 15,8 мм, что на 15,2 мм ниже среднегодового показателя. Но на момент формирования колоса и налива зерна данной культуры, максимальная температура воздуха достигала 35,8 °С, что приводило к высокой испаряемости 220 мм, сильному высушиванию почвы и существенному угнетению растений.

Реакции растений озимой тритикале на сильную засуху или очень высокие температуры воздуха давали важную информацию о биологических особенностях изучаемых сортов.

Дополнительные критерии, характеризующие засухо- и жаростойкость сортов в годы четкого проявления этих факторов, – выполненность зерна, масса 1000 зерен, степень чересзерницы и др.

Густота продуктивного стеблестоя в годы проведения исследований варьирует в зависимости от агроклиматических условий и применяемых агроприемов, что объясняется повышением продуктивной кустистости растений. Большее количество продуктивных стеблей на 1 м² насчитывалось у сорта Валентин 90 – 221 шт., наименьшим количеством стеблей характеризовался сорт Саргау-199 шт. в среднем за три года исследований.

Анализируя данные таблицы 2, видно, что в наших исследованиях высота растений у образцов варьировала как по сортам, так и по годам исследований. Наиболее высокорослым был сорт озимой тритикале Валентин 90, в 2015 году его высота составила 144 см. Низкорослым был сорт тритикале Трибун, в 2013 году – 98 см.

Масса зерна с колоса является одним из основных элементов структуры урожая и находится в прямой зависимости от числа зерен в колосе и массы 1000 зерен.

Озерненность главного колоса у образцов озимой тритикале также варьировала в зависимости от сорта и от года исследования. Цветение озимой тритикале приходилось, когда относительная влажность воздуха падала (до 44 %), что вызывало снижение озерненности колоса у изучаемых образцов от 7-14 шт.

Максимальное значение массы зерна с колоса в нашем опыте составило у сорта Саргау – 2,6 г (2014 год), сорт Каприз – 2,5 г (2015 год). Минимальное значение массы зерна с колоса составило у сорта Валентин 90 – 1,9 г (2013 год).

Таблица 2 – Структурный анализ сортов озимой тритикале 2013-2015 гг.

№	Сорт	Высота растения, см	Длина главного колоса, см	Число зерен в главном колосе, шт	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Продукт стеблей, шт./м ²	Урожайность, т/га
1	Валентин 90							
	2013	120	8,3	39	1,9	42,2	218	3,5
	2014	134	8,8	44	2,0	42,6	227	3,8
	2015	144	9,7	46	2,0	45,7	220	4,0
	Среднее	132	8,9	43	1,9	43,5	221	3,7
2	Каприз							
	2013	98	7,6	50	2,0	44,6	211	3,9
	2014	126	8,4	56	2,3	46,8	215	4,0
	2015	136	8,9	64	2,5	48,2	200	4,2
	Среднее	120	8,3	56	2,2	46,5	208	4,0
3	Трибун							
	2013	91	8,5	49	1,9	41,7	212	4,2
	2014	100	8,6	54	2,4	43,9	220	4,4
	2015	121	9,3	63	2,4	47,1	218	4,6
	Среднее	104	8,8	55	2,2	44,2	216	4,4
4	Саргау							
	2013	94	7,9	40	2,1	43,9	188	3,7
	2014	112	8,4	44	2,2	45,4	213	4,0
	2015	125	9,2	50	2,6	47,6	198	4,1
	Среднее	110	8,5	44	2,3	45,6	199	3,9

Структура урожая сортов озимой тритикале объясняет преимущественное влияние того или иного элемента ее или совокупного действия нескольких элементов на накопление более высокого урожая. Выявлено, что в условиях Астраханской области близкую по величине урожайность, в среднем по годам, формируют сорта Трибун, Каприз. Сорт Саргау уступает этим сортам в среднем на 5 ц/га. Наименьшая урожайность накоплена в 2013 г. у сорта Валентин 90. Тем не менее, этот сорт отличился высокими показателями продуктивного стеблестоя.

Заключение. Анализ данных показал, что урожайность сортов озимой тритикале варьировала больше от года исследований, чем от изучаемых сортов. Урожайность сорта Трибун составила 4,2-4,6т/га, сорта Каприз 3,9-4,2т/га.(2013-2015 гг.), соответственно.

По результатам таблицы 2, можно сделать вывод, что при сложившихся климатических условиях 2013-2015 годов исследований вопросы повышения устойчивости производства зерна озимой тритикале и стабилизации его продуктивности должны осуществляться комплексно и, прежде всего, за счет адаптированных сортов, хорошо приспособленных к местным условиям. Астраханская область располагает возможностями для дальнейшего увеличения производства зерна озимой тритикале. Однако, необходимо своевременное проведение необходимых агроприемов, определение оптимальных сроков сева, что и будет способствовать повышению продуктивности зерна озимой тритикале на 4-5 %.

Библиографический список

1. Вознесенская, Л.М. Климатические особенности и опасные явления погоды Астраханской области в 20 веке [Текст]/ Л.М. Вознесенская. – Астрахань: Изд-во «Нова», 2002. – 112 с.
2. Доспехов, В.А. Методика полевого опыта [Текст] /Доспехов В.А. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.
3. Земельные и агроклиматические ресурсы аридных территорий России [Текст] / В.П. Зволинский, И.С. Зонн, И.А. Трофимов, З.Ш. Шамсутдинов. – М.: Изд-во ПАИМС, 1988. – 56 с.
4. Кошкин, Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных растений [Текст]/ Е.И. Кошкин. – М.: Дрофа, 2010. – 638с.
5. Кружилин, А.С. Биологические особенности и продуктивность орошаемых культур [Текст]/А.С. Кружилин. – М.: Колос, 1975. – С. 369-383.
6. Кшникаткина, А.Н. Приемы повышения семенной продуктивности озимой тритикале [Текст]/Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – №3 (26).
7. Кудряшов, И.Н. Оценка реакции сортов озимой пшеницы на уровень аргфона [Текст]/ И.Н. Кудряшов, Л.А. Беспалова, С.О. Конопкин //Сб. науч. тр., посвященный 100-летию В.А. Невинных /КНИИСХ им. Н.Н. Лукьяненко. – Краснодар, 2000. – С.130-135.
8. Мелихов, В.В. Повышение плодородия и продуктивности светло-каштановых почв Нижнего Поволжья [Текст] /В.В. Мелихов. – Волгоград: ВНИИОЗ, 2007. – 132 с.
9. Слащева, Л.А. Оценка образцов тритикале в Астраханской области [Текст]/ Л.А. Слащева //Кормопроизводство. – 2011. – №7. – С. 22.
10. Слащева, Л.А. Предварительные результаты изучения солеустойчивости перспективных сортообразцов гексаплоидной озимой тритикале в аридных условиях Астраханской области [Текст]/ Л.А. Слащева, М.А. Лысакова, М.Ю. Пучков //Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2012. – №3 (12). – С.16-18.

Reference

1. Voznesenskaya, L. M. Klimaticheskie osobennosti i opasnye yavleniya pogody Astrahanskoj oblasti v 20 veke [Tekst]/ L. M. Voznesenskaya. - Astrahan': Izd-vo "Nova", 2002. - 112 s.
2. Dospheov, V. A. Metodika polevogo opyta [Tekst] /Dospheov V. A. - M.: Agropromizdat, 1985. - 336 s.
3. Zemel'nye i agroklimaticheskie resursy aridnyh territorij Rossii [Tekst] /V. P. Zvolinskij, I. S. Zonn, I. A. Trofimov, Z. Sh. Shamsutdinov. - M.: Izd-vo PAIMS, 1988. - 56 s.
4. Koshkin, E. I. Fiziologiya ustojchivosti sel'skohozyajstvennyh rastenij [Tekst]/ E. I. Koshkin. - M.: Drofa, 2010. - 638s.
5. Kruzhilin, A. S. Biologicheskie osobennosti i produktivnost' oroshaemyh kul'tur [Tekst]/ A. S. Kruzhilin. - M.: Kolos, 1975. - S. 369-383.
6. Kshnikatkina, A. N. Priemy povysheniya semennoj produktivnosti ozimoy tritikale [Tekst]/Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2014. - №3 (26).
7. Kudryashov, I. N. Ocenka reakcii sortov ozimoy pshenicy na uroven' argofona [Tekst]/ I. N. Kudryashov, L. A. Bespalova, S. O. Konopkin //Sb. nauch. tr., posvyaschennyj 100-letiyu V. A. Nevinnyyh /KNIISX im. N. N. Luk'yanenko. - Krasnodar, 2000. - S.130-135.
8. Melihov, V. V. Povyschenie plodorodiya i produktivnosti svetlo-kashtanovyh pochv Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] /V. V. Melihov. - Volgograd: VNIIOZ, 2007. - 132 s.
9. Slascheva, L. A. Ocenka obrazcov tritikale v Astrahanskoj oblasti [Tekst]/ L. A. Slascheva //Kormoproduzvodstvo. - 2011. - №7. - S. 22.
10. Slascheva, L. A. Predvaritel'nye rezul'taty izucheniya soleustojchivosti perspektivnyh sortoobrazcov geksaploidnoj ozimoy tritikale v aridnyh usloviyah Astrahanskoj oblasti [Tekst]/ L. A. Slascheva, M. A. Lysakova, M. Yu. Puchkov //Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa. - 2012. - №3 (12). - S.16-18.

E-mail: pniiiaz@mail.ru

УДК 633.15:631.445.4

**ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
И ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУКУРУЗЫ
НА ЗЕРНО ПО ТЕХНОЛОГИИ СТРИП-ТИЛ НА ЧЕРНОЗЕМАХ ЮЖНЫХ
PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND FORMATION OF YIELD FOR GROWING
CORN BY STRIP TILL TECHNOLOGY ON SOUTHERN CHERNOZEMS**

В.М. Иванов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**А.В. Кубарева, аспирант****V.M. Ivanov, A.V. Kubareva***Волгоградский государственный аграрный университет*

Volgograd State Agricultural University

В степной зоне черноземных почв Волгоградской области в 2013-2015 гг. проведены исследования по изучению фотосинтетической деятельности посевов кукурузы на зерно при возделывании по ресурсосберегающей технологии Стрип-тилл. В опытах изучались предшественники, агрофона и нормы высева культуры. Установлено, что лучшие показатели фотосинтетической деятельности и урожайности получены при размещении кукурузы по предшественнику озимая пшеница на удобренном фоне $N_{66}P_{32}K_{32}$, несколько худшие – по кукурузе на зерно и низкие – по подсолнечнику. Влияние нормы высева проявлялось по-разному в зависимости от складывающихся погодных условий: оптимальной в благоприятных 2013 и 2015 гг. оказалась 60 тыс./га всхожих семян, где урожайность составила 6,081 и 4,615 т/га, а в засушливом 2014 г. – 50 тыс./га (3,814 т/га).

In the steppe zone of chernozem soils of the Volgograd region in 2013 - 2015 conducted was a study on the photosynthetic activity of crops of corn in the cultivation of resource-saving technology Strip-till. The experiments studied predecessors, soil fertility and culture seeding rules. It was found that the best indicators of photosynthetic activity and the yield obtained when placing maize predecessor winter wheat fertilizer background $N_{66}P_{32}K_{32}$, slightly worse - for maize for grain and low - for sunflower. Effect of seeding rate was manifested in different ways depending on the prevailing weather conditions: optimal favorable 2013 and 2015 was 60 thousand / ha germinating seeds, which yield was 6.081 and 4.615 t / ha, but in the dry year of 2014 - 50 thousand / hectare (3,814 t / ha).

Ключевые слова: агрофон, кукуруза на зерно, норма высева, предшественники, стрип-тилл, урожайность, фотосинтетическая деятельность растений.

Key words: agricultural background, corn for grain, seed rate, precursors, strip-till, yield, photosynthetic activity of plants.

Введение. Важной задачей сельскохозяйственной науки является разработка энерго-почво-ресурсосберегающих технологий возделывания полевых культур. Величина урожая определяется в первую очередь показателями фотосинтетической деятельности растений и чистой продуктивности фотосинтеза [2, 6]. Рост, развитие растений и урожайность находятся под влиянием многих факторов и их сочетаний. Удобрение и обработки почвы являются существенными факторами, приводящими к увеличению накопления сухой биомассы и урожайности [9]. В опытах станции программирования урожая Волгоградского ГАУ установлено, что значения фотосинтетического потенциала посевов среднеранних и среднеспелых гибридов кукурузы на зерно при орошении составляли 2,5-3,0; среднепоздних и позднеспелых 3,0-4,5 млн m^2 сутки/га. Величина ЧПФ варьировалась от 8 до 15 $г/м^2 \times$ сутки. Главными факторами, определяющими скорость нарастания, максимальные размеры площади листьев, являлись влагообеспеченность, минеральное питание и биологические потенциалы изученных гибридов [7].

Увеличение нормы высева от 47,5 до 65 тыс. семян на 1 га исследуемых гибридов способствовало повышению содержания всех элементов питания в сухом веществе листьев. Дальнейший рост нормы высева до 81,7 тыс. семян на 1 га приводил к понижению содержания NPK в листьях [5]. Внесение минеральных удобрений при выращивании кукурузы повышало фотосинтетическую активность хлорофилла. При этом наблюдалось заметное увеличение продуктивности культуры. Сбор сухого вещества увеличился на 43 %. Применение подкормок минеральными удобрениями способствовало увеличению площади листовой поверхности кукурузы [1, 3, 4, 8]. В Западном Канзасе (США) используют технологию Стрип-тил для экономии удобрений, сохранения большого количества пожнивных остатков и лучшего очищения полей от сорняков [10].

Материалы и методы. В 2013–2015 гг. на полях ЗАО «Краснокоротковское» Новоаннинского района Волгоградской области была проведена научно-исследовательская работа по разработке элементов технологии Стрип-тил. Объект исследований – раннеспелый гибрид кукурузы НК Гитаго (ФАО 200) с эректоидным расположением листьев. Опыт трехфакторный, поставлен методом расщепленной делянки: фактор А – предшественник (озимая пшеница, кукуруза на зерно, подсолнечник); фактор В – фона удобрений: контроль, N50P16K16 (N16P16K16 – основное внесение + N34 в подкормку), N66P32K32 (N32P32K32 – основное внесение + N34 в подкормку) и фактор С – нормы высева (50, 60 и 70 тыс./га всхожих семян). Общая площадь делянки третьего порядка составила 228 м², учетной – 182 м². Почва в опыте чернозем южный, с содержанием гумуса 4,7 %, pH-8, общего азота – 84,7 мг/кг (обеспеченность очень низкая), подвижного фосфора – 43,4 (повышенная), обменного калия – 395,0 мг/кг (повышенная).

Метеорологические условия складывались по годам по-разному. Среднегодовое количество атмосферных осадков в 2013 г. составило 534,3 мм, 2014 г. – 445,1 и в 2015 г. – 649,2 мм, а за период вегетации культуры – 199 мм, 127 и 235 мм. Средняя относительная влажность воздуха в годы проведения исследований равнялась 30 %, 27 и 31 %, а среднесуточная температура воздуха 23,0 °С, 27,1 и 23,7 °С соответственно. Согласно гидротермическому коэффициенту (ГТК) за период посев-полная спелость 2013 г. считался засушливым (0,75), 2014 г. – очень засушливым (0,42), а 2015 г. – засушливым (0,92).

Результаты и обсуждение. В самом благоприятном 2013 г. максимальная площадь листьев отмечалась в фазу выметывания по предшественнику озимая пшеница на удобренном фоне N₆₆P₃₂K₃₂ – 44,03 тыс. м²/га, а фотосинтетический потенциал (ФП) составил 2486,6 тыс. м²/га × сутки. Среднее положение занимал предшественник кукуруза – 41,67 и 2364,1 соответственно. Минимальные значения получены по подсолнечнику, где площадь листьев составила 35,61 тыс. м²/га и ФП – 1987,0 тыс. м²/га × сутки. В засушливом 2014 г. рассматриваемые показатели уменьшились. Так, по предшественникам озимая пшеница и кукуруза (N₆₆P₃₂K₃₂) максимальная площадь листьев составила 34,59 и 33,47 тыс. м²/га, а ФП 1810,0 – 1796,8 тыс. м²/га × сутки. Самые низкие показатели получены по подсолнечнику – 25,30 и 1173,5 соответственно. В относительно благоприятном 2015 г. отмечалось увеличение площади листьев и ФП по предшественникам озимая пшеница и кукуруза (N₆₆P₃₂K₃₂) – до 34,86 и 33,66 тыс. м²/га, ФП – 1986,9 и 1877,0 тыс. м²/га × сутки соответственно, а наименьшие – по подсолнечнику – 26,69 и 1490,4.

В среднем за три года, как видно из таблицы 1, максимальная площадь листьев сформировалась на агрофоне N₆₆P₃₂K₃₂ и составила по предшественнику озимая пшеница – 37,82 тыс. м²/га, кукурузе – 36,26 и подсолнечнику – 29,20 тыс. м²/га. Показатель ФП был равен 2127,8, 2012,6 и 1550,1 тыс. м²/га × сутки соответственно.

Таблица 1 – Площадь листьев и фотосинтетический потенциал посевов кукурузы в зависимости от предшественника, фона удобрений и нормы высева (2013-2015 гг.)

Факторы			Площадь листьев, тыс. м ² /га		ФП, тыс. м ² /га × сутки
(А)	(В)	(С)	средняя	максимальная	
1	2	3	4	5	6
Озимая пшеница	Контроль	50	17,57	30,61	1715,3
		60	18,25	31,83	1786,2
		70	19,07	33,74	1864,1
		ср.	18,29	32,06	1788,5
	N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆	50	19,53	33,77	1906,7
		60	20,41	35,27	1991,2
		70	21,20	36,93	2073,3
		ср.	20,38	35,32	1990,3
	N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂	50	21,01	36,37	2049,9
		60	21,71	37,63	2121,4
		70	22,60	39,48	2212,2
		ср.	21,77	37,82	2127,8
Кукуруза на зерно	Контроль	50	16,38	29,34	1602,1
		60	17,19	30,69	1682,9
		70	18,09	32,60	1770,9
		ср.	17,22	30,87	1685,3
	N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆	50	18,40	32,65	1798,6
		60	19,20	34,32	1889,9
		70	20,08	35,89	1965,3
		ср.	19,22	34,28	1884,6
	N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂	50	19,86	34,74	1938,6
		60	20,53	36,13	2004,8
		70	21,40	37,93	2094,5
		ср.	20,59	36,26	2012,8
Подсолнечник	Контроль	50	12,46	24,04	1232,5
		60	12,84	24,92	1272,8
		70	13,29	25,89	1319,5
		ср.	12,86	24,95	1274,9
	N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆	50	14,05	26,61	1383,3
		60	14,31	27,15	1411,5
		70	14,75	27,96	1456,2
		ср.	14,37	27,24	1417,0
	N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂	50	15,36	28,59	1501,4
		60	15,77	29,06	1546,7
		70	16,31	29,96	1602,2
		ср.	15,81	29,20	1550,1

Максимальное накопление сухого вещества получено в 2013 и 2015 гг. в фазу цветения по предшественнику озимая пшеница на фоне N₆₆P₃₂K₃₂ (10,33 и 7,83 т/га), а наибольший среднесуточный прирост сухой биомассы за период всходы – цветение достиг 515 и 390 кг/га соответственно. К полной спелости масса сухого вещества составила на указанном варианте 17,21 и 13,04 т/га, а среднесуточный прирост за период цветение – полная спелость – 421 и 323 кг/га. В засушливом 2014 г. перечисленные показатели были значительно ниже.

В среднем за годы исследований к фазе цветения на указанном выше варианте накопилось 8,43 т/га сухой биомассы, к полной спелости – 14,05 т/га. Среднесуточный прирост сухой биомассы составил за периоды всходы – цветение 421 и цветение – полная спелость 351 кг/га соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Накопление сухой биомассы и среднесуточный прирост
в посевах кукурузы (2013-2015 гг.)

Факторы			Всходы – цветение		Цветение – полная спелость	
(A)	(B)	(C)	накоп. сух. биомассы, т/га	среднесут. прирост, кг/га	накоп. сух. биомассы, т/га	среднесут. прирост, кг/га
Озимая пшеница	Контроль	50	6,42	320	4,26	268
		60	6,66	332	4,43	283
		70	6,68	334	4,45	284
		ср.	6,58	337	4,38	278
	N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆	50	7,61	380	5,07	319
		60	7,94	396	5,24	334
		70	7,89	393	5,25	333
		ср.	7,81	390	5,18	328
	N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂	50	8,24	411	5,49	343
		60	8,52	425	5,67	355
		70	8,54	426	5,69	356
		ср.	8,43	421	5,61	351
Кукуруза на зерно	Контроль	50	5,94	296	3,95	247
		60	6,22	310	4,14	265
		70	6,28	313	4,18	268
		ср.	6,14	306	4,09	210
	N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆	50	7,13	355	4,75	299
		60	7,51	375	4,97	314
		70	7,42	371	4,95	311
		ср.	7,35	367	4,89	308
	N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂	50	7,78	388	5,18	325
		60	8,02	400	5,35	336
		70	8,07	402	5,38	336
		ср.	7,95	396	5,30	332
Подсолнечник	Контроль	50	4,11	204	2,73	179
		60	4,20	209	2,79	185
		70	4,19	208	2,79	185
		ср.	4,16	207	2,77	183
	N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆	50	4,82	240	3,21	204
		60	4,87	242	3,25	208
		70	4,93	245	3,28	210
		ср.	4,87	242	3,24	207
	N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂	50	5,30	264	3,51	221
		60	5,46	272	3,63	230
		70	5,49	274	3,65	232
		ср.	5,41	270	3,59	227

Чистая продуктивность фотосинтеза варьировалась в среднем от 6,92 г/м² × сутки по предшественнику озимая пшеница на удобренном фоне N₆₆P₃₂K₃₂, до 6,80 по кукурузе и 6,50 г/м² × сутки по подсолнечнику. По остальным вариантам (контроль и N₅₀P₁₆K₁₆) прослеживается понижение рассматриваемого показателя, особенно на варианте без удобрений (таблица 3).

Таблица 3 – Чистая продуктивность фотосинтеза в посевах кукурузы
в зависимости от предшественников и агрофонов (2013-2015 гг.)

(А)	Озимая пшеница			Кукуруза на зерно			Подсолнечник		
(В)	Контроль	N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆	N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂	Контроль	N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆	N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂	Контроль	N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆	N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂
ЧПФ, г/м ² × сутки	6,29	6,84	6,92	6,29	6,80	6,89	5,73	6,39	6,50

В 2013 г. урожайность кукурузы по лучшему предшественнику озимая пшеница составила 6,615 т/га, в 2014 г. – на 1,920 т/га и в 2015 г. – на 1,352 т/га меньше. Несколько уступает как предшественник сама кукуруза, выращиваемая на зерно. Так, в 2013 г. урожайность культуры на этом варианте достигла 6,310 т/га, в 2014 и 2015 гг. – 4,293 и 4,926 т/га соответственно. Самая низкая урожайность получена при размещении кукурузы после подсолнечника. Разница, по сравнению с озимой пшеницей в 2013 г., составила 1,825 т/га, в 2014 г. – 2,553 и в 2015 г. – 1,842 т/га. По фактору В максимальная урожайность по всем изученным предшественникам сформировалась на варианте N₆₆P₃₂K₃₂. В 2013 г. она составила 6,835 т/га, 2014 г. – 4,154 и в 2015 г. – 4,984 т/га. По фактору норма высева оптимальной в 2013 г. оказалась 60 тыс. всхожих семян/га, 2014 г. – 50 тыс./га и в 2015 г. – 60 тыс./га (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность кукурузы на зерно (2013-2015 гг.), т/га

Фактор	Предшественник (фактор А)								
	2013 г.			2014 г.			2015 г.		
	Оз. пш.	Кукуруза	Подсол.	Оз. пш.	Кукуруза	Подсол.	Оз. пш.	Кукуруза	Подсол.
Среднее (А)	6,615	6,310	4,790	4,695	4,293	2,142	5,263	4,926	3,421
Среднее (В)	контроль – 4,842 N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆ – 6,039 N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂ – 6,835			контроль – 3,190 N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆ – 3,785 N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂ – 4,154			контроль – 4,012 N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆ – 4,614 N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂ – 4,984		
Среднее (С)	50 тыс. – 5,570 60 тыс. – 6,081 70 тыс. – 6,065			50 тыс. – 3,814 60 тыс. – 3,734 70 тыс. – 3,581			50 тыс. – 4,488 60 тыс. – 4,615 70 тыс. – 4,506		

НСР₀₅ 2013 г.: А,В,С = 0,064, АВ, АС, ВС = 0,110, АВС = 0,064

НСР₀₅ 2014 г.: А,В,С = 0,061, АВ, АС, ВС = 0,106, АВС = 0,061

НСР₀₅ 2015 г.: А,В,С = 0,066, АВ, АС, ВС = 0,114, АВС = 0,066

Коэффициент хозяйственной эффективности культуры (Кхоз), показывающий отношение массы сухого зерна к общей сухой биомассе растений, определялся изучаемыми факторами (таблица 5). В 2013 и 2015 гг. он изменялся по предшественникам в пределах 0,44 – 0,43 %, а в 2014 г. – 0,43 – 0,42 %. Более высокие значения (Кхоз) отмечены на следующих вариантах: предшественник озимая пшеница, фон удобрений N₆₆P₃₂K₃₂ и норма высева 60 тыс. всхожих семян/га.

Таблица 5 – Коэффициент хозяйственной эффективности (Кхоз) в зависимости от предшественника, фона удобрений и нормы высева (2013 – 2015 гг.), %

Факторы	Предшественник (фактор А)								
	2013 г.			2014 г.			2015 г.		
	Озимая пшеница	Кукуруза	Подсол- нечник	Озимая пшеница	Кукуруза	Подсол- нечник	Озимая пшеница	Кукуруза	Подсол- нечник
Среднее (А)	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43	0,42	0,44	0,43	0,43
Среднее (В)	контроль – 0,43 N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆ – 0,43 N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂ – 0,44			контроль – 0,42 N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆ – 0,43 N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂ – 0,43			контроль – 0,43 N ₅₀ P ₁₆ K ₁₆ – 0,43 N ₆₆ P ₃₂ K ₃₂ – 0,44		
Среднее (С)	50 тыс. – 0,43 60 тыс. – 0,44 70 тыс. – 0,43			50 тыс. – 0,43 60 тыс. – 0,42 70 тыс. – 0,42			50 тыс. – 0,43 60 тыс. – 0,44 70 тыс. – 0,43		

Заключение. Результаты трехлетних исследований позволяют сделать следующие выводы:

- за вегетационный период культуры показатели фотосинтетической деятельности зависели от изучаемых факторов и метеорологических условий. Лучшим предшественником оказалась озимая пшеница, несколько уступала кукуруза на зерно и худшим вариантом был подсолнечник;
- применение минеральных удобрений в дозе N₆₆P₃₂K₃₂ наиболее эффективно;
- на отмеченных вариантах получена более высокая урожайность;
- оптимальной нормой высева в благоприятных 2013 – 2015 гг. была 60 тыс./га всхожих семян, а в засушливом 2014 г. – 50 тыс./га.

Библиографический список

1. Авдеенко, А.П. Влияние листовых и корневых подкормок на продуктивность кукурузы на зерно [Текст]/ А.П. Авдеенко, И.А. Авдеенко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 11 (42). – Часть 3. – С. 44-46.
2. Иванов, В.М. Зерновое сорго и кукуруза при орошении в Нижнем Поволжье [Текст] : монография / В.М. Иванов, Ю.П. Даниленко. – Волгоград: ФГОУ ВПО ВГСА, 2010. – 240 с.
3. Маслиев, С.В. Влияние биопрепаратов на рост, развитие и урожайность сахарной кукурузы [Текст] С.В. Маслиев // ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії. – 2015. – № 4. – С. 10-13.
4. Мингалев, С.К. Влияние минерального питания на показатели фотосинтетической активности хлорофилла кукурузы [Текст]/ С.К. Мингалев, А.Ю. Овсянников // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 10 (128). – С. 25-27.
5. Неверов, А.А. Возможности управления минеральным питанием растений на примере кукурузы [Текст]/ А.А. Неверов // Известия Оренбургского государственного агроуниверситетского. – 2011. – № 32 (1). – Том 4. – С. 69-71.
6. Синицина, О.Б. Показатели фотосинтетической активности кукурузы при различной засоренности посевов в Северной лесостепи Зауралья [Текст]/ О.Б. Синицина // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 1 (107). – С. 17-20.
7. Филин, В.И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая [Текст]/ В.И. Филин. – Волгоград: Волгогр. гос. с.-х. акад., 1994. – 274 с.
8. Усанова, З.И. Изменение фотосинтетической деятельности и продуктивности ранне-спелого гибрида кукурузы Каскад в зависимости от густоты стояния и фонов минерального питания в Верхневолжье [Текст]/ З.И. Усанова, И.В. Шальнов // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 9. – С. 33-36.

9. McVay, Kent A. Considering Strip-tillage / Kent A. McVay, Brian Olson // Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Serv. – 2004. – MF-2661.

10. Mikova, A. Maize Grain Yield Response to N Fertilization, Climate and Hybrids / A. Mikova, P. Alexandrova and I. Dimitrov // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2013. – 19 (No 3). – pp. 454 – 460.

Reference

1. Avdeenko, A. P. Vliyanie listovyh i kornevyh podkormok na produktivnost' kukuruzy na zerno [Tekst] / A. P. Avdeenko, I. A. Avdeenko // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. - 2015. - № 11 (42). – Chast' 3. – S. 44-46.

2. Ivanov, V. M. Zernovoe sorgo i kukuruza pri oroshenii v Nizhnem Povolzh'e [Tekst] : monografiya / V. M. Ivanov, Yu. P. Danilenko. - Volgograd: FGOU VPO VGSXA, 2010. – 240 s.

3. Maslijov, S. V. Vliyanie biopreparatov na rost, razvitie i urozhajnost' saharnoj kukuruzy / [Tekst] S. V. Maslijov // VISNIK Poltavsko' derzhavno agrarno akadem. – 2015. – № 4. – S. 10-13.

4. Mingalev, S. K. Vliyanie mineral'nogo pitaniya na pokazateli fotosinteticheskoy aktivnosti hlorofilla kukuruzy [Tekst] / S. K. Mingalev, A. Yu. Ovsyannikov // Agrarnyj vestnik Urala. - 2014. - № 10 (128). - S. 25-27.

5. Neverov, A. A. Vozmozhnosti upravleniya mineral'nym pitaniem rastenij na primere kukuruzy [Tekst] / A. A. Neverov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrouniversitetskogo. - 2011. - № 32 (1). Tom 4. - S. 69-71.

6. Sinicina, O. B. Pokazateli fotosinteticheskoy aktivnosti kukuruzy pri razlichnoj zasorennosti posevov v Severnoj lesostepi Zaural'ya [Tekst] / O. B. Sinicina // Agrarnyj vestnik Urala. - 2013. - № 1 (107). – S. 17-20.

7. Filin, V. I. Spravochnaya kniga po rastenievodstvu s osnovami programmirovaniya urozhaya [Tekst] / V. I. Filin. – Volgograd: Volgogr. gos. s.-h. akad., 1994. - 274 s.

8. Usanova, Z. I. Izmenenie fotosinteticheskoy deyatel'nosti i produktivnosti rannespelogo gibrida kukuruzy Kaskad v zavisimosti ot gustomoty stoyaniya i fonov mineral'nogo pitaniya v Verhnevolzh'e [Tekst] / Z. I. Usanova, I. V. Shal'nov // Dostizheniya nauki i tehniki APK. – 2011. - № 9. - S. 33-36.

9. McVay, Kent A. Considering Strip-tillage / Kent A. McVay, Brian Olson // Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Serv. - 2004. - MF-2661.

10. Mikova, A. Maize Grain Yield Response to N Fertilization, Climate and Hybrids / A. Mikova, P. Alexandrova and I. Dimitrov // Bulgarian Journal of Agricultural Science. - 2013. - 19 (No 3). - pr. 454 - 460.

E-mail: ivanov-vgsxa@mail.ru

УДК 631.41

ПОЛЕВЫЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ КРАСНОЙ КНИГИ ПОЧВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

FIELD AND LABORATORY MATERIALS FOR THE PREPARATION OF THE RED BOOK OF SOILS OF THE VOLGOGRAD REGION

В.М. Кретинин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

V.M. Kretinin

*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного
лесоразведения Российской академии наук, Волгоград*

*Federal Research Center of agroecology, integrated reclamation and protective afforestation
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd*

Красная книга почв Волгоградской области учреждается для учета и охраны почв особо охраняемых природных территорий, целинных участков, естественных лесов. Эталонные почвы в книге являются контролем для мониторинга плодородия почв в науке и землепользовании.

Лаборатория почвоведения Всероссийского научно-исследовательского агролесомелиоративного института при финансовой поддержке Комитета охраны окружающей природной среды собрала почвенные полевые и аналитические материалы для составления Красной книги Волгоградской области. Составлено более 300 паспортов почв. Описаны природные условия генезиса почв. Составлен кадастр ценных объектов (эталонов) почв: основные, региональные эталоны, эталонные комплексы, редкие почвы на территории России, азональные, под естественными лесами, исчезающие и исчезнувшие почвы, уникальные почвы. Определены физические и химические свойства почв, содержание тяжелых металлов в почве. Представлено ведение Красной книги Волгоградской области. Приложены картосхемы, фотографии. Рукопись работы в издательстве.

The Red Book of soil of the Volgograd region established for the registration and protection of soils specially protected natural areas, virgin plots and natural forests. Standard soils in the red book are a means of the control for monitoring of soil fertility in science and land use. Laboratory of Soil Science, All-Russian Scientific Research Institute of agroforest amelioration, with the financial support the Committee of Environmental Protection has collected soil field and analytical materials for composition the Red Book of soil of the Volgograd region. Composed of more than 300 soil passports. Describe natural conditions of soil genesis. Compiled cadaster of objects (standards) soil: basic, regional standards, reference complex, rare soil on the territory of Russia, azonal under natural forests, endangered and extinct soils, unique soils. Physical and chemical properties of the soil, the content of heavy metals in soil were determined. Presented by keeping the Red Book of soils of the Volgograd region. Enclosed are schematic maps, photos. The manuscript of the book is the publisher.

Ключевые слова: Красная книга почв, паспорт почвы, основной, региональный эталон почвы, редкие исчезающие, уникальные почвы, физические и химические свойства почв, тяжелые металлы, картосхемы, ведение книги, мониторинг плодородия почв.

Key words: Red book of soils, passport of soil, basis, region of standard of soils, rare, endangered, unique soil, physical and chemical properties of soils, heavy metals, schematic maps, book keeping, monitoring of fertility soils.

Введение. Идея о необходимости создания Красной книги почв возникла более 30 лет назад. За это время, благодаря работам Г.В. Добровольского, Е.Д. Никитина [5], И.А. Крупенникова, Л.О. Карпачевского, Е.Б. Скворцовой и других исследователей, мысль эта стала признанной в среде почвоведов. К настоящему времени Красная книга почв издана в Оренбургской [10], Ленинградской [12], Пермской, Белгородской [11] областях и Республике Калмыкии [17].

Исследования проводят подкомиссией по Особой охране почв и Красной книги почв при Докучаевском обществе почвоведов и Научным советом по России. Законодательной базой создания Красной книги почв служит Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (10 января 2002 г., принят Государственной Думой 20 декабря 2001 г., в статье 62 указано, что в целях учета и охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения почв учреждается Красная книга почв субъектов Российской Федерации.

Лаборатория почвоведения ФГБНУ «ВНИАЛМИ» при финансовой поддержке Комитета охраны окружающей природной среды Правительства Волгоградской области провела картографические работы в природных парках области [15]. Работу одобрили в МГУ [6]. В последующем исследовании провели на всей территории области в степной, субстепной и полупустынных зонах, во всех геоморфологических районах. Составлено более 300 паспортов почв. Исследования приводили преимущественно на сохранившихся целинных участках. К рекомендуемым Подкомиссией 7 эталонам доба-

вили еще 3 эталона. Собраны картографические, литературные, лабораторные материалы. Рекомендуется ведение Красной книги почв Волгоградской области. Прилагаются фотографии общего вида участка и профиль почвенного разреза с описанием морфологического строения.

Цель исследования – представить полевые и лабораторные материалы для составления Красной книги почв Волгоградской области, актуальность и состояние материала публикации в открытой печати.

Материалы и методы. Проект Красной книги естественных почв России представлен О.В. Черновой [18]. Картографирование почв проводят в масштабе 1:10000 и 1:25000 и обзорно в масштабе 1:100000. Работе в геоморфологическом районе предшествовало знакомство с местностью. Прозакладывали геоморфологические трансекты от высоких до низких отметок. Эталонные площадки располагали преимущественно на целине, под естественной травянистой и древесной растительностью. Почвенные разрезы закладывали на глубину 100-150 см, вскрывавшие почвообразующую породу. Бурение почвы проводится на глубину подстилающей породы. Описывали морфологическое строение почвенного разреза.

Составляли экологический паспорт почвенного объекта по форме:

- а) № паспорта (почвенного разреза);
- б) название почвы, почвообразующей и подстилающей породы;
- в) площадь ценного объекта, га;
- г) растительность, степень проективного покрытия;
- д) краткая геоморфологическая характеристика прилегающей к разрезу территории;
- е) физико-геоморфологическое районирование;
- ж) местоположение, землепользователь;
- з) привязка разреза;
- и) расстояние от эталонного участка до объекта загрязнения;
- к) географические координаты почвенного разреза;
- л) расстояние от эталонного участка до объекта загрязнения;
- м) назначение разреза;
- н) необходимые меры по сохранению;
- о) дата описания разреза;
- п) почвовед

Сплошной колонкой по генетическим горизонтам отбирали почвенные образцы. Анализы почв проводили по принятым ГОСТам [1, 3].

Результаты. Предлагаем рубрикатор эталонных почв Волгоградской области:

1. Основные.
2. Региональные (локальные).
3. Эталонные комплексы.
4. Редкие на территории России.
5. Редкие азональные.
6. Редкие под естественными лесами.
7. Редкие антропогенные.
8. Исчезающие почвы.
9. Исчезнувшие почвы.
10. Уникальные почвы.

Обсуждение. 25 основных эталонов представлены зональными типами и подтипами черноземных и каштановых почв тяжелосуглинистого, среднесуглинистого и легкосуглинистого гранулометрического состава.

30 региональных эталонов – те же почвы субпесчаного и песчаного состава, засоленные, каменистые, перерытые.

8 эталонов комплексов – солонцовые комплексы, черноземов, каштановых, солонцов, лугово-черноземных (каштановых) почв.

5 эталонов – редкие на территории России – луговые

На ательских и хвалинских породах.

5 эталонов – редких аллювиальных почв.

5 эталонов – редких под естественными лесами (пойменными, байрачными). Они не представлены в классификации почв СССР [7] и классификации почв России [8]. Генезис этих почв обсуждается М.Н. Большев [2] в Волго-Ахтубинской пойме назвал эти почвы аллювиальными лугово-лесными. В последующем А.С. Владыченский [4], Э.А. Корнблум, Ф.Н. Козловский [9], детализировали список этих почв. В агролесомелиоративном почвоведении в Нижнем Поволжье они изучены нами [14, 15]. Особый интерес предоставляют антропогенные агролесоземы; стратоземы и иброземы заградительной линии от набегов кочевников.

15 эталонов исчезающих почв – эродированных почв не крутосклонных при умеренном выпасе скота.

12 эталонов исчезнувших почв под степными курганами.

2 эталона уникальной почвы [15] – солончаки гидроморфные, подстилаемые лечебными глинами и лугово-черноземные на торфяных отложениях Пресного лимана.

Заключение. Лаборатория почвоведения ФГБНУ «ВНИАЛМИ» собрала большой объем полевых и лабораторных материалов для составления Красной книги почв Волгоградской области. Издание ее полезно для науки и производства, организации мониторинга плодородия почв крупного региона, юридической основы культурного землепользования.

Библиографический список

1. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв [Текст] / Е.В. Аринушкина. – М.: МГУ, 1970. – 481 с.
2. Большев, М.Н. Почвы Волго-Ахтубы [Текст] / М.Н. Большев // Природа сельского хозяйства Ахтубинской долины и дельты Волги. – М.: МГУ, 1961. – 57 с.
3. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почвы и грунтов [Текст] / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Высшая школа, 1973. – 309 с.
4. Владыченский, А.С. Генезис почв Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги [Текст] / А.С. Владыченский // Почвоведение. – 1954. – № 9. – С. 34-35.
5. Добровольский, Г.В. Экология почв [Текст] / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: МГУ, 2006. – 362 с.
6. Добровольский, Г.В. Красная книга почв Волгоградской области [Текст] / Г.В. Добровольский, О.В. Чернова // Почвоведение. – 2008. – №2. – С. 251-252.
7. Классификация и диагностика почв СССР [Текст]. – М.: Колос, 1997. – 224 с.
8. Классификация и диагностика почв России [Текст] / А.А. Шишов, В.Д. Тонконогов, Н. И. Лебедева, М.Н. Герасимова. – Смоленск, 2004. – 335 с.
9. Корнблум, Э.А. О классификации почв Волго-Ахтубинской поймы [Текст] / Э.А. Корнблум, Ф.И. Козловский // Почвоведение. – 1964. – №2. – С. 32-45.
10. Красная книга почв Оренбургской области [Текст] / Климентьев А.И. и др. – Екатеринбург: Изд-во УРО РАН, 2001. – 295 с.

11. Красная книга почв Белгородской области [Текст] / Сливиченко В.Д. и др. – Белгород, 2007. – 139 с.
12. Красная книга Ленинградской области [Текст] / Апарин Б.Ф. и др. – СПб: Аэроплан, 2007. – 320 с.
13. Кретинин, В.М. Агролесомелиорация почв [Текст] / В.М. Кретинин. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2009. – 198 с.
14. Кретинин, В.М. Естественные леса и почвы Нижнего Поволжья [Текст] / В.М. Кретинин. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2011. – 120 с.
15. Редкие и исчезающие почвы природных парков Волгоградской области [Текст]: монография / В.М. Кретинин, В.В. Брагин, К.Н. Кулик, В.М. Шишкунов / ВНИАЛМИ. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2006. – 144 с.
16. Ташнинова Л.М. Красная книга почв и экосистем Калмыкии [Текст] / Л.М. Ташнинова. – Элиста: АПП «Джангар», 2000. – 216 с.
17. Чернова О.В. Проект Красной книги естественных почв России [Текст] / О.В. Чернова // Почвоведение. – 1995. – №14. – С. 514–519.

Reference

1. Arinushkina, E. V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv [Tekst] / E. V. Arinushkina. - M.: MGU, 1970. - 481 s.
2. Bolyshev, M. N. Pochvy Volgo-Ahtuby [Tekst] / M. N. Bolyshev // Priroda sel'skogo hozayajstva Ahtubinskoj doliny i del'ty Volgi. - M.: MGU, 1961. - 57 s.
3. Vadyunina, A. F. Metody issledovaniya fizicheskikh svojstv pochvy i gruntov [Tekst] / A. F. Vadyunina, Z. A. Korchagina. - M.: Vysshaya shkola, 1973. - 309 s.
4. Vladychenskij, A. S. Genezis pochv Volgo-Ahtubinskoj pojmy i del'ty Volgi [Tekst] / A. S. Vladychenskij // Pochvovedenie. - 1954. - № 9. - S. 34-35.
5. Dobrovol'skij, G. V. }kologiya pochv [Tekst] / G. V. Dobrovol'skij, E. D. Nikitin. - M.: MGU, 2006. - 362 s.
6. Dobrovol'skij, G. V. Krasnaya kniga pochv Volgogradskoj oblasti [Tekst] / G. V. Dobrovol'skij, O. V. Chernova // Pochvovedenie. - 2008. - №2. - S. 251-252.
7. Klassifikaciya i diagnostika pochv SSSR [Tekst]. - M: Kolos, 1997. - 224 s.
8. Klassifikaciya i diagnostika pochv Rossii [Tekst] / A. A. Shishov, V. D. Tonkonogov, N. I. Lebedeva, M. N. Gerasimova. - Smolensk, 2004. - 335 s.
9. Kornblyum, }. A. O klassifikacii pochv Volgo-Ahtubinskoj pojmy [Tekst] / }. A. Kornblyum, F. I. Kozlovskij // Pochvovedenie. - 1964. - №2. - S. 32-45.
10. Krasnaya kniga pochv Orenburgskoj oblasti [Tekst] / Kliment'ev A. I. i dr. - Ekaterinburg: Izd-vo URO RAN, 2001. - 295 s.
11. Krasnaya kniga pochv Belgorodskoj oblasti [Tekst] / Slivichenko V. D. i dr. - Belgorod, 2007. - 139 s.
12. Krasnaya kniga Leningradskoj oblasti [Tekst] / Aparin B. F. i dr. - SPB: A]roplan, 2007. - 320 s.
13. Kretinin, V. M. Agrolesomeliioraciya pochv [Tekst] / V. M. Kretinin. - Volgo-grad: VNIALMI, 2009. - 198 s.
14. Kretinin, V. M. Estestvennye lesa i pochvy Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / V. M. Kretinin. - Volgograd: VNIALMI, 2011. - 120 s.
15. Redkie i ischezayuschie pochvy prirodnyh parkov Volgogradskoj oblasti [Tekst]: monografiya / V. M. Kretinin, V. V. Bragin, K. N. Kulik, V. M. Shishkunov / VNIALMI. - Volgograd: Izd-vo VolGU, 2006. - 144 s.
16. Tashninova L. M. Krasnaya kniga pochv i }kosistem Kalmykii [Tekst] / L. M. Tashninova. - }lista: APP "Dzhangar", 2000. - 216 s.
17. Chernova O. V. Proekt Krasnoj knigi estestvennyh pochv Rossii [Tekst] / O. V. Chernova // Pochvovedenie. - 1995. - №14. - S. 514-519.

E-mail: vnialmi_nir@vlpost.ru

УДК 635.649

**ЭЛЕМЕНТЫ АГРОТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАБАЧКА
В УСЛОВИЯХ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ****ELEMENTS OF AGROTECHNOLOGIES OF CULTIVATION OF ZUCCHINI IN
THE CONDITIONS OF DRIP IRRIGATION****Н.В. Тютюма**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН**А.Н. Бондаренко**, кандидат географических наук**О.В. Костыренко****N.V. Tutuma, A.N. Bondarenko, O.V. Kostyrenko***ФГБНУ Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия,
Астраханская область, Черныярский район, с. Соленое Займище*

FSBI «Caspian research Institute of arid agriculture»

Достижение высоких показателей в овощеводстве и получение качественной продукции невозможно без применения минеральных удобрений. Вместо обычного применения больших доз удобрений несколько раз за вегетационный период, системы капельного орошения позволяют осуществлять локальное внесение растворимых удобрений в небольшом количестве и в нужные сроки, что обеспечивает более полное их усвоение растениями и дает значительную экономию удобрений. Приведены основные результаты изучения по возделыванию сортов и гибридов кабачка отработаны приемы и способы внекорневых обработок стимуляторами на фоне внесения минеральных удобрений в условиях капельного орошения. Выявлены оптимальные варианты возделывания кабачка в условиях светло-каштановых почв при капельном орошении, что нашло свое отражение в полученной урожайности. Выявлены также наиболее перспективные для условий севера Астраханской области сорта и гибриды кабачка, обладающие высокими адаптационными возможностями и значительным уровнем потенциальной урожайности. Определены сорта и гибриды, наиболее эффективно использующие поливную воду по коэффициенту водопотребления в зависимости от элементов агротехнологии возделывания.

Achieving excellence in horticulture, and obtaining high-quality products is impossible without the use of mineral fertilizers. Instead of the usual big doses of fertilizer several times during the growing season, drip irrigation systems allow local application of soluble fertilizers in small quantities and at the right time, providing a more complete assimilation by plants and provides significant savings in fertilizers. In this article, the authors present main results of the study on cultivation of varieties and hybrids of squash perfected the techniques and methods foliar treatments stimulants on the background of mineral fertilizers in the conditions of drip irrigation. Identified the best options for the cultivation of zucchini under conditions of light-chestnut soils under drip irrigation, which was reflected in the obtained yields. Identified as the most promising for the conditions of the North of the Astrakhan region varieties and hybrids of zucchini, with a high adaptive capacity and significant level of potential yields. Identified varieties and hybrids the most efficient use of irrigation water with the ratio of water consumption depending on the elements of agrotechnologies of cultivation.

Ключевые слова: кабачок; сорт; гибрид; минеральное питание; стимуляторы роста; урожайность.

Key words: zucchini; variety; hybrid; mineral nutrition; growth; yield.

Введение. Кабачок – скороспелая, теплолюбивая высокоурожайная культура, относится к виду тыква твердокорая (*Cucurbita pepo* L.). Преимущество кабачка перед другими овощами заключается в высокой урожайности и пищевой ценности. Плоды кабачка, по сравнению с тыквой, содержат меньше сахара, однако богаче по содержанию минеральных солей и витамина С. Кабачок является питательным продуктом минимальной калорийности, но максимальной биологической ценности [2].

Паламарчук И.И. в своих исследованиях 2011-2012 гг. проводилось исследование по изучению урожайности и динамики плодоношения сортов и гибридов кабачка в условиях Правобережной Лесостепи Украины. В результате проведенных исследований установлено, что сортовые особенности растений кабачка оказывают влияние на фазы роста и развития, биометрические показатели, урожайность и динамику поступления урожая. Установлено, что наибольшую урожайность с высоким качеством продукции в Правобережной Лесостепи Украины обеспечивает сорт Чаклун – 81,7 т/га, что на 19,4 т/га больше контроля. Данный сорт обеспечивает также самое длительное поступление продукции кабачка. Среди гибридов наибольшую урожайность обеспечил гибрид Искандер F₁ – 56,1 т/га, что на 6,7 т/га больше контроля [7].

На сегодняшний день уже определенно доказано положительное влияние ростостимулирующих препаратов и биологически активных веществ на увеличение продуктивности растений. Однако степень влияния таких препаратов различается по действию в зависимости от вида растения.

Кабачок – довольно отзывчивая культура к внесению как органических, так и минеральных удобрений.

Исследования проводили на опытном поле отдела земледелия и агрохимии ВНИИ овощеводства в Центральной части Москворецкой поймы Раменского района Московской области. В наших исследованиях максимальную урожайность плодов кабачка обеспечили варианты N₉₀P₉₀K₁₂₀ + цеолит (41,0 т/га) и N₉₀P₉₀K₁₂₀ + Тенсо-коктейль (40,0 т/га). Доля стандартных плодов составила 88,4 и 92,6 % соответственно [3].

Так, в работе Н.Н. Чернышевой, В.Г. Высочина, Д.П. Ощепко [8] приводятся результаты изучения, проведенные на полях селекционного севооборота ФГБНУ «Западно-Сибирская овощная опытная станция Всероссийского НИИ овощеводства». В сортоиспытании находился новый гибрид кабачка Приобский F₁, характеризующийся высоким процентом товарности 95,1 %, устойчивым к бактериозу.

Он достоверно превысил стандарт Белуха по товарной урожайности на 14,7 т/га (23,0 %), по отдаче раннего урожая – на 10 т/га (78,7 %), по устойчивости к бактериозу. Имеет высокую товарность продукции – 95,1 %. Плоды гибрида обладают высокими вкусовыми качествами в тушеном виде. За счет прибавки раннего и товарного урожая условно-чистый доход у гибрида Приобский составляет 141,9 тыс. руб./га.

Так, например, исследованиями, проведенными Осинкиным В.В., Коваленко И.А., Ходяковым Е.А. (2011-2013 гг.) в почвенно-климатических условиях Волгоградской области на культуре кабачок гибрида «Nevira», доказано, что на вариантах с внесением расчетных доз минеральных удобрений и дифференцированным режимом орошения 75-85-75 % НВ был получен наиболее высокий уровень урожайности 70 т/га [6].

Впервые в двухфакторном полевом опыте при возделывании сортов и гибридов кабачка отработаны приемы и способы внекорневых обработок стимуляторами на фоне внесения минеральных удобрений в условиях капельного орошения.

Целью проводимых исследований явилось научное обоснование разрабатываемых агротехнологических приемов возделывания сортов и гибридов кабачка, в сочетании с фоновым внесением основного минерального питания и внекорневых обработок стимуляторами роста при капельном способе орошения.

В задачи исследований входило:

Выявить наиболее перспективные для условий севера Астраханской области сорта и гибриды кабачка, обладающие высокими адаптационными возможностями и значительным уровнем потенциальной урожайности в сочетании с фоновым внесением основного минерального питания и внекорневых обработок стимуляторами роста.

Определить сорта и гибриды наиболее эффективно использующие поливную воду по коэффициенту водопотребления в зависимости от элементов агротехнологии возделывания.

Схема закладки полевого опыта. Двухфакторные полевые опыты закладывались методом расщепленных делянок. Повторность опыта – трехкратная [1].

Общая площадь под изучением культуры кабачка – 135,8 м². Площадь делянки под сорт – 13,5 м²; площадь делянки под 1 внекорневую обработку – 6,3 м². Густота посадки кабачков при одностороннем размещении растений относительно капельной ленты – 20 тыс./га. Схема посадки – 2,80х0,7 м. Способ посева – вручную по два семени в гнездо. Способ полива – система капельного орошения

Материал исследований. Сорта и гибриды кабачка агрофирмы «Седек»: Белый лебедь; Чудо оранжевое F₁; Маша F₁; Аполлон F₁; Гольда F₁.

Методика исследований. Для выполнения поставленных задач проводились следующие полевые учеты, наблюдения и измерения с использованием методики полевого опыта Доспехова Б. А. [1] и опытного дела в растениеводстве Никитенко Г.Ф. [5], а также овощеводстве и бахчеводстве Белика В.Ф. [4].

Варианты опыта:

Контроль (без обработки).

Фон N₁₁₀P₁₀₅K₇₅.

Фон + стимулятор роста (Витазим).

Фон+ стимулятор роста (Мегафол).

Варианты внекорневых обработок для кабачка в фазы «начало образования боковых плетей», «цветение», «плодообразование», согласно рекомендуемым нормам от товаропроизводителя.

Результаты и обсуждение. В среднем за 2015-2016 гг. за вегетацию кабачков было проведено 35 поливов поливной нормой 140 м³/га и оросительной нормой 4900 м³/га. Суммарное водопотребление за период развития было равным 6731 м³/га или 673,1 мм. На поливную воду пришлось 4900 м³/га или 72,8 % от суммарного водопотребления. Влага, использованная из почвы, составляла 210,0 м³/га или всего 3,1 %.

Коэффициент водопотребления тыквенных культур. Как видно, высокоурожайные гибриды кабачков Аполлон F₁ и Маша F₁ на контрольном варианте (без обработки) показали уровень коэффициента водопотребления от 36,7 до 55,2 м³/т при фоновом внесении минеральных удобрений N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ от 36,0 до 37,6 м³/т.

Меньше всего расход воды отмечен на варианте при совместном внесении минеральных удобрений и листовых обработках стимуляторами роста. Эффективнее всего расход воды зафиксирован на вариант N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Витазим, где коэффициент водопотребления у вышеперечисленных гибридов кабачков Аполлон F₁ и Маша F₁ варьировал от 31,0 до 34,6 при урожайности 194,3 т/га и 218,0 т/га.

Проведенные листовые обработки стимулятором роста Мегафол при фоновом внесении удобрений показали уровень коэффициента водопотребления чуть ниже, чем при обработке препаратом Витазим.

У гибридов Чудо оранжевое F₁ и Гольда F₁ коэффициент водопотребления на контрольном варианте был равен 94,1 и 128,5 м³/т, при урожайности 71,5 т/га и 52,4 т/га. На варианте только при фоновом внесении минеральных удобрений N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ коэффициент водопотребления у вышеперечисленных гибридов кабачков варьировал от 62,4 до 80,2 м³/т при урожайности от 83,9 до 107,8 т/га.

При листовой обработке комплексными стимулирующими удобрениями Витазими Мегафол по фазам вегетации при фоновом внесении минеральных удобрений коэффициент водопотребления, в среднем изменялся от 51,0 до 62,0 м³/т, при урожайности от 129,7 до 108,8 т/га и от 45,3 до 72,4 м³/т при урожайности от 148,5 до 93,0 т/га.

Низкий показатель урожайности от 43,2 до 54,2 т/га в изучении был отмечен у сорта Белый лебедь. В зависимости от вариантов обработок варьировал и коэффициент водопотребления от 124,1 до 135,2 м³/т.

Практически все гибриды кабачков агрофирмы «Седек», находящиеся в изучении, показали высокий уровень урожайности, только сорт кабачка Белый лебедь был менее продуктивен. Средний вес плода по вариантам изучения у данного образца варьировал от 432 до 782 г, товарность плодов – от 72 до 57 %.

Проведенные учеты товарных и нетоварных плодов в среднем за два года выявили лучшие гибриды кабачков Маша F₁ и Апполон F₁ на варианте при фоновом внесении минеральных удобрений N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ и листовых обработках стимулятором роста Витазим. Средний вес плода у гибрида Апполон F₁ составил – 506 г, товарность плодов – 96 %. Урожайность при таких показателях составила 194,3 т/га, что на 72,3 т/га выше контрольного варианта. У гибрида Маша F₁ средний вес плода – 524 г, товарность плодов – 95 %, урожайность – 218,1 т/га. Все остальные гибриды, находящиеся в изучении, были на уровне средних значений.

Урожайность на контрольном варианте у гибридов Чудо оранжевое F₁ и Гольда F₁ варьировала от 52,4 до 71,5 т/га, на варианте с внесением фонового минерального удобрения в дозе N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ от 83,9 до 107,8 т/га, при совместном фоновом внесении минеральных удобрений и листовых обработках стимулятором роста (N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Витазим) от 108,8 до 129,7 т/га, на варианте N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Мегафол от 93,0 до 148,5 т/га.

Заключение.

1. По итогам двухлетнего изучения было установлено, что в среднем за вегетацию было проведено 35 поливов поливной нормой 140 м³/га. В среднем суммарное водопотребление за вегетационный период было равным 6731 м³/га или 673,1 мм.

2. Меньше всего расход воды отмечен на варианте при совместном внесении минеральных удобрений и листовых обработках стимуляторами роста, особенно это проявилось на варианте N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ + Витазим у кабачков Апполон F₁ и Маша F₁. Коэффициент водопотребления варьировал от 31,0 до 34,6 м³/т, при урожайности 194,3 т/га и 218 т/га.

Библиографический список

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст]/Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 315 с.
2. Зволинский, В.П. Производство овоще-бахчевых культур в условиях Астраханской области [Текст] /В.П. Зволинский, Н.В. Тютюма, З.С. Таранова. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2011. – 292 с.
3. Литвинов, С.С. Система удобрения кабачка на аллювиально-луговых почвах Московской области [Текст]/С.С. Литвинов, А.А. Коломиец //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 8 (118). – С. 9-12.
4. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве [Текст] /Под ред. В.Ф. Белика. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
5. Никитенко, Г.Ф. Опытное дело в полеводстве [Текст]/Г.Ф.Никитенко. – М.: Сельхозиздат, 1982. – 190 с.
6. Осинкин, В.В. Водосберегающие технологии выращивания кабачков и столовой свеклы при капельном орошении на юге России [Текст]/В.В. Осинкин, И.А. Коваленко, Е.А. Ходяков// Международный научный журнал. – 2014. – №7 -1 (26). – С. 69.
7. Паламарчук, И.И. Урожайность и плодоношение сортов и гибридов кабачка в условиях Правобережной лесостепи Украины [Текст]/И.И. Паламарчук //Вестник КрасГАУ. – 2016. – №3. – С. 92-96.
8. Чернышева, Н.Н. Создание нового гибрида кабачка цуккини для Западной Сибири [Текст]/Н.Н. Чернышева, В.Г. Высочин, Д.П. Ощепко// Вестник Крас ГАУ. – 2016. – №3. – С. 80-84.

Reference

1. Dospehov, B. A. Metodika polevogo opyta [Tekst]/B. A. Dospehov. - M.: Agropromizdat, 1985. - 315 s.
2. Zvolinskij, V. P. Proizvodstvo ovosche-bahchevykh kul'tur v usloviyah Astrahanskoj oblasti [Tekst] /V. P. Zvolinskij, N. V. Tyutyuma, Z. S. Taranova. - Volgograd: Volgogradskaya GSXA, 2011. - 292 s.
3. Litvinov, S. S. Sistema udobreniya kabachka na allyuvial'no-lugovykh pochvah Moskovskoj oblasti [Tekst]/S. S. Litvinov, A. A. Kolomiec //Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2014. - № 8 (118). - S. 9-12.
4. Metodika opytnogo dela v ovoshevodstve i bahchevodstve [Tekst] /Pod red. V. F. Belika. - M.: Agropromizdat, 1992. - 319 s.
5. Nikitenko, G. F. Opytnoe delo v polevodstve [Tekst]/G. F. Nikitenko. - M.: Sel'hozizdat, 1982. - 190 s.
6. Osinkin, V. V. Vodosberegayushchie tehnologii vyrashchivaniya kabachkov i stolovoj svekly pri kapel'nom oroshenii na yuge Rossii [Tekst]/V. V. Osinkin, I. A. Kovalenko, E. A. Hodyakov// Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal. - 2014. - №7 -1 (26). - S. 69.
7. Palamarchuk, I. I. Urozhajnost' i plodonoshenie sortov i gibridov kabachka v usloviyah Pravoberezhnoj lesostepi Ukrainy [Tekst]/I. I. Palamarchuk //Vestnik KrasGAU. - 2016. - №3. - S. 92-96.
8. Chernysheva, N. N. Sozdanie novogo gibrida kabachka cukini dlya Zapadnoj Sibiri [Tekst]/N. N. Chernysheva, V. G. Vysochin, D. P. Oschepko// Vestnik Kras GAU. - 2016. - №3. - S. 80-84.

E-mail: pniaz@mail.ru

УДК 635-152. 61-62

ЗНАЧЕНИЕ СЕЛЕКЦИИ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР В РАЗВИТИИ ОТРАСЛИ БАХЧЕВОДСТВА

THE VALUE SELECTION OF MELONS IN THE MELON INDUSTRY DEVELOPMENT

Т.Г. Колебошина^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук, профессорГ.С. Егорова², доктор сельскохозяйственных наук, профессорЕ.А. Варивода¹, старший научный сотрудникД.С. Шапошников¹, младший научный сотрудникT.G. Koleboshina^{1,2}, G.S. Egorova², E.A. Varivoda¹, D.S. Shaposhnikov¹

¹ФГБНУ «Быковская бахчевая селекционная опытная станция
Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства,
Волгоградская обл, Быковский р-н, п. Зеленый

²Волгоградский государственный аграрный университет

¹Federal State Scientific Institution «Bykovskaya melon breeding experimental station
of the All-Russian Scientific Research Institute of Horticulture»

²Volgograd State Agricultural University

В статье рассматриваются основные цели и задачи селекции бахчевых культур. Отмечается, что при получении конечного селекционного продукта необходимо ориентироваться не только на основные полезно-хозяйственные признаки будущего сорта, но также на удовлетворение требований и потребностей рынка сбыта продукции, запроса конкретных отраслей промышленного производства, т.е. нужна селекция специализированного направления. Важным этапом селекционного процесса является разработка модели будущего сорта. Наряду с созданием новых сортов и гибридов F₁ перспективным направлением отечественной селекции становится использование триплоидных гибридов столового арбуза, с высокими вкусовыми качествами и повышенным содержанием ликопина в плодах. Ускорению селекционного процесса

способствует использованию в селекции биотехнологий, схем интеграции ДНК технологий и генной инженерии. Создание молекулярно-цитологических ДНК-маркеров на основе целенаправленного отбора, выявление форм-доноров генов, улучшающих качество продукции и повышающих её биологическую ценность, позволяет выявлять хозяйственно-полезные аллели уже в коллекционных образцах. Использование в селекционном процессе материнской линии с цитоплазматической мужской стерильностью, ген *ms*, с рецессивными признаками по листовой пластинке (*l*) и окраске плода (*q*) значительно ускоряет и удешевляет получение гибридов F₁. Приводятся характеристики сортов и гибридов F₁ арбуза, дыни и тыквы по срокам созревания. Длина вегетационного периода ранних гибридов арбуза Дуэт F₁, Эдем F₁, Русич F₁ составила 62-65 суток, сортов Триумф и Память Холодова – 65-68 суток. У среднеспелых сортов 76-83 суток, у поздних – 90-98 суток. Содержание сухих веществ у поздних сортов выше, чем у раннеспелых на 2-4 %. Созданные сорта дыни отличаются качественными показателями и устойчивостью к био- и абиотическим факторам среды. Это сорта различных сроков созревания от раннего 58 суток (Дюна) до позднего 115 суток (Зимовка), с высокими вкусовыми качествами (содержание сухих веществ от 12,0 % до 15,0 %). На станции созданы сорта тыквы столового и универсального назначения с урожайностью до 19,9 т/га, с содержанием сухих веществ до 8,5 %.

The article considers the main goals and objectives of the selection of melons. It is noted that upon receipt of the final selection of the product is necessary to focus not only on major useful and economic features of the future varieties, but also to meet the requirements and needs of the market for products, request specific sectors of industrial production, ie, We need a selection of specialized areas. An important step in the selection process is to develop a model of the future varieties. Along with the creation of new varieties and F1 hybrids of domestic breeding promising direction becomes the use of triploid hybrid watermelon table, with high taste and high content of lycopene in the fruit. The acceleration of the selection process facilitated by the use in breeding of biotechnology, integrated circuits DNA technology and genetic engineering. Create a molecular DNA-based cytology purposeful selection markers, identification of form donors genes, improve product quality and increase its biological value, allows detection of economically useful alleles in the samples collection. The use in the selection process of the parent lines with cytoplasmic male sterility, *ms* gene with recessive traits on leaf blade (*l*) and fruit color (*q*) is much faster and cheaper to obtain F1 hybrids. Characteristics of cultivars and F1 hybrids of watermelon, melon and gourd for ripening. The length of the growing season early hybrid watermelon F1 duo, Eden F1, F1 Rusich was 62-65 days, varieties of Triumph and Memory Kholodov - 65-68 days. At the middle-grades of 76-83 days, at the later - 90-98 days. Solids in late varieties higher than 2-4 % early ripening. melon varieties by different quality indicators and stability to bio- and abiofaktoram environment. This variety of different ripening early 58 days (Dune) until late in the day 115 (wintering) with high taste qualities (solids content of 12.0 % to 15.0 %). At the station created varieties of pumpkin table and multi-purpose with a yield of up to 19.9 t / ha, with a solids content of up to 8.5 %.

Ключевые слова: бахчевые культуры, селекция, сорта, гибриды, скрещивание, маркеры, качество, урожайность.

Key words: melons, selection, varieties, hybrids, cross-breeding, markers, quality, productivity.

Введение. Улучшение и совершенствование традиционных методов ведения сельского хозяйства, такие как интенсивная обработка почвы, внесение оптимальных доз минеральных и органических удобрений, осуществление комплекса мер по сохранению и повышению плодородия почв и др., не позволяют в полной мере и полном объеме решить проблемы экономического роста отрасли бахчеводства.

Наиболее экономически выгодным способом повышения продуктивности бахчевых культур является использование селекции.

Селекция – наука о методах создания сортов и гибридов сельскохозяйственных растений; отрасль сельскохозяйственного производства, занимающаяся выведением сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Селекция, воздействуя на растения, позволяет изменить их наследственные качества в нужном для человека направлении [5, с. 570].

Цель селекции – создание высокоурожайных, высококачественных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, устойчивых к био- и абиофакторам среды, пригодных для возделывания с использованием новых интенсивных методов производства товарной продукции.

Основные направления селекции, вытекают из ее определения:

- высокая урожайность;
- качество продукции (вкус, внешний вид, лежкость, транспортабельность, биохимический состав - содержание сухих веществ и сахаров и т.д.);
- физиологические свойства (скороспелость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням, вредителям и неблагоприятным климатическим условиям);
- пригодность к интенсивным технологиям (отзывчивость на удобрения, полив, загущение посевов и т.д.).

В современных условиях меняются приоритеты направленности селекции. При создании конечного селекционного продукта необходимо ориентироваться не только на основные полезно-хозяйственные признаки будущего сорта, но также и на удовлетворение требований и потребности рынка сбыта продукции, запроса конкретных отраслей промышленного производства, т.е. нужна селекция специализированной направленности. Например, если из тыквенной группы для использования в кормовых целях требуются сорта, пригодные для длительного хранения, то для перерабатывающей промышленности необходимы сорта высокого качества с розовой окраской плода.

Расширение зон возделывания бахчевой продукции в связи с потеплением климата, привело к востребованности ведения селекции адаптивной направленности. Необходимы сорта, приспособленные к конкретным климатическим условиям: жаростойкие и засухоустойчивые, более ранних сроков созревания для возделывания в северных районах.

В связи с тем, что факторы среды и условия возделывания бахчевых культур являются решающими, необходимы сорта и гибриды с высокой пластичностью, отзывчивых на применение интенсивных технологий.

Поэтому перед началом, работы, селекционеру необходимо точно знать итоговые признаки и свойства конечного продукта, т.е. разработать модель сорта.

По определению Литвинова С.С [5, с. 343], модель сорта изобретение, описание, схема, чертеж, график, план, карта какого-то объекта, процесса или явления; любой образ (аналог) некоего оригинала, используемый в качестве его «заменителя» или «представителя» в моделировании.

Разработанная модель становится основой создания будущего сорта на подготовительном этапе при отборе растений в гибридных питомниках и в питомниках испытания, позволяет получить сорт с заданным соотношением морфологических, биохимических, технологических и других показателей, эффективно реагирующий повышением урожайности на улучшение условий выращивания.

Селекционный процесс довольно длителен по времени. На создание сорта может уйти до 10-15 лет. И здесь на помощь селекционеру приходит использование в селекции биотехнологии, схем интеграции ДНК-технологий и генной инженерии.

Главные достоинства методов генной инженерии заключаются в том, что они позволяют передавать один или несколько генов от одного организма к другому без сложных скрещиваний, причем донор и реципиент не обязательно должны быть близко родственными, что резко увеличивает разнообразие измененных свойств. Благодаря маркер- вспомогательной селекции можно подойти к решению таких практических

задач, как поддержание генетических коллекций, подбор родительских пар для скрещивания, составление родословной сортов, их паспортизация и сертификация, защита интеллектуальной собственности [10]. Создание молекулярно-цитологических ДНК маркеров на основе целенаправленного отбора, выявление ценных форм-доноров генов, улучшающих качество продукции и повышающих её биологическую ценность, позволит эффективно выявлять хозяйственно-полезные аллели в коллекционных образцах без проведения длительного и затратного фенотипического и биохимического анализов, т.е. решить проблему сокращения сроков селекционного процесса с получением конечного продукта с высокими показателями.

Еще одним направлением повышения эффективности отрасли бахчеводства – гибридная селекция. Гибриды F_1 отличаются от сорта однородностью плодов, дружностью созревания, повышенной устойчивостью к болезням и приспособленностью к условиям возделывания. Обладая высоким гетерозисным эффектом, гибриды F_1 позволяют получать гарантированные урожаи плодов. Кроме того, гибридная селекция дает возможность получить конечный продукт в сроки на несколько порядков короче, чем при создании сорта.

В настоящее время селекция бахчевых культур ведется в основном с использованием методов классической селекции, довольно длительные и затратные приемы. Решение целого ряда проблем современной селекции позволит вывести селекционную работу и ее итоги на новый уровень:

- каталогизация коллекции исходного материала на основе маркерного анализа источников и доноров полезно-хозяйственных признаков;
- использование в селекции методов геномной инженерии, генетических и маркерно-ориентированных методов, а также новых приборов, оборудования и программно-аппаратных средств, с целью сокращения сроков получения селекционного продукта;
- отработка механизмов взаимодействия государственных и коммерческих структур с целью сокращения сроков доведения конечного научного продукта до потребителя;
- оптимизация всей селекционной работы.

Материалы и методы. Исследования проводились в зоне рискованного земледелия Волгоградского Заволжья на Быковской бахчевой селекционной опытной станции. Объект исследования – сорта арбуза, дыни и тыквы. Испытание сортов и гибридов проводили в соответствии с «Методикой государственного испытания сельскохозяйственных культур» и методиками, разработанными для селекции овощных и бахчевых культур [6, 8, 9].

Результаты и обсуждение. Селекция бахчевых культур на станции ведется по целому ряду направлений. Селекционерами станции создана целая линейка сортов бахчевых культур специализированной и адаптивной направленности, отвечающие требованиям товаропроизводителей и потребительского спроса: с высокой урожайностью и качеством плодов, разных сроков созревания, устойчивых к био- и абиофакторам среды, отзывчивых на интенсивные приемы возделывания [1].

В гибридной селекции отработана материнская линия с мужской стерильностью, ген ms , с рецессивными признаками по листовой пластине (l) и окраске плода (q), размножающаяся семенами, полученными от искусственного опыления стерильной гомозиготы фертильной по гену ms , дает в потомстве смесь стерильных и фертильных растений в соотношении 1 : 1 [4]. Отцовские линии подобраны по проявлению гетерозиса, отработаны по однородности, что позволяет значительно ускорить получение гибридов

F₁. Созданы первые отечественные гибриды F₁ Эдем, Русич, Итиль [2]. Работа в этом направлении продолжается. В настоящее время Государственное сортоиспытание проходит новый гибрид арбуза F₁ Дуэт.

Проведенные исследования показали, что раннеспелые сорта и гибриды арбуза, с периодом вегетации 64-68 дней, позволяют обеспечить поступление свежих плодов арбуза в конце июля без использования покрывных и рассадных приемов. К наиболее перспективным можно отнести гибриды: F₁, Эдем, Русич, сорта: – Триумф, Память Холодова. Гибрид F₁, Эдем отличается ярко-красной мякотью плода и скороспелостью, сорт Память Холодова повышенным качеством плодов, Русич и Триумф устойчивостью к неблагоприятным факторам среды и стабильной урожайностью. Среднеспелые сорта арбуза, с вегетационным периодом 74-83 дней по результатам исследований, отличаются от раннеспелых более высокими вкусовыми качествами, содержание сухих веществ на 1,5-2,0 % больше, крупностью плодов до 10-15 кг, и транспортабельностью по отношению к раннеспелым сортам арбуза. В этой линейке наиболее популярны: сорт старой селекции Синчевский, высокоурожайный, устойчив к био-и абиофакторам среды; сорт Волжанин отличается эллипсовидной формой плода и высокими вкусовыми качествами, содержание сухих веществ до 16 %. Из сортов новой селекции наиболее перспективны по урожайности и качеству плодов сорта арбуза Рубин и Медунок, урожайность на 2,0-3,0 т/га больше, содержание сухих веществ на 0,4-1,6 % больше по отношению к сорту старой селекции Синчевский. Достоинства позднеспелых сортов – высокая транспортабельность, урожайность и длительный период хранения, такие как Холодок, Икар, Восторг, Быковский 22.

Необходимо отметить, что все представленные сорта обладают высокой пластичностью, адаптированы к различным зонам и условиям возделывания (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика сортов и гибридов арбуза (среднее за три года)

№ п/п	Название образца	Длина вегетационного периода, сут.	Урожай- ность, т/га	Содержание сухих веществ, %	Поражено		
					фузариоз	антракноз	
					%	%	балл
Раннеспелая группа							
1	Память Холодова	68	19,3	11,8-12,6	13,5	100	2,3
2	Триумф	65	20,6	11,6-12,0	18,7	100	3,3
3	Русич F ₁	65	23,1	11,0-12,6	10,8	86,2	1,4
4	Эдем F ₁	62	21,8	11,2-12,0	9,7	97,4	1,4
НСР ₀₅ - 3,57 т/га				Р- 2,94 %			
Среднеспелая группа							
1	Синчевский	83	20,5	11,6-12,4	16,2	100	1,8
2	Рубин	74	23,2	12,0-14,0	8,5	84,5	1,0
3	Медунок	76	22,6	12,0-14,0	12,5	100	1,0
4	Волжанин	75	22,8	11,0-14,0	15,3	100	1,6
НСР ₀₅ – 3,98 т/га				Р- 3,98 %			
Позднеспелая группа							
1	Икар	98	20,6	12,0-14,0	5,5	35,4	0,3
2	Восторг	95	20,2	12,0-14,0	17,5	100	1,3
3	Холодок	90	23,1	11,0- 11,8	18,9	89,6	1,4
4	Быковский 22	88	21,2	10,6-12,0	3,9	80,4	1,0
НСР ₀₅ -2,28 т/га				Р- 2,18 %			

Дыня востребована у потребителей за вкусовые и полезные качества, поэтому, создание отечественных сортов дыни является важным и необходимым направлением селекции бахчевых культур. Наиболее популярны из дынной группы селекции станции сорта Дюна, Комета, Прима, Идиллия. Сорт Дюна отличается высокой скороспелостью, плоды созревают на неделю и более раньше по отношению к другим представленным сортам. Плоды имеют сплошную сетку, плотную сочную мякоть. Новый раннеспелый сорт Комета незначительно уступает по созреванию плодов сорту Дюна, имеет красивый внешний вид и нежную сочную мякоть. Сорт высокоурожайный, пригоден для транспортировки на длительные расстояния. Сорт дыни Прима отличается крупными, до 6 кг и более плодами торпедовидной формой, маслянистой мякотью. Полученные экспериментальные данные показали преимущество позднеспелого сорта Идиллия по урожайности (на 3,5-6,9 т/га больше) и содержанию сухих веществ (на 1-3 % больше), в сравнении с раннеспелыми сортами дыни (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика сортов дыни (среднее за три года)

№ п/п	Название образца	Длина вегетационного периода, сут.	Урожайность, т/га	Содержание сухих веществ, %	Поражено		
					мучнистая роса		антракноз
					балл	%	балл
1	Дюна	58	18,0	12,8	1,6	90,8	1,5
2	Комета	62	21,4	14,0	1,8	80,2	1,1
3	Прима	80	18,6	12,0	1,3	90,2	1,3
4	Идиллия	81	24,9	15,0	1,9	90,2	1,1

$R = 1,34\%$ $HCp_{05} = 3,95$ т/га

Одним из направлений селекции тыквы, помимо полезно-хозяйственных признаков, является создание сортов пригодных для использования в перерабатывающей промышленности. На первое место выходит красная окраска плода. По данному показателю выделяется новый сорт тыквы Романтика. Столовый сорт Зорька отличается высоким содержанием каротина 28-36 мг%, розовой окраской плода, ярко-оранжевой мякотью. Не потерял своей актуальности сорт тыквы старой селекции универсального назначения Волжская серая 92 за высокую урожайность, многосемянность и дутые крупные белые семена, которые нашли широкое применение в получении тыквенного масла. Столовые сорта тыквы, созданные на станции, характеризуются повышенным содержанием сухих веществ (8,0 % и более) (таблица 3).

Таблица 3 – Характеристика сортов тыквы (среднее за три года)

№ п/п	Название образца	Длина вегетационного периода, сут.	Урожайность, т/га	Содержание сухих веществ, %	Поражено	
					мучнистая роса	
					балл	%
1	Волжская серая 92	124	21,6	6,3	80,0	1,9
2	Зорька	118	13,3	8,1	70,0	1,5
3	Изящная	114	16,9	8,5	80,0	1,5
6	Романтика	118	17,8	8,0	88,9	1,7

$R = 2,44\%$ $HCp_{05} = 3,3$ т/га

На станции начата работа по перспективному направлению отечественной селекции бахчевых культур создание триплоидных (бессемянных) гибридов столового арбуза [7]. Создание триплоидов (бессемянных) сортов арбуза позволит решить целый ряд селекционных задач. Отсутствие необходимости формирования семян, позволяет растению направить все потребляемые элементы питания на улучшение качества, что

дает возможность на высоком уровне удовлетворить потребительские требования населения к пищевой полезности данного продукта [3], плоды обладают повышенной лежкостью, высокой пригодностью к переработке и употреблению в свежем виде.

Кроме того, внедрение триплоидных арбузов в массовый товарооборот увеличит защиту семенного рынка от неконтролируемого использования некачественного семенного материала, что в настоящее время является крайне отрицательным фактором, влияющим на экономические составляющие развития отрасли бахчеводства.

Заключение. Таким образом, для ускорения селекционного процесса и повышения эффективности отрасли бахчеводства необходимо вести селекционную работу с учетом меняющихся приоритетов развития селекции и её направленности. Необходима интеграция междисциплинарных отраслей в селекционный процесс, совмещение классической селекции и методов генной инженерии, генетических и маркерно-ориентированных методов и др., а также решение целого ряда вопросов с целью сокращения сроков доведения конечного научного продукта до потребителя. По результатам проведенных исследований на станции создан целый ряд отечественных сортов и гибридов арбуза, дыни и тыквы, отвечающие требованиям потребительского спроса: высокого качества, устойчивые к неблагоприятным факторам среды, пригодные для использования как в товарном бахчеводстве, так и в перерабатывающей промышленности.

Библиографический список

1. Быковский, Ю.А. Товарному бахчеводству России продуктивные сорта [Текст] / Ю.А. Быковский, С.В. Малуева, Т.М. Никулина // Картофель и овощи. – 2014.
2. Варивода, Е.А. Новые гибриды арбуза [Текст] / Е.А. Варивода, Н.Г. Байбакова, В.И. Леунов // Картофель и овощи. – 2015. – № 7. – С. 37-38.
3. Варивода, Е.А. Получение исходного материала для создания триплоидных (бессемянных) гибридов арбуза [Текст] / Е.А. Варивода, Т.Г. Колебошина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 3 (39). – С. 94-96.
4. 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. 21-26.
5. Литвинов, С.С. Энциклопедия овощеводства. Термины. Понятия. Определения [Текст] / С.С. Литвинов. – М., 2014. – С. 570-572.
6. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве [Текст] / С.С. Литвинов. – М: Россельхозакадемия, 2011.
7. Литвинов, С.С. Бахчеводство: стратегия и перспективы развития [Текст] / С.С. Литвинов, Ю.А. Быковский // Картофель и овощи. – 2013. – №5. – С. 2-5.
8. Лизгунова, Т.В. Методические указания по селекции сортов и гетерозисных гибридов овощных культур [Текст] / Т.В. Лизгунова, Б.В. Квасников. – Л. – ВИР, 1974. – С. 32.
9. Фурса, Т.Б. Селекция бахчевых культур [Текст] : методические указания / Т.Б. Фурса. – Л., 1988. – С. 78.
10. Шмыкова, Н.А. Биотехнологические и молекулярно-генетические методы в селекции овощных культур [Текст] / Н.А. Шмыкова, Т.П. Супрунова, В.Ф. Пивоваров // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50. – №5. – С. 561-570.

Reference

1. Bykovskij, Yu. A. Tovarnomu bahchevodstvu Rossii produktivnye sorta [Tekst] / Yu. A. Bykovskij, S. V. Malueva, T. M. Nikulina // Kartofel' i ovoschi. - 2014.
2. Varivoda, E. A. Novye gibridy arbuza [Tekst] / E. A. Varivoda, N. G. Bajbakova, V. I. Leunov // Kartofel' i ovoschi. - 2015. - № 7. - S. 37-38.

3. Varivoda, E. A Poluchenie iskhodnogo materiala dlya sozdaniya triploidnyh (bessemyannyh) gibridov arbuza [Tekst]/ E. A. Varivoda, T. G. Kaleboshina // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 3 (39). - S. 94-96.

4. Znachenie iskhodnogo materiala v selektsii pri sozdanii novykh sortov arbuza s kompleksnoy ustojchivost'yu k bolezniam [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). - S. 21-26.

5. Litvinov, S. S. }nciklopediya ovoshevodstva. Terminy. Ponyatiya. Opredeleniya [Tekst]/S. S. Litvinov. - M., 2014. - S. 570-572.

6. Litvinov, S. S. Metodika polevogo opyta v ovoshevodstve [Tekst]/S. S. Litvinov. - M: Rossel'hoz akademiya, 2011.

7. Litvinov, S. S. Bahchevodstvo: strategiya i perspektivy razvitiya [Tekst]/S. S. Litvinov, Yu. A. Bykovskij// Kartofel' i ovoschi. - 2013. - №5. - S. 2-5.

8. Lizgunova, T. V. Metodicheskie ukazaniya po selektsii sortov i geterozisnyh gibridov ovosnykh kul'tur [Tekst]/ T. V. Lizgunova, B. V. Kvasnikov. - L. - VIR, 1974. - S. 32.

9. Fursa, T. B. Selekcija bahchevykh kul'tur [Tekst] : metodicheskie ukazaniya / T. B. Fursa. - L., 1988. - S. 78.

10. Shmykova, N. A. Biotehnologicheskie i molekulyarno-geneticheskie metody v selektsii ovosnykh kul'tur [Tekst] /N. A. Shmykova, T. P. Suprunova, V. F. Pivovarov// Sel'skohozyajstvennaya biologiya. - 2015. - T. 50. - №5. - S. 561-570.

E-mail: agro@volgau.com

УДК 636.4.082

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЯСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПОВ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ БЫЧКОВ КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ

MODELING PARAMETERS OF MEAT PRODUCTIVITY DEPENDING ON BODY TYPES CALVES OF THE KALMYK BREED

И.Ф. Горлов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик РАН

М.И. Сложенкина¹, доктор биологических наук, профессор

О.П. Шахбазова², доктор биологических наук, доцент

В.В. Губарева², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Б.К. Болаев³, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**I.F. Gorlov¹, M.I. Slozhenkina¹, O.P. Shakhbazova², V.V. Gubareva²,
B.K. Bolaev³**

¹ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции», г. Волгоград

²ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» Ростовская обл.,
Октябрьский район, пос. Персиановский

³ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет», г. Элиста

¹Volga Region Scientific Research Institute of Meat-and-Milk Production and Processing

²Don State Agrarian University, Persianovsky village

³Kalmyk State University

В результате исследований определены взаимосвязи между показателями экстерьера, мясной продуктивности и качественных показателей мяса для подопытных бычков калмыцкой породы разного типа телосложения (I группа – бычки компактного (низкорослого), II – среднего, III – высокорослого типов) в разные возрастные периоды. Коэффициент корреляции (r)

между живой массой в возрасте 16 мес. и высотой в холке в 10-ти месячном возрасте составил – 0,8437, 0,8924, 0,9061 по I, II и III группам соответственно, с высотой в крестце – 0,8226, 0,8335, 0,8880. По другим промерам экстерьерных статей подопытные бычки разного типа телосложения имеют существенные различия. Так, для бычков компактного и среднего типов телосложения достоверно высокие значения коэффициента корреляции выявлены между живой массой и обхватом груди - 0,8703, 0,8457, а также глубиной груди – 0,8563, 0,8221 соответственно, у бычков III типа -косой длины туловища – 0,8759 и косой длиной зада – 0,9206. Рассчитанные коэффициенты парной линейной регрессии показали, что при увеличении высоты в холке и крестце на 1 см можно прогнозировать 9,23 кг прироста живой массы бычков компактного типа телосложения, 9,41-9,42 кг среднего типа и 7,01-9,17 кг – высокорослого типа. При увеличении обхвата груди и глубины груди на 1 см у компактных животных можно прогнозировать прирост живой массы на 6,63-14,35 кг, а у молодняка среднего типа телосложения – 4,93-10,76 кг. Высокорослые подопытные бычки могут обеспечить прирост живой массы на 10,09-15,13 кг при увеличении промеров косой длины туловища и косой длины зада на 1 см. Установлена высокая положительная корреляция между живой массой бычков в возрасте 16 месяцев и показателями предубойной массы, массы парной туши, убойной массы, массы мякоти туши (0,72-0,95), низкая положительная корреляция живой массы с массой внутреннего жира, хрящей и сухожилий (0,13-0,18). Низкий коэффициент корреляции выявлен между живой массой и массой костей. Выявлена также высокая положительная взаимосвязь между типом телосложения и убойными качествами бычков. На основании результатов исследований составлена линейная модель множественной регрессии, дающая возможность прогнозировать параметры мясной продуктивности бычков в зависимости от их типов телосложения.

Guinea gobies of different physique types have significant differences. So for steers compact and medium body types reliably high values of the correlation coefficient detected between live weight and chest girth - 0,8703, 0,8457 and depth of chest - 0,8563, 0,8221 respectively, in bulls type III -oblique body length - 0,8759 and oblique length of the rear 0,9206. Coefficients were calculated pair-wise linear regression showed that increasing the height at the withers and the croup by 1 cm it is possible to predict of 9.23 kg of live weight gain of calves compact body type, 9,41 - 9,42 kg medium type and of 7.01 - 9,17 kg – tall type. When you increase the girth of chest and depth of chest 1 cm from the compact animals can predict weight gain at 6.63 – 14,35 kg, and in the young average body type – 4,93 – of 10.76 kg. Tall experimental calves can increase live weight by 10.09 – 15,13 kg with the increase of the measurements of the oblique body length and oblique length of butt at 1 see a high positive correlation between live weight bulls at age 16 months and indicators, the slaughter mass, the mass of steam carcass, carcass weight, weight of the pulp mascara (0,72-0,95), low positive correlation of live weight with a mass of internal fat, cartilage, and tendons (0,13-0,18). The low coefficient of correlation identified between body weight and bone mass. Identified as a high positive correlation between body type and slaughter qualities of bull-calves. Based on the results of the research compiled by a linear model of multiple regression gives the possibility to predict the parameters of meat efficiency of bull-calves according to their body types.

Ключевые слова: *калмыцкий скот, селекционно-племенная работа, моделирование и прогнозирование продуктивности, корреляционно-регрессионный анализ, типы телосложения.*

Key words: Kalmyk cattle breeding work, the modeling and forecasting of productivity, correlation and regression analysis, body types.

Работа выполнена в рамках Гранта РФФИ 15-16-10000 ГНУ НИИММП

Введение. Важной задачей агропромышленного комплекса Российской Федерации является увеличение производства конкурентоспособного мяса сельскохозяйственных животных, в том числе говядины.

В настоящее время основная часть говядины в Российской Федерации производится за счет разведения скота молочного и мясо-молочного направлений продуктивности.

В Российской Федерации наиболее распространенными породами являются калмыцкая, казахская белоголовая, герефордская, абердин-ангусская и русская комолая. Наиболее многочисленной из отечественных мясных пород является калмыцкая. Только в Республике Калмыкия в 5 племязаводах и 22 племрепродукторах сосредоточено 63 267 голов племенного скота данной породы.

Животные калмыцкой породы выносливы, неприхотливы к кормам, способны при обильном кормлении интенсивно набирать живую массу [1, 2, 8, 4, 3].

Использование в стадах производителей разных внутривидовых типов, проведение целенаправленной селекции на интенсивность роста молодняка и влияние суровых средовых факторов способствовало формированию в породе характерных типов телосложения животных со специфическими особенностями [1, 8, 5, 6, 7, 9, 10, 11].

В связи с этим, изучение хозяйственно-биологических особенностей бычков калмыцкой породы различных типов телосложения является актуальным.

Материалы и методы. Исследования по определению взаимосвязи между показателями экстерьера, мясной продуктивности и качественных показателей мяса были проведены для подопытных бычков калмыцкой породы разного типа телосложения (I группа - бычки компактного (низкорослого), II - среднего, III - высокорослого типов) в разные возрастные периоды. Взаимосвязь между признаками определяли путем расчёта коэффициентов корреляции, с проведением оценки достоверности по критерию Стьюдента при разных степенях вероятности.

Результаты исследований. Установлено, что наиболее сильная взаимозависимость между живой массой в период роста молодняка всех исследуемых групп наблюдается с высотой в холке и крестце. Наряду с высокой корреляцией, с высотными промерами у бычков I группы с живой массой высоко коррелируют промеры обхвата и глубины груди, II группы – обхвата груди, III группы промеры косой длины туловища и косой линии зада.

Для моделирования и прогнозирования продуктивности, а также убойных и качественных показателей установлен характер и степень взаимосвязи живой массы в 16 мес. с промерами интерьерных статей подопытного молодняка в раннем возрасте.

Коэффициент корреляции (r) между живой массой в возрасте 16 мес. и высотой в холке в 10-ти месячном возрасте для молодняка всех изучаемых групп высокий – 0,8437, 0,8924, 0,9061 ($P \geq 0,99$) по I, II и III группам соответственно, также высока связь с высотой в крестце – 0,8226, 0,8335, 0,8880 ($P \geq 0,99$). По другим промерам экстерьерных статей подопытных бычков разного типа телосложения имеются существенные различия. Так, для бычков компактного и среднего типов телосложения достоверно высокие значения коэффициента корреляции обнаружены между живой массой в 16 мес. и обхватом груди – 0,8703, 0,8457, а также глубиной груди – 0,8563, 0,8221 ($P > 0,99$) соответственно. У высокорослых бычков III типа телосложения наиболее сильная зависимость между живой массой в 16 мес. и высотными промерами наблюдалась между промерами косой длины туловища – 0,8759 ($P > 0,99$) и косой длиной зада – 0,9206 ($P > 0,99$). Очевидно, что именно эти интерьерные стати подопытных животных оказывают основное влияние на мясную продуктивность и качественные показатели мяса.

В первом приближении, не учитывая взаимозависимостей, которые существуют между промерами экстерьерных статей подопытного молодняка, зависимость живой массы в 16 мес. (результативный показатель Y) и высотами в холке и крестце – для всех исследуемых подгрупп животных, обхватом и глубиной груди – для I и II групп, косой длиной туловища и косой длиной зада (факторы X) хорошо моделируется уравнением линейной регрессии:

$$Y = a + b X.$$

Коэффициент регрессии b показывает среднее изменение результативного показателя (в единицах измерения Y) с повышением или понижением величины фактора X на единицу его измерения.

Коэффициент парной линейной регрессии ($P > 0,99$) между высотой в холке и крестце в возрасте 6 мес. и живой массой в 16 мес. показал, что при увеличении высоты в холке и крестце на 1 см можно прогнозировать 9,23 кг прироста живой массы бычков компактного типа телосложения, – 9,41-9,42 кг среднего типа и 7,01-9,17 кг – высокорослого типа. Таким образом, высоту в холке и крестце можно считать важным критерием при отборе животных. Для бычков компактного и среднего типов телосложения основными критериями также являются обхват груди и глубина груди. При увеличении обхвата груди и глубины груди на 1 см у компактных животных можно прогнозировать прирост живой массы на 6,63-14,35 кг, а у молодняка среднего типа телосложения – 4,93-10,76 кг. Высокорослые подопытные бычки могут обеспечить прирост живой массы на 10,09-15,13 кг при увеличении промеров косой длины туловища и косой длины зада на 1 см.

Для учета взаимозависимости и влияния всех основных факторов, влияющих на живую массу подопытных животных в 16 мес., нами были построены линейные модели множественной регрессии, описывающие взаимосвязь средней живой массы Y (результатирующий показатель) и основных факторов, на него влияющих. При этом основными промерами (факторами), оказывающие наибольшее влияние на мясную продуктивность и качественные показатели говядины подопытных бычков разного типа телосложения являются: высота в холке, обхват глубина груди и глубина груди для животных I и II группы, высота в холке, высота в крестце, косая длина туловища и косая длина зада для высокорослых животных.

При прогнозировании продуктивности, а также при отборе, могут быть использованы следующие модели множественной регрессии:

$$\text{для I группы: } Y = - 678,75 + 2,93X_1 + 3,65X_2 + 4,78X_3,$$

где X_1 – высота в холке, X_2 – обхват груди, X_3 – глубина груди;

$$\text{для II группы: } Y = - 520,64 + 4,78X_1 + 5,11X_2 + 4,42X_3,$$

где X_1 – высота в холке, X_2 – обхват груди, X_3 – глубина груди;

$$\text{для III группы: } Y = - 549,4 + 2,87X_1 + 3,55X_2 + 1,31X_3 + 4,08X_4,$$

где X_1 – высота в холке, X_2 – высота в крестце, X_3 – косая длина туловища; X_4 – косая длина зада.

Исследованиями установлена высокая, положительной направленности взаимосвязь между живой массой бычков в возрасте 16 месяцев и показателями предубойной массы, массы парной туши, убойной массы, массы мякоти и охлажденной туши (0,72-0,95), низкой и положительной направленности установлена взаимосвязь между живой массой и массой внутреннего жира и хрящей и сухожилий (0,13-0,18). Самый низкий коэффициент корреляции выявлен между живой массой и массой костей.

Исследованиями установлена высокая положительная взаимосвязь между типом телосложения и убойными качествами исследуемых групп подопытных бычков калмыцком породы. Коэффициенты корреляции между живой массой и массой охлажденной туши для бычков компактного типа (I группа) составил 0,9074, для среднего (II группа) – 0,9020, для высокорослого – 0,9165. Такая же высокая корреляционная зависимость для бычков всех типов телосложения установлена нами и между живой и предубойной массой, а также убойной массой ($r > 0,9$). Это позволяет сделать вывод о том, что предубойная, убойная и масса охлажденной туши в высокой степени коррелируют с промерами экстерьерных статей подопытных бычков, оказывающих существенное влияние на результирующие показатели для каждой группы исследуемого скота.

Анализ экспериментальных данных позволил составить линейные модели множественной регрессии, дающие возможность прогнозировать среднюю величину массы охлажденной туши Y по факторным промерам экстерьерных статей подопытных бычков в 10-ти месячном возрасте.

Уравнение регрессии, полученное в результате анализа данных для бычков компактного телосложения (I группа) имеет вид:

$$Y = -415,39 + 0,0235X_1 + 3,31X_2 + 2,64X_3,$$

где $R = 0,915$ и стандартной ошибке для оценки Y равной 0,5, где X_1 – высота в холке, X_2 – обхват груди, X_3 – глубина груди.

Для бычков среднего телосложения линейная модель множественной регрессии получена следующая:

$$Y = -208,33 + 2,76X_1 + 1,14X_2 - 0,37X_3,$$

где $R = 0,976$ и стандартной ошибке для оценки Y равной 0,524, где X_1 – высота в холке, X_2 – обхват груди, X_3 – глубина груди.

В результате математического моделирования получено уравнение множественной регрессии, определяющее зависимость средней массы охлажденной туши Y высококорослых бычков от следующих факторов: X_1 – высота в холке, X_2 – высота в крестце, X_3 – косая длина туловища; X_4 – косая длина зада.

$$Y = -168,93 + 1,83X_1 + 2,34X_2 + 0,24X_3 - 1,72X_4,$$

где $R = 0,952$ и стандартной ошибке для оценки Y равной 0,204.

Считаем возможным прогнозирование основных признаков мясной продуктивности подопытных бычков проводить путем нахождения среднего арифметического прогнозных величин по всем основным факторным признакам.

Заключение. Таким образом, разработанная модель дает возможность осуществлять прогнозирование основных показателей убоя подопытных бычков по живой массе, высоте в холке, косой длине зада в раннем возрасте.

Библиографический список

1. Гелунова, О.Б. Оценка мясной продуктивности бычков казахской белоголовой, калмыцкой пород и их помесей [Текст]/ О.Б. Гелунова, Л.Ф. Григорян, А.А. Кайдулина // Молочное и мясное скотоводство. – 2012. – № 2. – С. 23-24.
2. Горлов, И.Ф. Интенсификация производства говядины [Текст]: монография / И.Ф. Горлов. -Волгоград, - 2007. - 365 с.
3. Горлов, И.Ф. Моделирование кормовой базы молочного скотоводства Южного Федерального округа [Текст]/ И.Ф. Горлов, В.В. Губарева, О.П. Шахбазова // Материалы Международной научно-практической конференции: Селекция сельскохозяйственных животных и технология производства продукции животноводства. – пос. Персиановский, 2016. – С. 83-88.
4. Пищевая ценность говядины и мясная продуктивность молочных пород крупного рогатого скота [Текст]/ И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, П.С. Кобыляцкий, О.П. Шахбазова, А.Л. Алексеев // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 7. – С. 19-22.
5. Ранделин, А.В. Эффективность использования герефордского скота в условиях Нижнего Поволжья и Приуралья [Текст]/ А.В. Ранделин, И.Ф. Горлов, Н.И. Ковзалов. – Волгоград, 1999. – С. 305.
6. Ранделин, Д.А. Научно-практическое обоснование производства конкурентоспособной говядины на основе оптимизации использования породных ресурсов мясного скота [Текст] : автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 06.02.10 / Ранделин Дмитрий Александрович. – Волгоград, 2013. – 49 с.

7. Сазонова, И.Н. Хозяйственно-биологические особенности и качественные показатели мяса бычков русской комолой, казахской белоголовой и калмыцкой пород [Текст] : дис. ... канд. биол. наук: 06.02.10 / Сазонова Ирина Викторовна. – Волгоград, 2012. – 112 с.

8. Горлов, И.Ф. Совершенствование технологии выращивания молодняка крупного рогатого скота [Текст]/ И.Ф. Горлов, О.П. Шахбазова, П.С. Кобыляцкий, Д.В. Николаев, А.А. Закурдаева // Молочное и мясное скотоводство. – 2014. – № 4. – С. 5-8.

9. Шахбазова, О.П. Особенности хозяйственно-биологического использования и качественные показатели мяса бычков казахской белоголовой породы в зависимости от генотипов [Текст] : монография / О.П. Шахбазова, В.Б. Дорошенко, В.В. Губарева. – пос. Персиановский, 2016. – 108 с.

10. Gorlov, I.F. Productivity and adaptation ability of Holstein cattle of different genetic selections / I. F. Gorlov, S. E. Bozhkova, O. P. Shakhbazova, V. V. Gubareva, N. I. Mosolova, E. Y. Zlobina, Y. N. Fiodorov, A. S. Mokhov // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences.- 2016.- №40.- p. 527-533 © TÜBİTAK doi:10.3906/vet-1505-82

11. Gorlov, I.F. Optimization of Feed Acreages Structure in Unstable Moistening Zone / I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina, O. P. Shakhbazova, V. V. Gubareva, E. Y. Zlobina and E. V. Karpenko // Asian Journal of Agricultural Research.- 2016.- №10.- p. 154-161 doi: 10.3923/ajar.2016.154.161.

Reference

1. Gelunova, O. B. Ocenka myasnoj produktivnosti bychkov kazahskoj belogolovoj, kalmyckoj porod i ih pomesej [Tekst]/ O. B. Gelunova, L. F. Grigoryan, A. A. Kajdulina // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. - 2012. - № 2. - S. 23-24.

2. Gorlov, I. F. Intensifikaciya proizvodstva govyadiny [Tekst]: monografiya / I. F. Gorlov. - Volgograd, - 2007. - 365 s.

3. Gorlov, I. F. Modelirovanie kormovoj bazy molochnogo skotovodstva Yuzhnogo Federal'nogo okruga [Tekst]/ I. F. Gorlov, V. V. Gubareva, O. P. Shahbazova // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: Selekcija sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i tehnologiya proizvodstva produkci zhiivotnovodstva. - pos. Persianovskij, 2016. - S. 83-88.

4. Pischevaya cennost' govyadiny i myasnaya produktivnost' molochnyh porod krupnogo rogatogo skota [Tekst]/ I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina, P. S. Kobyljackij, O. P. Shahbazova, A. L. Alekseev // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. - 2014. - № 7. - S. 19-22.

5. Randelin, A. V. }ffektivnost' ispol'zovaniya gereforskogo skota v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya i Priural'ya [Tekst]/ A. V. Randelin, I. F. Gorlov, N. I. Kovzalov. - Volgograd, 1999. - S. 305.

6. Randelin, D. A. Nauchno-prakticheskoe obosnovanie proizvodstva konkurentosposobnoj govyadiny na osnove optimizacii ispol'zovaniya porodnyh resursov myasnogo skota [Tekst] : avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 06.02.10 / Randelin Dmitrij Aleksandrovich. - Volgograd, 2013. - 49 s.

7. Sazonova, I. N. Hozyajstvenno-biologicheskie osobennosti i kachestvennye pokazateli myasa bychkov russkoj komoloy, kazahskoj belogolovoj i kalmyckoj porod [Tekst] : dis. ... kand. biol. nauk: 06.02.10 / Sazonova Irina Viktorovna. - Volgograd, 2012. - 112 s.

8. Gorlov, I. F. Sovershenstvovanie tehnologii vyraschivaniya molodnyaka krupnogo rogatogo skota [Tekst]/ I. F. Gorlov, O. P. Shahbazova, P. S. Kobyljackij, D. V. Nikolaev, A. A. Zakurdaeva // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. - 2014. - № 4. - S. 5-8.

9. Shahbazova, O. P. Osobennosti hozyajstvenno-biologicheskogo ispol'zovaniya i kachestvennye pokazateli myasa bychkov kazahskoj belogolovoj porody v zavisimosti ot genotipov [Tekst] : monografiya / O. P. Shahbazova, V. B. Doroshenko, V. V. Gubareva. - pos. Persianovskij, 2016. - 108 s.

10. Gorlov, I.F. Productivity and adaptation ability of Holstein cattle of different genetic selections / I. F. Gorlov, S. E. Bozhkova, O. P. Shakhbazova, V. V. Gubareva, N. I. Mosolova, E. Y. Zlobina, Y. N. Fiodorov, A. S. Mokhov // Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. -- 2016. -- №40. -- p. 527-533 © T?B?TAK doi:10.3906/vet-1505-82

11. Gorlov, I.F. Optimization of Feed Acreages Structure in Unstable Moistening Zone / I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina, O. P. Shakhbazova, V. V. Gubareva, E. Y. Zlobina and E. V. Karpenko // Asian Journal of Agricultural Research. -- 2016. -- №10. -- p. 154-161 doi: 10.3923/ajar.2016.154.161.

E-mail: niimmp@mail.ru

УДК 636.2.084/087:591.111.1

**ВЛИЯНИЕ КОРМОВ С ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ
ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ
И ЕСТЕСТВЕННУЮ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ БЫЧКОВ****INFLUENCE OF FEEDS WITH EXCHANGE ENERGY HIGH CONCENTRATION
UPON HEMATOLOGICAL COMPOSITION AND NATURAL
RESISTANCE OF BULLS**¹М.Е. Спивак, доктор биологических наук²Б.К. Болаев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент³О.А. Суторма, кандидат биологических наук¹К.В. Эзергайл, доктор биологических наук¹ M.E. Spivak, ²B.K. Bolaev, ³O.A. Sutorma, ¹K.V. Ezergail¹Волгоградский государственный аграрный университет²Калмыцкий государственный университет³Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки
мясомолочной продукции¹Volgograd State Agrarian University²Kalmyk State University³The Volga Research Institute of production and processing of meat and dairy products

На основании результатов проведённых исследований установлено, что введение в рацион бычков жмыха и фуза из семян тыквы, содержащих в своём составе высокую концентрацию обменной энергии за счёт жировой составляющей, оказало положительное влияние на оптимизацию их гематологического состава и естественной резистентности организма. У животных, получавших с рационом 180 г жмыха (I опытная) и 180 г фуза (II опытная) из семян тыквы, концентрация эритроцитов повысилась, в сравнении с контролем на 10,12 и 4,30 %, лейкоцитов – на 1,17 и 0,58 %, гемоглобина – на 1,79 и 1,03 %. Введение в рацион бычков жмыха и фуза способствовало повышению уровня общего белка в сыворотке их крови. Общего белка в сыворотке крови молодняка I и II опытных групп содержалось больше, чем аналогов из контроля, на 1,98 и 1,53 %, альбуминов – на 2,40 и 1,64 % и глобулинов – на 1,18 и 1,41 %. Также установлено, что показатели лизоцимной активности у бычков опытных групп были выше соответственно на 2,07 и 1,16 %, бактерицидной – на 2,71 и 1,97 % и фагоцитарной – на 2,79 и 2,18 %.

On the basis of the results of the conducted studies it was established that the introduction of the cormorant and pumpkin seeds into the ration, containing a high concentration of exchange energy due to the fat component, had a positive effect on the optimization of their hematological composition and natural resistance of the organism. In animals that received 180 grams of cake (I experimental) and 180 g of fuzz (II experimental) from pumpkin seeds, the concentration of erythrocytes was increased by 10.12 % and 4.30 %, leukocytes by 1.17 and 0,58 %, hemoglobin – at 1.79 and 1.03 %. Introduction to the ration of bull-calves cake and fuzz promoted an increase in the level of total protein in the serum of their blood. The total protein in the serum of the young animals of the I and II experimental groups contained more than those of control, by 1.98 and 1.53 %, albumins by 2.40 and 1.64 %, and globulins by 1.18 and 1,41 %. It was also found that the lysozyme activity in bulls of experimental groups was higher by 2.07 and 1.16% respectively, bactericidal activity by 2.71 and 1.97 % and phagocytic by 2.79 and 2.18 %, respectively.

Ключевые слова: бычки, энергия, жир, морфологический и биохимический состав крови, фагоцитарная и бактерицидная активность.

Key words: gobies, energy, fat, morphological and biochemical composition of blood, phagocytic and bactericidal activity.

Введение. При производстве высококалорийной говядины, в том числе и «мраморной», в рационах животных на откорме необходимо увеличивать энергетическую ценность рационов, как правило, за счёт жиров. При этом повышение концентрации обменной энергии в рационах вызывает неоднозначное воздействие на организм животных, в частности на морфологический и биохимический состав крови, адаптационные способности [2, 8, 13, 3, 5, 1].

Мы изучили влияние жмыха и фуза, полученных из семян тыквы с высокой концентрацией обменной энергии, на гематологический состав и естественную резистентность организма молодняка на откорме. Жмых и фуз из семян тыквы мы использовали в связи с тем, что после холодного прессования семя тыквы (60 °С) в жмыхе содержится 26-27 % жира, в фузее – соответственно 50-51 %.

Материалы и методы. Экспериментальная работа проведена на откормочном комплексе в ОАО «Шуруповское» Фроловского района Волгоградской области. Для эксперимента были сформированы 3 группы по 10 голов бычков казахской белоголовой породы в возрасте 10 месяцев. Продолжительность опыта составила 8 месяцев. В рационе бычков I группы концентрация обменной энергии была повышена на 10,0 % за счёт дополнительного ввода 180 граммов жмыха и II – на 20 % за счёт 180 граммов фуза.

Результаты и обсуждение. Морфологический и биохимический состав крови является своеобразным индикатором, информирующем о физиологическом состоянии организма животного, а также о его потенциале продуктивности [16, 18, 15, 4]. По мнению авторов, одним из факторов, оказывающих влияние на морфологический и биохимический состав крови, является уровень и полноценность кормления [8, 13, 19, 14, 12, 5, 6].

Морфологический состав крови у экспериментальных бычков был изучен в возрасте 10 и 18 месяцев. На момент начала эксперимента (возраст 10 мес.) состав крови бычков по группам различался незначительно. В возрасте 18 месяцев животные I и II опытных групп по содержанию эритроцитов превосходили контроль, на $0,73 \times 10^{12}/л$, или 10,12% ($P > 0,95$), и $0,31 \times 10^{12}/л$, или 4,30%, лейкоцитов – на $0,08 \times 10^9/л$, или 1,17 %, и $0,04 \times 10^9/л$, или 0,58 %, гемоглобина – на 2,06 г/л, или 1,79 %, и 1,19 г/л, или 1,03 % (таблица 1).

Таблица 1 – Морфологический состав крови

Показатель	Группа		
	контрольная	I	II
Возраст животных на начало эксперимента 10 мес.			
Эритроциты, $10^{12}/л$	8,27±0,09	8,34±0,11	8,22±0,08
Гемоглобин, г/л	116,53±0,86	117,15±0,72	116,66±0,96
Лейкоциты, $10^9/л$	8,31±0,14	8,40±0,17	8,36±0,11
Возраст животных по окончанию эксперимента 18 мес.			
Эритроциты, $10^{12}/л$	7,21±0,14	7,94±0,08	7,52±0,13
Гемоглобин, г/л	115,22±0,73	117,28±0,83	116,41±0,67
Лейкоциты, $10^9/л$	6,84±0,19	6,92±0,12	6,88±0,07

Выявлена возрастная изменчивость морфологического состава крови животных. С увеличением возраста количество эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина в крови достоверно снижается.

Биохимический состав сыворотки крови бычков экспериментальных групп в возрасте 10 месяцев имел незначительные различия. Тогда как в 18-месячном возрасте отмечено более высокое содержание в сыворотке крови молодняка, потреблявшего жмых и фуз из семян тыквы, общего белка, альбуминовой и глобулиновой фракций.

В составе сыворотки крови бычков I и II опытных групп содержание общего белка было выше по отношению к сверстникам из контроля на 1,44 г/л, или 1,98 % ($P > 0,999$), и 1,11 г/л, или 1,53 % ($P > 0,99$), по содержанию альбуминов преимущество составило 1,03 г/л, или 2,40 % ($P > 0,95$), и 0,62 г/л, или 1,64 % ($P > 0,95$) (таблица 2).

Таблица 2 – Белковый состав крови

Показатель	Группа		
	контрольная	I	II
Возраст животных на начало эксперимента 10 мес.			
Общий белок, г/л	67,31±0,09	67,19±0,12	67,28±0,11
Глобулины, г/л	32,89±0,08	32,63±0,13	32,74±0,09
%	48,86	48,56	48,66
Альбумины, г/л	34,42±0,08	34,56±0,13	34,54±0,09
%	51,14	51,44	51,34
Возраст животных по окончанию эксперимента 18 мес.			
Общий белок, г/л	72,46±0,13	73,90±0,09	73,57±0,17
Глобулины, г/л	34,86±0,10	35,27±0,16	35,35±0,14
%	48,11	47,72	48,05
Альбумины, г/л	37,60±0,10	38,63±0,16	38,22±0,14
%	51,89	52,28	51,95

В крови животных I и II опытных групп содержание глобулинов было выше, чем в контроле, на 0,41 г/л, или 1,18 %, и 0,49 г/л, или 1,41 %. Данный факт указывает на более высокий потенциал продуктивности животных экспериментальных групп, поскольку между содержанием альбуминов и мясной продуктивностью имеется высокая корреляционная зависимости. В литературных источниках имеются сведения о влиянии естественной резистентности на показатели продуктивности животных [14, 4, 11, 20, 10]. Нами изучены показатели естественной резистентности у животных, потреблявших с рационом жмых и фуз из семян тыквы.

В процессе исследований выявлено, что наиболее высокой естественной резистентностью обладали животные опытных групп. Показатель лизоцимной активности у животных экспериментальных групп был выше, чем в контроле, на 2,07 (P>0,99) и 1,16 % (P>0,95), показатель бактерицидной активности – на 2,71 и 1,97 %, а показатель фагоцитарной активности – на 2,79 и 2,18 % (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели естественной резистентности

Показатель	Группа		
	контрольная	I	II
Лизоцимная активность, %	35,74±0,31	37,81±0,24	36,90±0,38
Бактерицидная активность, %	46,05±0,39	48,76±0,31	48,02±0,27
Фагоцитарная активность, %	38,19±0,28	40,98±0,16	40,37±0,30
Фагоцитарный индекс	5,04±0,06	5,71±0,04	5,44±0,04

Достоверные различия в пользу животных опытных групп установлены по показателям фагоцитарного индекса.

Заключение. Таким образом, использование в рационах молодняка на откорме жмыха и фуза из семян тыквы оказало положительное влияние на его гематологический состав и естественную резистентность.

Библиографический список

1. Беляев, А.И. Ресурсосберегающие технологии производства говядины [Текст] / А.И. Беляев И.Ф. Горлов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 3. – С. 10-14.
2. Влияние новых кормовых добавок на гематологические показатели, рост и развитие бычков [Текст] / А.В. Ранделин, А.Н. Сивко, Н.Ю. Искан, Д.А. Ранделин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 4(36). – С. 143-147.
3. Влияние новых биологически активных кормовых добавок на физиологическое состояние организма бычков [Текст] / И.Ф. Горлов, О.Г. Харитонов, Д.А. Ранделин, Д.В. Николаев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 2 (26). – С. 86-89.

4. Влияние новой кормовой добавки на мясную продуктивность и убойные качества бычков [Текст] / И.Ф. Горлов, М.Е. Дорохин, Д.А. Ранделин, Д.В. Николаев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4 (114). – С. 68-72.
5. Горлов, И.Ф. Интенсификация производства говядины [Текст] / И. Ф. Горлов; Волгоградский научно-исследовательский технологический институт мясо-молочного скотоводства и переработки продукции животноводства Российской академии сельскохозяйственных наук. Волгоград, 2007. – 366 с.
6. Горлов, И.Ф. Основы адаптивной технологии содержания крупного рогатого скота [Текст] / Горлов И.Ф. – Волгоград, 1995. – 284 с.
7. Горлов, И.Ф. Эффективное использование новых органических добавок в рационах скота [Текст] / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, А.В. Гиро // Мясная индустрия. – 2010. – № 10. – С. 58-61.
8. Инновационные технологии разработки и использования новых кормовых и биологически активных добавок при производстве мяса сельскохозяйственных животных и птицы: монография [Текст] / И.Ф. Горлов, Д.А. Ранделин, А.Н. Струк, В.Н. Струк, М.В. Струк. – Волгоград, 2012. – 236 с.
9. Инновационные подходы к обогащению мясного сырья органическим йодом [Текст] / И.Ф. Горлов, Д.А. Ранделин, М.В. Шарова, Т.М. Гиро // Мясная индустрия. – 2012. – № 2. – С. 34-36.
10. Использование тыквита для повышения воспроизводительной способности производителей [Текст] / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, В.В. Безбородин, Н.И. Мамонтов // Зоотехния. – 1996. – № 7. – С. 31-33.
11. Методические рекомендации по оценке и коррекции иммунного статуса животных [Текст] / А.Г. Шахов, Ю.Н. Масьянов, М.И. Рецкий, Ю.Н. Бригадиров, А.И. Ануфриев, В.И. Беляев, и др. – Воронеж, 2005. – 115 с.
12. Мясная продуктивность и качество говядины при использовании в рационах бычков йодорганического препарата [Текст] / И. Горлов, М. Спивак, Д. Ранделин, А. Закурдаева. З. Комарова // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 6. – С. 22-24.
13. Новые подходы к применению биологически активных добавок и ростстимулирующих средств при производстве говядины: монография [Текст] / И.Ф. Горлов, М.Е. Спивак, СИ. Николаев, В.И. Левахин, Д.А. Ранделин. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2012. – 200 с.
14. Повышение мясной продуктивности и качества мяса молодняка крупного рогатого скота при использовании высокобелковых кормов [Текст] / И.Ф. Горлов, В.И. Левахин, Е.А. Ажмулдинов, А.С. Ибраев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 3. – С. 77-81.
15. Сложенкина, М.И. Влияние нетрадиционных кормов на показатели безопасности и пищевую адекватность мясного сырья [Текст] / М.И. Сложенкина, О.А. Суторма // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 8. – С. 30-32.
16. Спивак, М.Е. Влияние новых биологически активных добавок на мясную продуктивность бычков [Текст] / М.Е. Спивак, Д.А. Ранделин, М.О. Жесткова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 2 (22). – С. 132-137.
17. Способ выращивания и откорма бычков [Текст] : патент на изобретение RU2295252 11.07.2005 / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, А.М. Чиликин, И.М. Осадченко, В.Н. Храмова, И.С. Бушуева.
18. Формирование качественных показателей говядины при использовании в рационах молодняка новых кормовых добавок в органической форме [Текст] / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, М.И. Сложенкина, С.Н. Шлыков, А.В. Яковенко, О.А. Суторма // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 3. – С. 70-72.
19. Эффективность использования кормовой добавки Ацид НИИММП и Агроцид Супер Алиго при производстве говядины [Текст] / И.Ф. Горлов, Н.Ю. Искан, А.А. Закурдаева, Д.А. Ранделин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 4 (36). – С. 140-143.

20. Эффективность использования новых кормовых добавок при производстве говядины [Текст] / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, М.И. Сложенкина, С.Н. Шлыков, А.А. Кайдулина, А.В. Яковенко // Вестник мясного скотоводства. – 2016. – № 1 (93). – С. 80-85.

Reference

1. Belyaev, A. I. Resursosberegayushchie tehnologii proizvodstva govyadiny [Tekst] / Belyaev A. I., Gorlov I. F. // Vestnik Rossijskoj sel'skoxozyajstvennoj nauki. - 2010. - № 3. - S. 10-14.
2. Vliyanie novyh kormovyh dobavok na gematologicheskie pokazateli, rost i razvitie bychkov [Tekst] / A. V. Randelin, A. N. Sivko, N. Yu. Iskam, D. A. Randelin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - № 4(36). - S. 143-147.
3. Vliyanie novyh biologicheskii aktivnyh kormovyh dobavok na fiziologicheskoe sostoyanie organizma bychkov [Tekst] / I. F. Gorlov, O. G. Haritonova, D. A. Randelin, D. V. Nikolaev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - № 2 (26). - S. 86-89.
4. Vliyanie novoj kormovoj dobavki na myasnuyu produktivnost' i ubojnye kachestva bychkov [Tekst] / I. F. Gorlov, M. E. Dorohin, D. A. Randelin, D. V. Nikolaev // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2014. - № 4 (114). - S. 68-72.
5. Gorlov, I. F. Intensifikaciya proizvodstva govyadiny [Tekst] / I. F. Gorlov; Volgogradskij nauchno-issledovatel'skij tehnologicheskij institut myaso-molochного skotovodstva i pererabotki produkcii zhivotnovodstva Rossijskoj akademii sel'skoxozyajstvennyh nauk. – Volgograd, 2007. - 366 s.
6. Gorlov, I. F. Osnovy adaptivnoj tehnologii soderzhaniya krupnogo rogatogo skota [Tekst] / Gorlov I. F. – Volgograd, 1995. - 284 s.
7. Gorlov, I. F. Jefferktivnoe ispol'zovanie novyh organicheskiih dobavok v racionah skota [Tekst] / I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina, A. V. Giro // Myasnaya industriya. - 2010. - № 10. - S. 58-61.
8. Innovacionnye tehnologii razrabotki i ispol'zovaniya novyh kormovyh i biologicheskii aktivnyh dobavok pri proizvodstve myasa sel'skoxozyajstvennyh zhivotnyh i pticy: monografiya [Tekst] / I. F. Gorlov, D. A. Randelin, A. N. Struk, V. N. Struk, M. V. Struk. - Volgograd, 2012. - 236 s.
9. Innovacionnye podhody k obogascheniyu myasnogo syr'ya organicheskim jodom [Tekst] / I. F. Gorlov, D. A. Randelin, M. V. Sharova, T. M. Giro // Myasnaya industriya. - 2012. - № 2. - S. 34-36.
10. Ispol'zovanie tykveti dlya povysheniya vosproizvoditel'noj sposobnosti proizvoditelej [Tekst] / I. F. Gorlov, A. V. Randelin, V. V. Bezborodin, N. I. Mamontov // Zootehniya. - 1996. - № 7. - S. 31-33.
11. Metodicheskie rekomendacii po ocenke i korrekcii immunnogo statusa zhivotnyh [Tekst] / A. G. Shahov, Yu. N. Mas'yanov, M. I. Reckij, Yu. N. Brigadirov, A. I. Anufriev, V. I. Belyaev, i dr. - Voronezh, 2005. - 115 s.
12. Myasnaya produktivnost' i kachestvo govyadiny pri ispol'zovanii v racionah bychkov jodorganicheskogo preparata [Tekst] / I. Gorlov, M. Spivak, D. Randelin, A. Zakurdaeva, Z. Komarova // Molochное i myasное skotovodstvo. - 2011. - № 6. - S. 22-24.
13. Novye podhody k primeneniyu biologicheskii aktivnyh dobavok i roststimuliruyushchih sredstv pri proizvodstve govyadiny: monografiya [Tekst] / I. F. Gorlov, M. E. Spivak, S. I. Nikolaev, V. I. Levahin, D. A. Randelin. - Volgograd: Volgogradskij GAU, 2012. - 200 s.
14. Povyschenie myasnoj produktivnosti i kachestva myasa molodnyaka krupnogo rogatogo skota pri ispol'zovanii vysokobelkovykh kormov [Tekst] / I. F. Gorlov, V. I. Levahin, E. A. Azhmuldinov, A. S. Ibraev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2011. - № 3. - S. 77-81.
15. Slozhenkina, M. I. Vliyanie netradicionnyh kormov na pokazateli bezopasnosti i pischevuyu adekvatnost' myasnogo syr'ya [Tekst] / M. I. Slozhenkina, O. A. Sutorma // Molochное i myasное skotovodstvo. - 2013. - № 8. - S. 30-32.
16. Spivak, M. E. Vliyanie novyh biologicheskii aktivnyh dobavok na myasnuyu produktivnost' bychkov [Tekst] / M. E. Spivak, D. A. Randelin, M. O. Zhestkova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2011. - № 2 (22). - S. 132-137.

17. Sposob vyraschivaniya i otkorma bychkov [Tekst] : patent na izobretenie RUS 2295252 11.07.2005 / I. F. Gorlov, A. V. Randelin, A. M. Chilikin, I. M. Osadchenko, V. N. Hramova, I. S. Bushueva.

18. Formirovanie kachestvennykh pokazatelej govyadiny pri ispol'zovanii v raci-onah molodnyaka novykh kormovykh dobavok v organicheskoy forme [Tekst] / I. F. Gorlov, A. V. Randelin, M. I. Slozhenkina, S. N. Shlykov, A. V. Yakovenko, O. A. Sutorma // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. - 2016. - № 3. - S. 70-72.

19. Jefferktivnost' ispol'zovaniya kormovoj dobavki Acid NIIMMP i Agrocid Super Aligo pri proizvodstve govyadiny [Tekst] / I. F. Gorlov, N. Yu. Iskam, A. A. Zakurdaeva, D. A. Randelin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - № 4 (36). - S. 140-143.

20. Jefferktivnost' ispol'zovaniya novykh kormovykh dobavok pri proizvodstve govyadiny [Tekst] / I. F. Gorlov, A. V. Randelin, M. I. Slozhenkina, S. N. Shlykov, A. A. Kajdulina, A. V. Yakovenko // Vestnik myasnogo skotovodstva. - 2016. - № 1 (93). - S. 80-85.

E-mail: niimmp@mail.ru

УДК 637.5.037

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ МЯСНОГО ФАРША С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ

PROCESS FOR THE PREPARATION OF MINCED MEAT BY THE USE OF ELECTROACTIVATED SOLUTIONS

И.М. Осадченко¹, доктор химических наук, профессор

А.С. Филатов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Н.Г. Чамурлиев², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

I.M. Osadchenko¹, A.S. Filatov¹, N.G. Chamurlijev²,

¹ ФГБНУ Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

²Волгоградский государственный аграрный университет

¹Povolzhskiy scientific-research institute of meat and milk production and processing
of Russian agricultural academy

²Volgograd State Agricultural University

В статье представлен материал по использованию электрохимически активированных растворов (ЭХА) для обработки мясного фарша из говядины. Описаны различные способы обработки мяса, его полуфабрикатов путем введения добавок, улучшающих качество и сохранность его при хранении в охлажденном состоянии. В качестве средств обработки использовали электрохимически активированные растворы различных солей неорганических кислот с концентрацией от 10 до 50 г/л [10]. Исходным сырьем для проведения исследований был использован ценный пищевой продукт – говядина, наполнителем – нутовая мука. В качестве средства обработки выбран способ ЭХА раствор солей с концентрацией 2,0-2,5 г/л, при этом 75-80 % смеси составляет ацетат натрия и по 10-12 % хлорид натрия и глицин. В качестве установки (прибора) взят прибор типа «МЕЛЕСТА», включающий электроактиватор-электролизер непроточного типа с диафрагмой, с катодом из нержавеющей стали и анода типа ОРТА, объем анодной камеры 330 мл, катодной – 660 мл. Проводили электрообработку (ЭХА) с силой тока 0,3-0,4 А, напряжении – 41-42 В, температуре – 20-30 °С. Получали анолит с pH 4-5, ОВП +600 – +660 мВ, католит – с pH 12-13, ОВП –800-900 мВ. Исследованиями установлено, что обработка мясного фарша с использованием электрохимически активированных растворов способствовало сохранению сухого вещества на 0,9 абс. процента, белка на 0,78 абс. процента. При этом потери при тепловой обработке опытного образца с анолитом оказались ниже на 3,58 абс. процента, чем в исходном образце и на 3,04 абс. процента, по сравнению с контрольным образцом.

The article presents data on the use of electron-activated solutions (EAS) for the treatment of minced beef. Various methods of meat processing, its semi-finished products by the introduction of additives that improve the quality and safety of it in storage in a refrigerated state. As used means processing electrochemically activated solutions of various inorganic salts in a concentration of 10 to 50 g / l [10]. The starting raw material for the research was used a valuable food product - beef, filler - chick-pea flour. As a method of processing means selected ECA salt solution with a concentration of 2.0-2.5 g / l, with 75-80 % of a mixture of sodium acetate and 10-12 % of sodium chloride and glycine. In an installation (device) is taken of the «MELESTA» device comprising electro-activator-non-flowing type electrolytic cell with a diaphragm, a stainless steel cathode and anode OPTA type, the volume of the anode chamber 330 mL, cathodes - 660 ml. Electric treatment was conducted (ECA) with the power of the current 0.3-0.4 A, voltage of 41-42 V, a temperature of 20-30 ° C. Prepared anolyte with a pH of 4-5, ORP 600 - 660 mV and catholyte with pH 12-13, ORP -800-900 mV. Research has shown that treatment of ground beef using electrochemically activated solutions helped to preserve solids 0.9 abs. percent protein on days 0, 78 abs. percent. Thus losses during heat treatment with the prototype was lower anolyte 3.58 abs. percent, than in the original sample and 3.04 Abs. percent over control sample.

Ключевые слова: мясо, фарш, католит, анолит, нут, мука, охлаждение, качество.

Key words: meat, beef, catholyte, anolyte, chickpea flour, cooling quality.

Введение. Одной из важнейших задач мясной промышленности является обеспечение населения качественными продуктами питания, в том числе и мясными полуфабрикатами. Мясо и мясопродукты относятся к скоропортящимся продуктам. Качество мясных полуфабрикатов и сроки их хранения зависят от состава компонентов: исходного сырья – мяса, наполнителей, специй и других составляющих.

Известны рецептуры и способы получения рубленых полуфабрикатов – мясных фаршей. Они имеют хорошие потребительские свойства, удобны и просты в приготовлении, являются традиционными в рационе у населения.

Мясное сырье, согласно рецептуре, измельчали на волчке (мясорубке), как и другие компоненты. Смешивание компонентов фарша осуществляли на фаршемесилках периодического действия. Продолжительность смешивания 4-6 минут, температура готового фарша должна быть не более 14 °С. Для поддержания необходимой температуры в процессе приготовления фарша добавляли до 5 % холодной воды [4].

В настоящее время важной задачей является расширение ассортимента, снижение стоимости мясопродуктов. Известен способ получения мясного фарша путем включения в качестве растительной добавки семян голосемянной тыквы, в количестве 5-10 % от массы фарша для вареных колбас. Белковый компонент в опытном образце имеет более высокую биологическую ценность, чем аналогичный показатель в контроле [2].

Описан способ получения мясопродуктов, включающий приготовление фарша с внесением растительной добавки, специй и воды. В качестве растительной добавки использовали порошок очищенных семян тыквы с размером частиц 0,1-0,5 мм в количестве 3-9 % от массы фарша. Данное изобретение позволило сбалансировать аминокислотный и минеральный состав продукта [6].

Описан способ посола кускового мяса при производстве мясных полуфабрикатов с применением рассола на основе католита водного раствора натриевых солей соляной и уксусной кислот в соотношении 9:1 с концентрацией 9-10 г/л после электрохимической активации раствора на установке типа СТЭЛ-10Н-120-01. При этом раствор разбавляли водопроводной водой в 2-3 раза. ЭХА проводили при силе тока 4-5 А, напряжении – 46 В, температуре – 20-25 °С. Католит имел pH 11,4, окислитель-

но-восстановительный потенциал (ОВП) – 630 мВ. В качестве сырья использовали баранину и говядину. В готовом продукте потери при обработке мяса снижались на 1,8 и 2,3 %, по сравнению с контролем. Срок хранения был больше на 1 сутки хранения в охлажденном состоянии (-5°C) [7].

Недостатки способа – относительно большой расход солей. Исследовано влияние ЭХА питьевой воды при различных режимах на технологические показатели мясного сырья [3]. ЭХА проводили на установке типа «Изумруд-К» при силе тока 0,5 и 1 А, напряжении 36-54 В и получали католит с pH 8,4-8,7, ОВП – 125-150 мВ (в контроле использовали воду с pH 6,3 ОВП +200 мВ).

Изучались образцы мяса после посола в кусках и в виде фарша с использованием католита методом шприцевания 15 %-ным рассолом на основе католита с последующим направлением на созревание. В контроле использовали мясо после посола рассолом на основе дистиллированной воды.

Результаты способа: водосвязывающая способность (ВСС) по фаршу составила 71,72 и 72,68 % (при силе тока 0,5 и 1 А), 65,38 % в контроле, pH было 6,25 и 6,37. ВСС была в опытных образцах выше на 3,39 и 7,35 %, чем в контроле по отношению к общей влаге. Других показателей качества мясного фарша не приводилось.

Изготавливался фарш также по способу на основе мяса кур [1]. На последних стадиях технологического процесса в фарш добавляли различные ингредиенты, например, растительный белок, воду и лед. Доля воды составляла 10-20 % от массы мясного сырья. Для снижения бактериальной обсемененности использован нейтральный анолит, который получали на установке типа СТЭЛ методом ЭХА. Нейтральный анолит после использования быстро ре-лаксировал, т.е. возвращался в исходное состояние. Анолит использовался взамен части воды, и по показателям массовой доли влаги, белка и жира фарш практически не имел различий, но бактериальная обсемененность была значительно снижена: с $8 \cdot 10^5$ до $3,2 \cdot 10^3$ КОЕ/г.

Как и в некоторых других способах отсутствовали параметры ЭХА, приводилось ограниченное число показателей качества и сроков хранения. Об актуальности способов оценки и условий хранения сообщалось в источнике [8].

В настоящее время важнейшей задачей является расширение ассортимента мясных полуфабрикатов и снижение их себестоимости. Поэтому разработка способа получения мясного фарша с использованием электроактивированных растворов является актуальной и имеет практическое значение.

Материалы и методы. Цель исследования – выявить способ получения мясного фарша с другими видами мясного сырья и растворов с обеспечением параметров процесса и качественных показателей готового продукта.

Для проведения исследований были отобраны образцы в виде цельных кусков говядины. Исходные растворы готовили путем взятия навесок солей и растворением их в мерной колбе. Измельчение мяса проводили в мясорубке до частиц размером 2-3 мм. Определение pH и ОВП проводили с помощью иономера «Нитрон» (РФ) по инструкции к прибору. Оценку показателей качества мяса проводили по стандартным методикам. В качестве средства обработки выбран способ ЭХА раствор солей с концентрацией 2,0-2,5 г/л, при этом 75-80 % смеси составляет ацетат натрия и по 10-12 % хлорид натрия и глицин. В качестве установки (прибора) взят прибор типа «МЕЛЕСТА», включающий электроактиватор-электролизер непроточного типа с диафрагмой, с катодом из нержавеющей стали и анода типа ОРТА, объем анодной камеры 330 мл, катодной – 660 мл. Проводили электрообработку (ЭХА) с силой тока 0,3-0,4 А, напряжении – 41-42 В, температуре – 20-30 $^{\circ}\text{C}$. Получали анолит с pH 4-5, ОВП +600 - +660 мВ, католит – с pH 12-13, ОВП -800-900 мВ.

Способ включал измельчение образцов говядины в мясорубке, добавление в контроле 10 % холодной водопроводной воды, в опыте 5 % муки нута и 10 % холодной воды, в опыте вместо воды брали католит либо анолит. Муку нута подвергали экструдированию. Рецептуру фарша выдерживали 2 часа при 4-5 °С, затем хранили 11 суток при температуре 2...4 °С. Готовый продукт оценивали по качеству. Наилучшие результаты получены с анолитом: выход больше на 2 %, содержание белка и сухого вещества больше, чем в контроле, меньшие потери при тепловой обработке.

Результаты и обсуждение. Анализ литературных источников показывает, что существуют различные способы электрохимической обработки мяса и мясных фаршей.

Мясо относится к скоропортящимся продуктам, как и продукт переработки – мясной фарш. Срок хранения мяса и фарша ограничен.

Известен ряд рецептов мясного фарша, в том числе с добавкой растительного происхождения. Актуальна задача сохранения качества, снижение себестоимости, доступности для населения. Концентрация солей – от 10 до 50 г/л. Актуален вопрос о снижении их концентрации и расхода для снижения себестоимости продукции.

Нами в качестве исходного сырья использовалась говядина, в качестве исходного раствора солей – смесь солей с концентрацией 2,0-2,5 г/л, при этом 75-80 % смеси составлял ацетат натрия и по 10-12 % хлорид натрия и глицин. Это доступные материалы, используемые в пищевой промышленности. ЭХА проводили на усовершенствованном приборе – электроактиваторе типа «МЕЛЕСТА» (изготовитель ООО «МЕЛЕСТА», г. Уфа, Россия). Электроактиватор-электролизер непроточного типа с диафрагмой из пластикового брезента, с катодом из нержавеющей стали и анода типа ОРТА в виде пластины 1х5 см. Прибор включал корпус из пищевой пластмассы общим объемом около 1 л, в нем съемный стакан на 0,33 л с диафрагмой и остальное отделение на 0,66 л. Электроды крепились в крышке из оргстекла в виде полосы, что позволяло наблюдать за процессом ЭХА, измерять температуру, pH и ОВП в обоих отделениях прибора. Питание постоянным током обеспечивалось от выпрямителя типа ВСА-5К.

Исходный раствор смеси солей загружался: анолит 330 мл и католит 660 мл. Проводилась ЭХА (электрообработка) при силе тока 0,3-0,4 А, напряжении – 41-42 В, температуре – 20-30 °С, при продолжительности 40-45 мин. Получали ЭХА растворы с параметрами (таблица 1).

Таблица 1 – Параметры ЭХА растворов

	pH	ОВП, мВ (ХСЭ)
Исходный раствор	8-9	+250 - +300
Католит	12-13	-800 - -900
Анолит	4-5	+600 - +650

Образцы свежего доброкачественного мяса (мякоти говядины) массой 0,5-0,8 кг резали на куски размером 3-5 см, затем измельчали в мясорубке до получения однородной мясной массы (частиц 2-4 мм). Затем в контрольный образец в фарш добавляли 10 % холодной водопроводной воды, а в опытном 5 % муки из экструдированного и гидратированного католитом или анолитом нута. Экструдирование проводили при температуре 120 °С и давлении – 70 атм., что позволило снизить содержание ингибитора трипсина, повысить усвояемость питательных веществ. Мука содержала белка – 25 %, жира – 5 %, крахмала – 45 %, клетчатки – 4 %, минеральные вещества и витамины.

Добавка муки нута позволила обогатить фарш рядом компонентов, в том числе белком, жиром, клетчаткой, витаминами, а также селеном в органической форме, содержание которого в муке достигает 1-2 мг/кг. Селен является микроэлементом, в частности, входит в состав глутатионпероксидазы, нормализует окислительно-восстановительные процессы, ингибирует развитие некоторых видов микрофлоры.

По всем вариантам измельченное сырье тщательно перемешивали с охлаждением компонентов в мешалке в течение 2-х часов, а затем хранили в течение 11 суток в охлажденном состоянии при температуре 0-6 °С. Затем образцы извлекались из холодильника, проводили оценку качества, определяли массу продукта до и после хранения. Положительные результаты получены в опытных образцах фарша с использованием анолита, по сравнению с контролем.

В приборе типа «МЕЛЕСТА» проводили ЭХА раствора смеси 1,6 г/л ацетата натрия, 0,2 г/л хлорида натрия и 0,2 г/л глицина при температуре 20-26 °С продолжительностью 43 мин. Получили следующие показатели качества растворов (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели качества растворов

Растворы	Показатели	
	pH	ОВП, мВ (ХСЭ)
Исходный раствор	8,6	+260
Католит	12,6	-850
Анолит	4,7	+630

В анолите обнаружено 75 мг/л оксидантов в расчете на активный хлор.

Образцы свежего мяса массой 0,6 кг резали на куски размером 3-5 см, затем измельчали в мясорубке до размера частиц 2-4 мм до состояния однородной мясной массы фарша. В контроле к мясной массе фарша добавляли 10 % холодной водопроводной воды, а в опытный образец 5 % заранее приготовленной экструдированной и гидратированной с ЭХА раствором (анолита или католита) нутовой муки. Компоненты тщательно перемешивали в течение 6 минут, выдерживали в холодильнике при температуре +4 - +5 °С в течение 2 часов для полного созревания, затем хранили при температуре +2 - +4 °С в течение 11 суток. После этого проводили оценку выхода готового продукта и качества фарша.

Установлено, что в опытном варианте (с анолитом) полученный выход готового продукта на 2 % больше, чем в контроле, с католитом близок к контролю. По внешнему виду образцы фарша имели цвет от розового до красного, запах, соответствующий мясным фаршам. В контроле цвет был темно-красный. Опыты проводили в двойной повторности. В таблице приведены усредненные результаты (табл. 2)

Таблица 2 – Физико-химические показатели образцов фарша

Показатели	Исходный образец	Контрольный образец	Опытный образец (с анолитом)
Массовая доля: сухое вещество, %	31,20	29,80	30,70
белок, %	19,12	16,80	17,58
жир, %	11,14	10,64	10,47
Амино-аммиачный азот, мг/10мл вытяжки	14,00	12,60	11,90
Потери при тепловой обработке, %	23,14	22,60	19,56
pH водной вытяжки	6,46	6,40	6,30

Содержание сухого вещества в опытном образце фарша составило 30,70 %, что на 0,5 абс. процента ниже, по сравнению с исходным образцом, но выше, по сравнению с контрольным образцом на 0,9 абс. процента. Сохранность белка после хранения в охлажденном состоянии в мясном опытном фарше было ниже на 1,54 абс. процента по отношению к исходному сырью, но больше, чем в контрольном образце на 0,78 абс. процента. Разница в содержании жира в исходном контрольном и опытном образцах колебалась в пределах 0,5-0,67 абс. процента.

Содержание аминокислотного азота в 10 мл вытяжки в опытном образце было ниже на 2,2 мг, по сравнению с исходным сырьем и на 0,70 мг, по сравнению с контрольным образцом.

Потери при тепловой обработке опытного образца с анолитом оказались ниже на 3,58 абс. процента, чем в исходном образце и на 3,04 абс. процента, по сравнению с контрольным образцом.

Концентрация водородных ионов (рН) колебалась в пределах 6,30-6,46.

Заключение. Таким образом, исследованиями установлено, что использование нутовой муки в количестве 5 % и электрохимическая обработка раствора анолита с показателями +600 - +650 способствует сохранению питательных веществ в готовом продукте в среднем на 2 %.

Библиографический список

1. Абрамов, К. Нейтральный анолит при изготовлении фарша [Текст]. / К. Абрамов // Птицеводство, 2008. – № 4. – С. 18.
2. Васильева, А.Г. Разработка технологии новых растительных добавок из семян тыквы и их использование в технологии мясорастительных вареных колбас [Текст]: автореферат дис. к.т.н. / А.Г. Васильева. – Краснодар, 2009. – 25 с.
3. Лисицын, А.Б. Исследование влияния электроактивированной воды при различных режимах на технологические показатели мясного сырья [Текст] / А.Б. Лисицын, А.С. Дыдыкин, П.А. Афанасьев // Мясная промышленность – приоритет развития и функционирования 15 междунар. науч.-практ. конф. памяти В.М. Горбатова (2 дек. 2012): Сб. – М.: 2012. – Т. I. – 232 с.
4. Мясной фарш и способ его приготовления [Текст]: патент РФ № 2494649 / Зельман М.В. № 2012125986/13 Заявл. 22.06.2012, опублик. 10.10.2013
5. Осадченко, И.М. Некоторые нетрадиционные технологии обработки водных растворов, кормов и продуктов животноводства, обеспечивающие снижение в них нитритов и нитратов [Текст]/ И.М. Осадченко, А.С. Филатов, Н.Г. Чамурлиев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №1(41). – С. 129-135.
6. Способ получения мясoproductов функционального назначения [Текст]: патент РФ № 2423882 / Кунташов Е.В., Птичкина Н.М., Банникова А.В. № 2010119383/13 Заявл. 14.05.2010, опублик. 20.07.2011
7. Способ посола мяса животных [Текст]: патент РФ № 2440001 / Осадченко И.М., Горлов И.Ф., Храмова В.Н. и др. № 2010123985. Заявл. 11.06.2010, опублик. 20.01.2012
8. Способ электро-активирования солей натрия [Текст] : заявка на изобретение № 2013129199 от 25.06.2013 / Осадченко И.М., Горлов И.Ф., Кузнецова Е.А., Стародубова Ю.А. Опублик. 27.12.2014
9. Способ получения мясного фарша [Текст] : патент РФ № 2581730 / Осадченко И.М., Горлов И.Ф., Сложенкина М.И. и др. № 2015109103. Заявл. 16.03.2015, опублик. 20.04.2016.
10. Rosenfold K., Viklund E. Retail colour display life of chilled lamb as affected by processing condition and temperature // Meat Science Vol. 88 (July 2011), issue 3. – P. 354-360.

Reference

1. Abramov, K. Neutral anolite pri izgotovlenii farsha [Tekst]. / K. Abramov // Pticevodstvo, 2008. - № 4. - S. 18.
2. Vasil'eva, A. G. Razrabotka tehnologii novykh rastitel'nykh dobavok iz semyan tykvy i ih ispol'zovanie v tehnologii myasorastitel'nykh varenykh kolbas [Tekst]: avtoreferat dis. k. t. n. / A. G. Vasil'eva. - Krasnodar, 2009. - 25 s.
3. Lisicyn, A. B. Issledovanie vliyaniya [lektroaktivirovannoj vody pri razlichnykh rezhimakh na tehnologicheskie pokazateli myasnogo syr'ya [Tekst] / A. B. Lisicyn, A. S. Dydykin, P. A. Afanas'ev // Mясnaya promyshlennost' - prioritet razvitiya i funkcionirovaniya 15 mezhdunar. nauch-prakt. konf. pamyati V. M. Gorbatoва (2 dek. 2012): Sb. - M.: 2012. - T. I. - 232 s.

4. Myasnoj farsh i sposob ego prigotovleniya [Tekst]: patent RF № 2494649 / Zel'man M. V. № 2012125986/13 Zayavl. 22.06.2012, opubl. 10.10.2013

5. Osadchenko, I. M. Nekotorye netradicionnye tehnologii obrabotki vodnyh rastvorov, kormov i produktov zhivotnovodstva, obespechivayushchie snizhenie v nih nitritov i nitratov [Tekst]/ I. M. Osadchenko, A. S. Filatov, N. G. Chamurliiev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №1(41). - S. 129-135.

6. Sposob polucheniya myasoproduktov funkcional'nogo naznacheniya [Tekst]: patent RF № 2423882 / Kuntashov E. V., Ptichkina N. M., Bannikova A. V. № 2010119383/13 Zayavl. 14.05.2010, opubl. 20.07.2011

7. Sposob posola myasa zhyvotnyh [Tekst]: patent RF № 2440001 / Osadchenko I. M., Gorlov I. F., Hramova V. N. i dr. № 2010123985. Zayavl. 11.06.2010, opubl. 20.01.2012

8. Sposob]lektro-aktivirovaniya solej natriya [Tekst] : zayavka na izobretenie № 2013129199 ot 25.06.2013 / Osadchenko I. M., Gorlov I. F., Kuznecova E. A., Starodubova Yu. A. Opubl. 27.12.2014

9. Sposob polucheniya myasnogo farsha [Tekst] : patent RF № 2581730 / Osadchenko I. M., Gorlov I. F., Slozhenkina M. I. i dr. № 2015109103. Zayavl. 16.03.2015, opubl. 20.04.2016.

10. Rosenfold K., Viklund E. Retail colour display life of chilled lamb as affected by paracing condition and temperature // Ment Scincer Vol. 88 (july 2011), issue 3. - P. 354-360.

E-mail: niimmp@mail.ru

УДК 636.5.085

**ВЛИЯНИЕ «ЛЕВИСЕЛ СВ ПЛЮС» НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ
ОСНОВНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ РАЦИОНОВ
ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ КРОССА «ИСА-15»**

**EFFICIENCY OF APPLICATION OF PROBIOTIC ENZYME COMPLEX
IN GROWING BROILER CHICKENS**

Г.И. Коссе, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор

А.С. Казаков, аспирант

G.I. Kosse, A.S. Kazakov

ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

Don State Agrarian University

Представлены показатели переваримости основных питательных веществ в рационах цыплят-бройлеров при использовании пробиотика «Левисел СВ Плюс». При использовании пробиотика в чистом виде в количестве 0,5 кг на тонну корма (III) и в составе ферментно-пробиотического комплекса в количестве 1 кг первые две недели и 0,5 кг на тонну корма в последующем. Пробиотик способствует улучшению микробиоценоза толстого отдела кишечника что в конечном итоге повышает показатели обменных процессов. Подтверждением этого явились результаты по динамике роста живой массы у цыплят опытных групп. Повышение продуктивности цыплят за счет улучшения обменных процессов подтверждается данными физиологического балансового опыта. Установлено достоверное повышение переваримости органического вещества, сырого протеина у цыплят опытных групп, которые получали пробиотик. Включение пробиотика в состав рациона цыплят-бройлеров позволяет более рационально использовать протеин комбикормов за счёт повышения коэффициента использования азота как от принятого, так и от усвоенного.

The submission presents the results of studying the effect of probiotic Levisel SB Plus on productive qualities of broiler chickens cross ISA-15 in pure form and as part of an enzyme-probiotic complex. The optimal rate of feeding the probiotic test for broiler chickens in an amount of 1 kg per ton of feed (the first two weeks and subsequently 0.5 kg per ton). To improve the efficiency of its use of the enzyme TselloLyuks F was used. It was found that the most effective method is the use of probiotics inclusion of enzyme-probiotic complex. This allows significantly increase the absolute and av-

erage daily gain of live weight and reduce feed costs per unit increase. Probiotic improves metabolic processes in the experimental groups of chickens, and more rational use of protein diet that is supported by data on protein production costs per unit of output.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, рацион, пробиотик, фермент, динамика роста, переваримость.

Key words: broilers, diet, probiotics, enzyme, growth dynamics, feed costs.

Введение. Для успешного решения производства экологически чистой продукции уделяется большое внимание птицеводству, которое характеризуется высокой интенсивностью прироста живой массы птицы и высокой технологичностью производственных процессов и является наиболее скороспелой отраслью животноводства. Широко используются интенсивные технологии выращивания цыплят-бройлеров для увеличения объёма и снижения себестоимости производства мяса птицы. Промышленные технологии производства обеспечивают высокую продуктивность птицы при относительно низких затратах корма, что позволяет вести прибыльное производство продукции и рентабельности отрасли. Наряду с положительными качествами, промышленные технологии имеют и недостатки, которые не позволяют выявить полностью генетический потенциал продуктивности птицы. Это связано ещё с тем, что данная технология вынуждает интенсифицировать обмен веществ иногда даже в ущерб организму птицы [8, 9].

В настоящее время многие сельскохозяйственные предприятия не всегда могут обеспечить достаточные условия, отвечающие биологическим потребностям содержания и кормления птиц, что, в конечном итоге, способствует возникновению стрессов [2].

Транспортировка, перегруппировки, перемещение приводят к ослаблению организма птицы и особенно продуктивности [5].

За короткий промежуток времени в период с суточного до 6-7 недельного возраста, живая масса цыплят-бройлеров увеличивается в 50-60 раз. Максимальная продуктивность цыплят-бройлеров проявляется при высокой напряженности обменных процессов, что приводит к снижению резистентности организма, особенно у птиц. Это приводит к различным заболеваниям и низкой сохранности молодняка [7]. В целях укрепления естественной резистентности птицы, повышения её устойчивости к стрессам, снижения отрицательных последствий антибиотикотерапии и других необходимых технологических приёмов, улучшения пищеварения, повышения продуктивности и сохранности, рекомендуется применять эффективные пробиотические препараты [3,4].

Интенсификация отрасли птицеводства предъявляет повышенные требования не только к количеству потребляемого корма, но и к его качеству, соотношения кормов друг к другу и сочетаемости между собой. Организация нормированного кормления птицы возможна только лишь при полной сбалансированности всех основных компонентов питательности, которые обеспечивают оптимальный обмен веществ. Не выполнение этого положения приводит, как правило, к заболеванию птицы и снижению рентабельности кормовых средств. Оптимальный обмен веществ возможен не только за счет кормовых средств растительного и животного происхождения, но и особенно нуждается в биологически активных веществах [8].

На протяжении длительного времени, в целях профилактики и контроля за микробиоценозом птицы, использовались антибиотики, но они имеют ряд отрицательных сторон и, в первую очередь, кумулирование продукции птицеводства: длительное и биосистемное использование антибиотиков приводит к адаптации микрофлоры птицы. В научной литературе появилась информация по результатам исследований о накоплении и сохранении в органах и тканях антибиотиков после убоя животных. Это послужило основанием для запрета использования антибиотиков в качестве регулятора микробиоценоза в организме птицы в ряде европейских стран [1, 10].

В настоящее время альтернативным средством контроля за состоянием микрофлоры в кишечнике птицы, сохранении оптимального белка и поддержания её здоровья являются пробиотики. При применении антибиотиков, как правило уничтожается как патогенная, так и часть полезной микрофлоры. Использование пробиотиков позволяет оптимизировать состав микрофлоры. Пробиотические препараты позволяют создать оптимальное условие для повышения количества лакто- и бифидобактерий и снижению количества бактерий группы кишечной палочки, энтерококков и стафилококков. Пробиотики участвуют в синтезе аминокислот и ряда биологически активных веществ и, как следствие, повышается ретенция питательных веществ из корма [6].

Материалы и методы. Основная цель проведенных исследований – изучение влияния пробиотического препарата «Левисел SB Плюс» на переваримость основных питательных веществ рационов у цыплят-бройлеров кросса «ИСА-15».

Результаты. Для выполнения поставленной задачи был проведен научно-хозяйственный опыт на 4 группах цыплят с суточного до 42-дневного возраста: I контрольная; II опытная получала дополнительно ферментный препарат «ЦеллоЛюкс-Ф» в количестве 60 г на тонну корма; III опытная – «Левисел SB Плюс» в количестве 0,5 кг на тонну корма; IV опытная – «Левисел SB Плюс» в составе ферментно-пробиотического комплекса в количестве 1,0 кг на тонну корма в первые две недели, в последующем 0,5 кг на тонну корма и «ЦеллоЛюкс-Ф» в количестве 60 г на тонну корма (таблица 1).

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Кол-во цыплят голов	Испытуемый фактор
I контрольная	60	Полнорационный комбикорм (ПК)
II опытная	60	(ПК) + «ЦеллоЛюкс Ф» – 60 г/т
III опытная	60	(ПК) + «Левисел SB Плюс» – 0,5 кг/т
IV опытная	60	(ПК) + «ЦеллоЛюкс-Ф» – 60 г/т и «Левисел SB Плюс» – 1,0-0,5 кг/т

Результаты еженедельных контрольных взвешиваний цыплят опытных групп показывают на достаточно высокую энергию роста живой массы (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика роста живой массы цыплят-бройлеров

Показатели	Группа			
	I	II	III	IV
Прирост живой массы, г: - абсолютный	1906,4±18,61	1962,1±18,86*	2003,5±17,92**	2059,815,13***
- среднесуточный	45,4±0,62	46,7±0,59	47,7±0,53 *	49,0±0,45 ***
% к I группе	100,0	102,9	105,0	108,0

В структуре себестоимости производства продукции корма занимают до 50 % и более затрат. А при выращивании цыплят-бройлеров этот показатель, по данным многочисленных авторов, достигает до 60 % и более, поэтому особая роль придаётся доступности питательных веществ из кормов. Задача, которая стоит перед птицеводством при организации нормированного кормления, заключается в создании особых условий, методов подготовки кормов, возможности и целесообразности использования различных биологически активных добавок в составе кормосмеси.

В соответствии с этим, на фоне научно-хозяйственного опыта был проведен физиологический балансовый опыт на 4 группах цыплят, в 4-недельном возрасте по 5 голов в каждой. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что включение

испытуемых добавок в рационы цыплят-бройлеров оказывает различное влияние на переваримость основных питательных веществ. В целом, у птиц всех групп достаточно высокий уровень переваримости органического вещества, более 80 %. Полученные данные согласуются с результатами контрольных взвешиваний. Наиболее высокой интенсивностью прироста живой массы характеризуются цыплята четвертой опытной группы, которые получали ферментно-пробиотическую добавку в комплексе. Коэффициент переваримости органического вещества был на 5,16 % ($P>0,95$) выше, чем в контрольной группе (таблица 3).

Таблица 3 – Переваримость и использование питательных веществ цыплятами-бройлерами, %

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Коэффициенты переваримости питательных веществ рациона				
Органическое вещество	84,05±1,16	85,13±1,20	86,92±0,62*	89,21±1,35*
Сырой протеин	80,06±0,78	81,23±0,63	82,13±0,41*	82,91±0,89*
Сырой жир	73,12±0,35	73,91±0,49	72,93±0,38	72,03±0,45
Сырая клетчатка	16,3±0,14	16,8±0,20	16,4±0,18	15,9±0,21
БЭВ	87,2±0,47	87,9±0,38	87,3±0,40	88,2±0,38
Использование азота				
От принятого	81,15±0,72	82,05±0,63	83,8±0,95	84,7±0,88*
От усвоенного	57,2±0,61	58,6±0,90	59,9±1,13	60,02±0,64*
Использование кальция				
От принятого	57,2±0,61	59,2±0,72	58,0±0,60	58,26±0,49
Использование фосфора				
От принятого	42,2±0,46	43,2±0,57	43,0±0,49	42,8±0,53

Примечание: здесь и далее разность показателей достоверна: * - $P>0,95$; ** – $P>0,99$; *** – $P>0,999$

Несколько лучше органическое вещество переваривается в рационах птиц третьей группы, где использовался только пробиотик «Левисел SB Плюс», был выше на 1,79 %, чем во второй группе и на 2,87 %, чем в контрольной группе ($P>0,95$). Особая роль при организации нормированного кормления цыплят-бройлеров придается белку, так как постоянно ощущается дефицит протеина из-за отсутствия белковых добавок или его низкого качества.

Обогащение пробиотической добавкой «Левисел SB Плюс» рационов птиц способствовало повышению переваримости протеина. Показатель переваримости сырого протеина у цыплят III группы повысился до 82,13 %, что выше на 2,07 % ($P>0,95$), чем у птиц в контрольной группы и на 0,9 %, чем во второй опытной группе ($P<0,95$). Наиболее высоким показателем переваримости сырого протеина характеризовался комбикорм цыплят-бройлеров, получавших биодобавки в комплексе – 82,91 % ($P>0,95$) (IV группа). Это достоверно выше, чем в контрольной и во второй, и в третьей опытных группах. Переваримость сырого жира в рационах была в обратной зависимости от интенсивности прироста.

Показатели переваримости углеводов (сырая клетчатка и БЭВ) у цыплят всех четырех групп существенно не разнятся между собой, а выявленные различия недостоверны ($P<0,95$) и носят только характер тенденции. При выращивании цыплят особая роль отводится характеристике потребленного комбикорма степени использования азота как индикатора белкового питания. Включение в состав рационов пробиотического препарата «Левисел SB Плюс» позволяет повысить степень использования азота от принятого на 2,65 % (III группа), в сравнении с контрольной группой, а при комплекс-

ном использовании «Левисел SB Плюс» и «ЦеллоЛюкс-Ф» (IV группа) на 3,55 % ($P>0,95$). Аналогичная закономерность была установлена и при использовании азота от усвоенного. Включение в состав рациона только пробиотического препарата позволяет повысить степень использования азота от усвоенного, в сравнении с контрольной группой, на 2,7 % и составила 59,9 %, а при использовании в составе ферментно-пробиотического комплекса (IV) составила 60,02 % ($P>0,95$). Результаты проведенного физиологического опыта согласуются с данными научно-хозяйственного опыта.

Обсуждение. В структуре себестоимости продукции птицеводства корма занимают значительную часть – до 60 и более процентов. Поэтому одним из основных направлений снижения себестоимости произведенной продукции – снижение затрат на корма. Решение этого вопроса определяется созданием рационов с повышенной переваримостью и усвояемостью. В наших исследованиях установлено, что пробиотик «Левисел SB Плюс» наиболее полно проявляет свое действие в составе ферментно-пробиотического комплекса при дифференцированных нормах его использования. Это вызвано тем, что микробиоценоз кишечника цыплят особенно чувствителен к действию патогенной микрофлоры в первые две недели жизни. В последующем эта зависимость снижается. Включение ферментного препарата «ЦеллоЛюкс-Ф» было вызвано тем, что основой комбикормов цыплят являются зерна злаковых культур, которые характеризуются повышенным содержанием клетчатки. Изучение переваримости основных питательных веществ рационов птиц необходимо для более рационального использования кормовых средств. В наших исследованиях установлено их повышение за счет использования пробиотика.

Заключение. Использование пробиотика в составе комбикормов для птиц способствует оптимизации микробиоценоза кишечника повышением переваримости органического вещества на 2,87-5,16 % и протеина в частности на 2,07-2,85 % и снижению затрат кормов на единицу продукции.

Библиографический список

1. Горячева, М. М. Альтернатива антибиотикам [Текст]/ М. М. Горячева // Птица и птицепродукты. – 2013. – №1. – С. 16-19.
2. Донник, И.М. Клетки крови как индикатор активности стресс-реакций в организме цыплят [Текст]/ И.М. Донник, М. А. Дерхо, С.Ю. Харлап// Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 5 (135). – С. 68-71.
3. Егоров, И.А. Современные подходы к кормлению птицы [Текст]/ И.А. Егоров // Птицеводство. – 2014. – № 4. – с.11-16.
4. Коссе, А.Г. Применение лактулозосодержащих кормовых добавок при выращивании цыплят-бройлеров [Текст]/ А.Г. Коссе, Г.И. Коссе, А.С. Чернышков// Научно-практические рекомендации. – п. Персиановский, 2014. – С. 15.
5. Кутиков, Е. Стресс-факторы в современном животноводстве [Текст]/ Е. Кутиков // Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2008. – № 10. – С. 15-18.
6. Применение моно- и полиштаммовых пробиотиков в птицеводстве для повышения продуктивности [Текст]/ А.Г. Кошаев, Г.В. Кобыляцкая, Е.И. Мигина, О.В. Кошаева// Труды государственного аграрного университета. – 2013. –Т. 3. – № 42. – С. 98-102.
7. Псахчиева, З. В. Динамика живой массы цыплят-бройлеров при использовании бен-тонитовой подкормки [Текст]/ Аграрная Россия. – 2013. – №8. – С. 22-24.
8. Фисинин, В.И. Кормление сельскохозяйственной птицы [Текст]: учебник / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, И.Ф. Драганов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 344 с.
9. Clements M. Stress, disease and nutritional solutions in poultry production [Текст]/ M. Clements// Poultry International. - 2011. - Vol. 50. - № 1. - P. 22-25.
10. Fairchild B. D. The future of antibiotic use in poultry production [Текст]/ B. D. Fairchild, C. L. Hofacre// Poultry USA. - 2012. - Vol. 12. - № 1. - P. 28-29.

Reference

1. Goryacheva, M. M. Al'ternativa antibiotikam [Tekst]/ M. M. Goryacheva // Ptica i pticeprodukty. - 2013. - №1. - S. 16-19.
2. Donnik, I. M. Kletki krovi kak indikator aktivnosti stress-reakcij v organizme cyplyat [Tekst]/ I. M. Donnik, M. A. Derho, S. Yu. Harlap// Agrarnyj vestnik Urala. - 2015. - № 5 (135). - S. 68-71.
3. Egorov, I. A. Sovremennye podhody k kormleniyu pticy [Tekst]/ I. A. Egorov // Pticevodstvo. - 2014. - № 4. - s.11-16.
4. Kosse, A. G. Primenenie laktulozosoderzhaschih kormovyh dobavok pri vyraschivanii cyplyat-brojlerov [Tekst]/ A. G. Kosse, G. I. Kosse, A. S. Chernyshkov// Nauchno-prakticheskie rekomendacii. - p. Persianovskij, 2014. - S. 15.
5. Kutikov, E. Stress-factory v sovremennom zhivotnovodstve [Tekst]/ E. Kutikov // Veterinariya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh. - 2008. - № 10. - S. 15-18.
6. Primenenie mono- i polishtammovyh probiotikov v pticevodstve dlya povysheniya produktivnosti [Tekst]/ A. G. Koschaev, G. V. Kobylyackaya, E. I. Migina, O. V. Koschaeva// Trudy gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - T. 3. - № 42. - S. 98-102.
7. Psxacieva, Z. V. Dinamika zhivoj massy cyplyat-brojlerov pri ispol'zovanii bentonitovoj podkormki [Tekst]/ Agrarnaya Rossiya. - 2013. - №8. - S. 22-24.
8. Fisinin, V. I. Kormlenie sel'skohozyajstvennoj pticy [Tekst]: uchebnik / V. I. Fisinin, I. A. Egorov, I. F. Draganov. - M.: G}OTAR-Media, 2011. - 344 s.
9. Clements M. Stress, disease and nutritional solutions in poultry production [Tekst]/ M. Clements// Poultry International. - 2011. - Vol. 50. - № 1. - R. 22-25.
10. Fairchild B. D. The future of antibiotic use in poultry production [Tekst]/ B. D. Fairchild, C. L. Hofacre// Poultry USA. - 2012. - Vol. 12. - № 1. - P. 28-29.

E-mail: kazakov_andrey90@mail.ru

УДК 636.2.034/637.07

**ВЛИЯНИЕ НОВОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «КОРЕМИКС»
НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ
IMPACT OF NEW SUPPLEMENT FEED «KOREMIX» ON DAIRY
EFFICIENCY OF COWS**

И.Ф. Горлов^{1,2}, академик РАН, профессор, доктор сельскохозяйственных наукЕ.Ю. Злобина^{1,3}, кандидат биологических наукН.И. Мосолова^{1,2}, доктор биологических наукЕ.С. Воронцова^{1,4}, аспирантI.F. Gorlov^{1,2}, E.Yu. Zlobina^{1,3}, N.I. Mosolova^{1,2}, E.S.Vorontsova^{1,4}¹ФГБНУ Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки
мясомолочной продукции, г. Волгоград²ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет³ФГАОУ ВО Волгоградский государственный университет⁴Волгоградский государственный аграрный университет¹Volga region research institute of manufacture and processing of meat-and-milk production²Volgograd State Technical University³Volgograd State University⁴Volgograd State Agrarian University

В статье приводятся результаты изучения эффективности использования в кормлении лактирующих коров новой кормовой добавки «КореМикс», изготовленной на основе концентрата биогенного кремния, обогащенного культурами дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и бактериями *Bacillus subtilis*. Авторы изучили ее влияние на молочную продуктивность животных и качественные характеристики молочного сырья в зависимости от дозы внесения (8, 10 и 12 г на голову в сутки). За 305 дней лактации в I-III опытных группах, в сравнении с контролем, моло-

ка-сырья получено больше соответственно на 2,9; 3,8 и 4,7 %; валовое содержание жира и белка в молоке коров I опытной группы повысилось соответственно на 6,58 и 5,78 %; в молоке коров II опытной группы – на 9,15 и 5,78 %; в молоке коров III опытной группы – на 11,04 и 9,90 %; жирность молока повысилась соответственно на 0,13; 0,19 и 0,22 %, содержание белка – на 0,09; 0,14 и 0,16 %. В молоке коров опытных групп повысилось, по сравнению с контролем, содержание кальция – на 2,47; 8,13 и 8,99 %; фосфора – на 6,05; 11,22 и 12,10 %; сухих обезжиренных веществ – на 0,08; 0,17 и 0,23 % соответственно. Уровень рентабельности производства молока, в сравнении с контролем, повысился на 7,9; 11,1 и 13,4 % соответственно.

The article presents the results of a study of efficiency of a new feed supplement «KoreMix» made on the basis of biogenic silica concentrate enriched with cultures of *Saccharomyces cerevisiae* yeast and *Bacillus subtilis* bacteria for feeding lactating cows. The effect of the supplement on the milk production of animals and the quality characteristics of raw milk with respect to a dose (8, 10 and 12 grams per head a day) have been studied. For the period of 305 lactation days, there was obtained raw milk in the experimental groups I-III by 2.9, 3.8 and 4.7 %, respectively, more than in the control group; the total content of fat and protein in milk from the cows in experimental group I increased by 6.58 and 5.78 %, in group II by 9.15 and 5.78 %, in group III by 11.04 and 9.90 %; the fat content of milk increased by 0.13, 0.19 and 0.22 %, respectively; the protein content by 0.09, 0.14 and 0.16 %. The content of calcium in milk from the cows in experimental groups enhanced by 2.47, 8.13 and 8.99 %, compared to the control group; phosphorus by 6.05, 11.22 and 12.10%; non-fat dry matter by 0.08, 0.17 and 0.23%, respectively. The production profitability of milk increased by 7.9, 11.1 and 13.4 % compared to the control group.

Ключевые слова: *рацион кормления, биодоступность, минеральные вещества, пробиотики, молочная продуктивность, молоко.*

Key words: *feeding, bioavailability, minerals, probiotics, dairy efficiency, milk.*

Одним из факторов, определяющих уровень продуктивности сельскохозяйственных животных и функционально-технологические характеристики получаемого животноводческого сырья, является полноценность их кормления, сбалансированность рационов по составу, наличие в них необходимых организму биологически активных компонентов [2, 8, 10]. Так, молочная продуктивность коров снижается при дефиците отдельных элементов питания, а себестоимость производства молока при этом возрастает [1, 7]. Очевидно, что особое значение при разработке новых способов интенсификации производства продукции животноводства имеет поиск кормовых средств и биологически активных комплексов, способствующих рациональному расходу кормов и повышению их продуктивного действия [9]. В молочном скотоводстве увеличение продуктивности достигают за счет повышения доли концентратов в рационах, а корма собственной заготовки не всегда соответствуют необходимым требованиям. При этом избыток крахмала в комбикорме способствует снижению целлюлозной активности рубца [6]. Таким образом, в кормлении целесообразно использовать препараты, восстанавливающие полезную микрофлору в пищеварительном тракте, ускоряющие синтез свободных жирных кислот, снижающие уровень содержания аммиака в рубце [5]. Эффективным способом повышения биологического действия кормовых средств является увеличение площади поверхности активного вещества, что возможно, благодаря использованию нанопористых материалов, особенно природного происхождения. Приоритетность их использования обусловлена богатым составом микро- и макроэлементов, способствующих снижению их дефицита в рационе. Так, кремний-содержащий препарат «Коретрон» обладает не только сорбционными и каталитическими свойствами (из-за большой нанопористости микроскопических панцирей диатомитовых водорослей), но из-за содержания в своем составе биогенного кремния (до 75-88 %), алюминия, железа, калия, натрия, кальция, магния, бария, титана и др., является источником минеральных веществ [3, 4].

Учитывая вышеизложенное, коллективом авторов была разработана и утверждена в установленном порядке новая кормовая добавка «КореМикс» (ТУ 9296-220-10514645-16) на основе концентрата биогенного кремния, обогащенного культурами дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и бактериями *Bacillus subtilis*, дано научно-практическое обоснование целесообразности ее использования в рационах лактирующих коров в зависимости от дозировки, выявлены закономерности ее влияния на уровень молочной продуктивности животных, качественные характеристики молочного сырья.

Материалы и методы. Экспериментальная часть исследований была выполнена в условиях племенного завода ООО СП «Донское» Калачевского района Волгоградской области, занимающегося разведением голштинского скота.

Для опыта по принципу аналогов были сформированы 4 группы коров по 10 голов в каждой. Животные контрольной группы получали общехозяйственный рацион (ОР), I опытной группы – дополнительно к ОР разработанную кормовую добавку «КореМикс» в количестве 8 г на голову в сутки, II опытной – кормовую добавку «КореМикс» в количестве 10 г на голову в сутки, III опытной – кормовую добавку «КореМикс» в количестве 12 г на голову в сутки. Условия кормления и содержания подопытных животных были одинаковыми. Продолжительность опыта 120 дней (таблица 1).

Таблица 1 – Схема исследований

Группа			
Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Основной рацион (ОР)	ОР + «КореМикс» (8 г/гол.)	ОР + «КореМикс» (10 г/гол.)	ОР + «КореМикс» (12 г/гол.)

Кормовая добавка «КореМикс» предназначена для кормления сельскохозяйственных животных, представляет собой концентрат биогенного кремния, обогащенный культурами дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и бактериями *Bacillus subtilis* (таблица 2).

Таблица 2 – Состав кормовой добавки «КореМикс» (ТУ 9296-219-10514645-16)

Наименование ингредиента	Количество, %
Диатомит «Коретрон»	63,8
Кормовая добавка «Целлобактерин-Т»	5,4
Микробиологический продукт «Био-Спринт»	1,8
Глюкоза	3,6
Пропиленгликоль	5,4

Постановка научно-хозяйственного эксперимента проводилась с использованием следующих методик: «Основы опытного дела» (Овсянников А.И., М.: Колос, 1976 г.), «Методика организации зоотехнических опытов» (Викторов П.И., Менькин В.К., М.: «Агропромиздат», 1991 г.), «Анализ статистических данных с использованием Microsoft Excel для Office XP» (Мидлтон М.Р., М.: Бином. Лаборатория изданий, 2005), «Математическое обеспечение эксперимента в животноводстве, 2-е издание» (Куликов Л.В., Никишов А.А., М., Изд-во РУДН, 2006), «Руководство к практическим занятиям по биологической статистике» (Корягина Ю.В., Омск: Изд-во СибГУФК, 2011), Johnson, R.A. and G.K. Bhattacharyya, 2010. Statistics Principles and Methods, 6th edition. USA: John Wiley and Sons, Inc. Изучение качественных показателей молочного сырья проводилось в комплексной аналитической лаборатории ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» в соответствии с действующей нормативно-технической документацией: ГОСТ Р 54668-2011. Молоко и молочные продукты. Методы определения влаги и сухого вещества, ГОСТ Р 54758-2011. Молоко и молочные продукты. Методы определения плотности,

ГОСТ 26809-86. Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу, ГОСТ 25179-2014. Молоко. Методы определения белка, ГОСТ Р 54669-2011 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности, ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов; ГОСТ Р 51259-99 Молоко и молочные продукты. Метод определения лактозы и галактозы, ГОСТ Р 55331-2012 Молоко и молочные продукты. Титриметрический метод определения содержания кальция; ГОСТ 31584-2012. Молоко. Спектрометрический метод определения массовой доли общего фосфора; ГОСТ Р ИСО 2446-2011. Молоко. Метод определения содержания жира; МУ 1.2.2961-11. Научное обоснование максимально допустимых уровней содержания загрязнителей химической природы и пищевых добавок в пищевой продукции; СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Технический регламент. Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). Исследования выполнялись на современном оборудовании: система капиллярного электрофореза «Капель-105 М», атомно-абсорбционный спектрометр «Квант-2АТ»; анализатор инфракрасный («SpektraStar», модель 2400); спектрофотометр (СФ-56); вольтамперометрический анализатор (Томь-аналит, ТА-4), автоматический 8-канальный фотометр для иммуноферментного анализа Ledetect 96 340-740 nm, квадрупольный масс-спектрометр Elan 9000 и атомно-эмиссионный спектрометр Оптима-20 ДК (Центр биотической медицины, г. Москва).

Цифровой материал опытов обработан с использованием стандартных программ по методу вариационной статистики (MS Office, Statistica). Разницу по средним показателям считали достоверной по критерию Стьюдента в зависимости от числа степеней свободы при $*P < 0.05$, $**P < 0.01$, $***P < 0.001$.

Результаты и обсуждение. Установлено положительное влияние новой кормовой добавки «КореМикс» при использовании в рационах лактирующих коров на уровень молочной продуктивности в зависимости от дозы внесения (таблица 3).

Таблица 3 – Молочная продуктивность подопытных коров (n=10)

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Удой молока за 305 дней лактации, кг	7757,8±28,7	7984,5±29,2***	8048,4±29,6***	8124,6±29,0***
Среднесуточный удой, кг	25,44±0,22	26,18±0,15*	26,39±0,19**	26,64±0,14*
Удой молока за главный период опыта, кг	3052,2±5,6	3141,4±5,8***	3166,6±5,9***	3196,6±5,3***
Продукция молочного жира, кг	111,41±1,62	118,74±1,35**	121,60±1,56***	123,71±1,43***
Продукция молочного белка, кг	98,89±0,63	104,61±0,76***	107,03±0,88***	108,68±0,79***

Так, за 305 дней лактации в опытных группах, в сравнении с контролем, молока-сырья получено больше соответственно на 226,7 кг, или 2,9% ($P < 0,001$); 290,6 кг, или 3,8 % и на 366,8 кг, или 4,7 % ($P < 0,001$) (рисунок 1).

Среднесуточный удой молока на 1 голову составил в контрольной группе – 25,44 кг, в I опытной – 26,18 кг, во II опытной группе – 26,39 кг, в III опытной группе – 26,64 кг, по сравнению с контролем среднесуточный удой в опытных группах был выше соответственно на 2,9 % ($P < 0,05$); 3,7 % ($P < 0,01$) и 4,7 % ($P < 0,05$).

Валовое содержание жира и белка в молоке коров I опытной группы повысилось, по сравнению с контрольной, на 7,33 кг, или 6,58 % ($P < 0,01$) и 5,72 кг, или 5,78 % ($P < 0,001$) соответственно; в молоке коров II опытной группы – соответственно

на 10,19 кг, или 9,15 % ($P < 0,001$) и 5,72 кг, или 5,78 % ($P < 0,001$); в молоке коров III опытной группы – соответственно на 12,3 кг, или 11,04 % ($P < 0,001$) и 9,79 кг, или 9,90 % ($P < 0,001$) (рисунок 2).

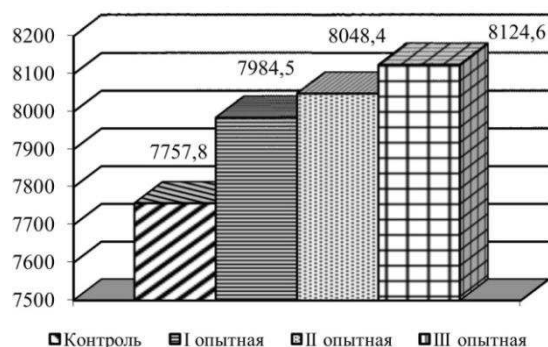


Рисунок 1 – Молочная продуктивность за лактацию, кг



Рисунок 2 – Валовое содержание жира и белка в молоке за период опыта, кг

Лактационные кривые подопытных коров сравниваемых групп за период опыта представлены на рисунке 3.

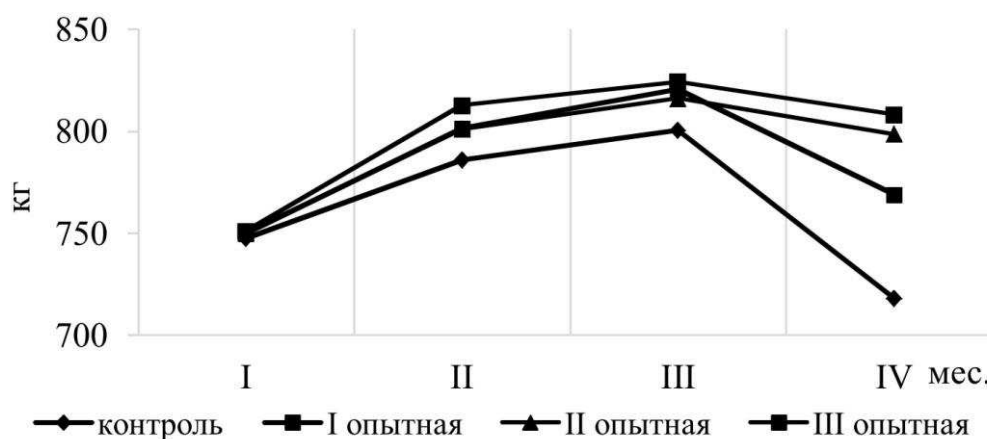


Рисунок 3 – Лактационные кривые помесечных удоев, кг

Характер лактационных кривых как в контрольной, так и в опытных группах был аналогичным. Полученные данные свидетельствуют о том, что, в сравнении с аналогами контрольной группы, у коров опытных групп помесечный удой после начала скармливания им новых кормовых добавок повышался более значительно и удерживался на достаточно высоком уровне вплоть до четвертого месяца.

Наиболее значимые различия в удое между коровами контрольной и опытными группами зафиксированы после двух учетных месяцев лактации.

При этом наиболее резко лактационная кривая снижалась у коров контрольной группы, наиболее равномерно – у аналогов III опытной группы.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что применение новой кормовой добавки «КореМикс» в рационе лактирующих коров положительно влияет на молочную продуктивность, а также содержание в их молоке жира и белка.

Установлено, что при использовании в рационах лактирующих коров испытываемой добавки «КореМикс» произошли изменения не только по количеству произведенного молока, но и его качественному составу. При этом выявлены некоторые различия в химическом составе молока, полученного от коров сравниваемых групп (таблица 4).

Таблица 4 – Качественные показатели молока (на 3-м месяце лактации) (n=5)

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Жир, %	3,65±0,02	3,78±0,04*	3,84±0,03***	3,87±0,04**
Белок, % в том числе:	3,24±0,02	3,33±0,02*	3,38±0,03**	3,40±0,01***
казеин, %	2,66±0,04	2,73±0,03	2,75±0,02	2,77±0,03
сывороточные белки, %	0,58±0,03	0,60±0,02	0,63±0,04	0,63±0,02
Плотность при 20 °С, кг/м ³	1028,87±0,14	1028,72±0,11	1028,66±0,16	1028,58±0,13
СОМО, %	8,28±0,03	8,36±0,07	8,45±0,02**	8,51±0,05**
СМО, %	11,93±0,06	12,14±0,07	12,29±0,07**	12,38±0,05***
Лактоза, %	4,37±0,03	4,35±0,02	4,37±0,02	4,41±0,04
Минеральные вещества, %	0,67±0,01	0,68±0,01	0,70±0,01	0,70±0,01
Кальций, ммоль/л	31,24±0,28	32,01±0,26	33,78±0,31***	34,05±0,22***
Фосфор, ммоль/л	18,19±0,21	19,29±0,23**	20,23±0,25***	20,39±0,24***
Кислотность, °Т	18,00±0,10	17,70±0,10	17,30±0,10	17,90±0,10

Так, жирность молока у животных I-III опытных групп повысилась по сравнению с контрольной соответственно на 0,13 (P < 0,05); 0,19 (P < 0,001) и 0,22 % (P < 0,01). Аналогичная закономерность наблюдалась по содержанию белка. Так, в молоке коров I-III опытных групп содержалось белка больше соответственно на 0,09 (P < 0,05); 0,14 (P < 0,01) и 0,16 % (P < 0,001). Кроме того, наблюдалось повышение содержания в молоке коров опытных групп, по сравнению с контролем кальция – на 2,47; 8,13 (P < 0,001) и 8,99 % (P < 0,001); фосфора – на 6,05 (P < 0,01); 11,22 (P < 0,001) и 12,10 % (P < 0,001); сухих обезжиренных веществ – на 0,08; 0,17 (P < 0,01) и 0,23 % (P < 0,01) соответственно.

Известно, что для сыроделия оптимально подходит молоко с высоким содержанием белков (не ниже 3,1 %), жиров (более 3,6 %), СОМО (более 8,4 %), плотностью при 20 °С не менее 1027 кг/м³, титруемой кислотностью – 16-18 °Т и оптимальным соотношением жиров и белков (1,1-1,25), белков и СОМО (0,35-0,45); жиров и СОМО (0,40-0,46); содержания кальция – 31,2 ммоль/л (Ю.А. Горбунова и А.С. Оверченко, 2014).

Результаты оценки сыропригодности по вышеприведенным параметрам приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели сыропригодности молока

Показатель	Оптимальное значение	Группа			
		контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Белок, %	мин. 3,1	3,24±0,02	3,33±0,02*	3,38±0,03**	3,40±0,01***
Жир, %	мин. 3,6	3,65±0,02	3,78±0,04*	3,84±0,03***	3,87±0,04**
СОМО, %	мин. 8,4	8,28±0,03	8,36±0,07	8,45±0,02**	8,51±0,05**
Плотность при 20 °С, кг/м ³	1027	1028,87±0,14	1028,72±0,11	1028,66±0,16	1028,58±0,13
Кислотность, °Т	16-18	18,00±0,10	17,70±0,10	17,30±0,10	17,90±0,10
Ж/Б	1,1-1,25	1,13	1,14	1,14	1,14
Ж/СОМО	0,40-0,46	0,44	0,45	0,45	0,45
Б/СОМО	0,35-0,45	0,39	0,40	0,40	0,40
Кальций, ммоль/л	31,2	31,24±0,28	32,01±0,26	33,78±0,31***	34,05±0,22***

Таким образом, использование в рационе кормления лактирующих коров разрабатанной кормовой добавки «КореМикс» оказывает положительное воздействие на качественный состав молочного сырья, не ухудшая его технологические характеристики.

В связи с повышением продуктивности животных и содержания жира в молочном сырье, больше прибыли от реализации молока было получено в опытных группах. Прибыль от реализации молока, полученного от коров опытных групп, была выше, в сравнении с контролем, соответственно на 5037,6; 7015,2 и 8469,6 руб. Уровень рентабельности производства молока в опытных группах по отношению к контролю повысился на 7,9; 11,1 и 13,4 % соответственно.

Заключение. На основании проведенных исследований, с целью повышения уровня молочной продуктивности и качества молочного сырья, сельхозпредприятиям, занимающимся производством молока, рекомендуется использовать в рационах кормления лактирующих коров новую кормовую добавку «КореМикс» из расчета 10 г на одну голову в сутки.

Библиографический список

1. Горлов, И.Ф. Повышение пищевой ценности молока за счет обогащения рациона коров органическим селеном [Текст]/ И.Ф. Горлов, В.Н. Храмова // Хранение и переработка сельхозсырья. □– 2006. –□ № 4. –□ С. 49-52.
2. Горлов, И.Ф. Эффективное использование новых органических добавок в рационах скота [Текст]/ И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, А.В. Гиро // Мясная индустрия. □– 2010. –□ № 10. –□ С. 58-61.
3. Минеральная добавка «Коретрон» в рационах молодняка свиней на откорме [Текст]/ А.А. Барыкин, С.М. Иванов, Д.В. Фризен, Г.Н. Сницаренко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 515-526.
4. Мошенков, А.В. Рубцовое пищеварение и приросты телок при использовании в рационах препаратов Коретрон и Биокоретрон форте [Текст]/ А.В. Мошенков, Н.И. Стенькин, О.А. Десятов // Зоотехния. – 2013. – № 5. – С. 12-13.
5. Пробиотическая добавка «Био Спринт» в рационе лактирующих коз повышает молочную продуктивность [Текст]/ Г.А. Симонов, М.Ш. Магомедов, П.А. Алигазиева, В.С. Зотев, Д.Г. Захарова // Проблемы развития АПК региона. –□ 2015. –□ Т. 2. □– № 2 (22). –□ С. 88-90.
6. Романов, В.Н. Использование пробиотика Целлобактерин-Т в кормлении жвачных животных [Текст] : методические рекомендации / Российская акад. с.-х. наук, ГНУ Всероссийский науч.-исслед. ин-т животноводства Российской акад. с.-х. наук, ООО "Биотроф" ; [подгот. В.Н. Романов и др.]. – пос. Дубровицы, Московская обл., 2011. – 52 с.
7. Gorlov, I.F. Use of new supplement feeds based on organic iodine in rations of lactating cows / I.F. Gorlov, N.I. Mosolova, E.Yu. Zlobina, A.A. Korotkova, N.A. Prom // American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. – 2014. – Vol. 14. – № 5. – P. 401-406. DOI: 10.5829/idosi.aejaes.2014.14.05.12357.
8. Gorlov, I.F. Effect of feeding with organic microelement complex on blood composition and beef production of young cattle / I.F. Gorlov, V.I. Levakhin, V.F. Radchikov, V.P. Tsai, S.E. Bozhkova // Modern Applied Science. – 2015 (Special Issue). – Vol. 9. – № 10. – P. 8-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/mas.v9n10p8>.
9. Gorlov, I.F. Optimization of feed acreages structure in unstable moistening zone / I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina, O.P. Shakhbazova, V.V. Gubareva, E.Yu. Zlobina // Asian Journal of Agricultural Research. – 2016. – Vol. 10. – № 3-4. – P. 154-161. DOI: 10.3923/ajar.2016.154.161.
10. Titov, E.I. Influence of zootechnical and technological factors on angiogenin content in raw milk and secondary milk raw material / E.I. Titov, N.A. Tikhomirova, I.I. Ionova, I.F. Gorlov, N.I. Mosolova, A.A. Korotkova, E.Yu. Zlobina // International Food Research Journal. – 2016. – Vol. 23. – № 6. – 2465-2471.

Reference

1. Gorlov, I. F. Povyshenie pischevoj cennosti moloka za schet obogascheniya racional korov organicheskim selenom [Tekst]/ I. F. Gorlov, V. N. Hramova // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. - 2006. - № 4. - S. 49-52.
2. Gorlov, I. F. Jefferktivnoe ispol'zovanie novyh organicheskikh dobavok v racionalah skota [Tekst]/ I. F. Gorlov, M. I. Slozhenkina, A. V. Giro // Myasnaya industriya. - 2010. - № 10. - S. 58-61.
3. Mineral'naya dobavka "Koretron" v racionalah molodnyaka svinej na otkorme [Tekst]/ A. A. Barykin, S. M. Ivanov, D. V. Frizen, G. N. Snicarenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2016. - № 120. - S. 515-526.
4. Moshenskov, A. V. Rubcovoe pischevarenie i prirosty telok pri ispol'zovanii v racionalah preparatov Koretron i Biokoretron forte [Tekst]/ A. V. Moshenskov, N. I. Sten'kin, O. A. Desyatov // Zootehniya. - 2013. - № 5. - S. 12-13.
5. Probioticheskaya dobavka "Bio Sprint" v racione laktiruyuschih koz povyshaet molochnuyu produktivnost' [Tekst]/ G. A. Simonov, M. Sh. Magomedov, P. A. Aligazieva, V. S. Zoteev, D. G. Zaharova // Problemy razvitiya APK regiona. - 2015. - T. 2. - № 2 (22). - S. 88-90.
6. Romanov, V. N. Ispol'zovanie probiotika Cellobakterin-T v kormlenii zhvachnyh zhivotnyh [Tekst] : metodicheskie rekomendacii / Rossijskaya akad. s.-h. nauk, GNU Vserossijskij nauch. -- issled. in-t zhivotnovodstva Rossijskoj akad. s.-h. nauk, OOO "Biotrof" ; [podgot. V. N. Romanov i dr.]. pos. Dubrovicy, Moskovskaya obl., 2011. - 52 s.
7. Use of new supplement feeds based on organic iodine in rations of lactating cows / I.F. Gorlov, N.I. Mosolova, E.Yu. Zlobina, A.A. Korotkova, N.A. Prom // American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. - 2014. - Vol. 14. - № 5. - P. 401-406. DOI: 10.5829/idosi.aejaes.2014.14.05.12357.
8. Gorlov, I.F. Effect of feeding with organic microelement complex on blood composition and beef production of young cattle / I.F. Gorlov, V.I. Levakhin, V.F. Radchikov, V.P. Tsai, S.E. Bozhkova // Modern Applied Science. - 2015 (Special Issue). - Vol. 9. - № 10. - P. 8-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/mas.v9n10p8>.
9. Gorlov, I.F. Optimization of feed acreages structure in unstable moistening zone / I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina, O.P. Shakhbazova, V.V. Gubareva, E.Yu. Zlobina // Asian Journal of Agricultural Research. 2016. Vol. 10. № 3-4. P. 154-161. DOI: 10.3923/ajar.2016.154.161.
10. Titov, E.I. Influence of zootechnical and technological factors on angiogenin content in raw milk and secondary milk raw material / E.I. Titov, N.A. Tikhomirova, I.I. Ionova, I.F. Gorlov, N.I. Mosolova, A.A. Korotkova, E.Yu. Zlobina // International Food Research Journal. - 2016. - Vol. 23. - № 6. 2465-2471.

E-mail: niimmp@mail.ru

УДК 619:616.98:578.835.1:636.7

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ВИРУСНЫХ ЭНТЕРИТАХ У СОБАК

COMPARATIVE PATHOLOGICAL CHANGES IN VIRAL ENTERITIS IN DOGS

П.В. Колесников, кандидат ветеринарных наук, доцент

Т.М. Давудова, аспирант

P.V. Kolesnikov, T.M. Davudova

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

В статье изучены особенности в макроскопических и микроскопических изменениях в патоморфологии различных тканях и органах. Проведен анализ протоколов секционных случаев. Каронавирусный и парвовирусный энтерит у собак диагностировали иммунохроматографическим методом на определение CPV Ag\CCV Ag. Целью данной работы явилось изучение особенностей макроскопических и микроскопических изменений в патоморфологии различных тканей и органах при каронавирусном и парвовирусном энтерите у собак. Определены коли-

чественные изменения клеточного состава у больных коронавирусом и парвовирусном энтеритом собак, проведен подсчет клеток на единицу площади. Патоморфологические изменения при коронавирусной инфекции в основном проявлялись в кишечнике с сильной воспалительной реакцией и кровоизлияниями. Парвовирусный энтерит в паренхиматозных органах протекал с выраженным стадийным развитием с деструктивными процессами в ядрах клеток сердца и локализации воспалительных очагов, проявляемой лимфоцитарными клетками, полиморфно-ядерными лейкоцитами и макрофагами. Мы наблюдали при парвовирусном энтерите патоморфологические изменения, которые развиваются очень быстро и обусловлены преимущественно воспалительной лимфоцитарной инфильтрацией.

The article studied particularly in macroscopic and microscopic changes in Pathomorphology various tissues and organs. Spend sectional cases protocol analysis. Coronavirus and parvovirus enteritis in dogs were diagnosed by immuno-chromatographic method to determine the CPV Ag \ CCV Ag. The aim of this work was to study the characteristics of the macroscopic and microscopic changes in Patho-morphology various tissues and organs in coronavirus and parvovirus enteritis in dogs. Quantitative changes in the cellular composition of patients coronavirus and parvovirus enteritis of dogs, held cell count per unit area. Pathological changes at a coronavirus infection are mainly manifested in the gut with a strong inflammatory response and hemorrhages. Parvovirus enteritis in parenchymal organs, proceeded with a strong-step development of destructive processes in the nuclei of cells of the heart and the localization of inflammatory lesions exhibited lymphocytic cells, poly-morpho-nuclear leukocytes and macrophages. We watched with parvovirus enteritis pathological changes develop rapidly and are caused mainly inflammatory lymphocytic infiltration.

Ключевые слова: вирусные энтериты, гистологические критерии, патоморфологические изменения.

Key words: viral enteritis, histological criteria, pathological changes

Введение. Заболевания собак энтеротропными инфекциями продолжают занимать ведущее место [5]. По данным официальных ветеринарных отчетов из года в год в Волгоградской области возрастают болезни, протекающие с заболеваниями кишечного тракта – свыше 54 % от общего количества зарегистрированных случаев заболеваний [1, 2, 7]. В связи с этим, важность изучения патогенетических особенностей течения энтеротропных инфекций у собак, а также разработка эффективных методов лечения вирусных энтеритов становится очень актуальным направлением в настоящее время [3, 4, 6, 8, 9, 10].

Материалы и методы. Целью наших исследований явилось: изучить особенности макроскопических и микроскопических изменений в патоморфологии различных тканей и органах при каронавирусном и парвовирусном энтерите у собак.

Исследования проводили в ветеринарных лечебных учреждениях г. Волгограда, секционном зале лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы Волгоградского государственного аграрного университета, с 2013 по 2015 гг. провели аналитику 1350 секционных протоколов. Диагностику вирусных энтеритов у собак осуществляли иммунохроматографическими способами на определение CPV Ag\CCV Ag.

Секционному вскрытию подвергли головной мозг, легкое, сердце, печень, селезенку, почки, желудок, двенадцатиперстную кишку, тонкий отдел кишечника, ободочную и слепую кишку, мочевой пузырь, средостенные лимфатические узлы, надпочечники. Для гистологического исследования ткань фиксировали в 10 % буферном растворе формалина, в последующем кусочки тканей включали в парафиновые блоки. Далее делали гистологические срезы толщиной 5 микрон, которые окрашивали гематоксилином и эозином.

Результаты. Результаты исследований приведены в таблицах 1, 2.

С целью определения количественных изменений клеточного состава, у больных коронавирусом и парвовирусом энтеритом собак провели подсчет клеток на единицу площади (1 кв. мм). (таблица 2).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика патоморфологических критериев при коронавирусном и парвовирусном энтерите у собак

Наименования органов	Вид вирусного энтерита	
	Коронавирусная инфекция n=15	Парвовирусная инфекция n=10
Тимус	Атрофия, орган уменьшен в объеме и представлял пластинчатое полупрозрачное образование	Отек тимуса строма органа набухшая, пропитана серозной жидкостью
Лимфатические узлы	Макроскопически изменений не было	Серозный лимфаденит преимущественно в бронхиальных лимфатических узлах
Кишечник и мезентериальные лимфатические узлы.	На разрезе стенка кишечника утолщена, гиперемирована и отечна, слизистая оболочка красного цвета. Воспаление лимфатических узлов тощей кишки, серозный лимфаденит, узлы увеличены, сочные, беловато-серого цвета с красноватым оттенком. После продольного разреза половинки узла не совмещались	Серозная оболочка кишечника шероховатая и тусклая, ярко-красного цвета. На фоне гиперемии были заметны многочисленные точечные кровоизлияния. Стенка кишечника отечна. Содержимое тонкой кишки представляло собой мутную кровянистую жидкость со сгустками крови в виде комочков красного цвета. Слизистая оболочка набухшая, отечная, темно-красного цвета, с диффузными кровоизлияниями, ярко выраженной десквамации эпителия. Макроскопически лимфатические узлы увеличены в размере в точечных кровоизлияниях. Поверхность узлов и разрез темно-красный
Селезенка	Увеличена в размере, края притупленные, темно-вишневого цвета, дрябловатой консистенции	Увеличение размера селезенки, края неровные притуплены, цвет темно-вишневый и поверхность разреза темно-красная. Уменьшение количества лимфатических фолликулов, краевые геморрагические инфаркты в виде черно-красных округлых образований
Печень	Печень увеличена, с притупленными краями, серо-коричневого цвета, тусклая, дрябловатой консистенции, рисунок на разрезе сглажен	Печень увеличена, капсула напряжена, края закруглены кровоизлияния. Гистологически в гепатоцитах признаки зернистой дистрофии.
Сердце	Расширение сосудов и наполнение их кровью темно-бордового цвета. Набухание мышечных волокон	Признаки миокардита, зернистая дистрофия мышечных волокон. В сердечной мышце было установлено исчезновение поперечной исчерченности, появление зернистости и набухание мышечных волокон, расширение сосудов и наполнение их кровью, очаговый некроз миокарда и лизис отдельных мышечных волокон. При гистологии наблюдается негнойная кардиомиопатия, на ранних стадиях наблюдали уменьшение сердечных миоцитов, без воспалительной инфильтрации

Обсуждение. Из приведенных данных таблиц, следует отметить, что при вирусных энтеритах происходят патоморфологические изменения.

При коронавирусной инфекции значительные изменения отмечали в кишечнике с сильной воспалительной реакцией и кровоизлияниями.

Таблица 2 – Клеточный состав в тканях и органах при вирусных энтеритах у собак
(количество клеток на единицу площади 1 кв. мм)

Наименование органа	Вид вирусного энтерита	
	Коронавирус	Парвовирус
Тимус	Эозинофилы $15,0 \pm 2,5$ Лимфоциты $454,3 \pm 83,7$ Лимфобласты $17,6 \pm 2,1$ Эпителиальные клетки $290,3 \pm 19,1$	Эозинофилы $32,5 \pm 2,1$ Лимфоциты $993,4 \pm 90,3$ Лимфобласты $40,2 \pm 3,1$ Эпителиальные клетки $619,2 \pm 19,1$
Лимфатические узлы	Лимфоциты Т- зависимой зоны $67,5,0 \pm 45,1$ Ретикулярные клетки $300,5 \pm 20,1$ Макрофаги $50,1 \pm 5,5$ Лимфобласты $64,9 \pm 9,3$ Лимфоциты В- зависимой зоны $774,7 \pm 64$	Лимфоциты Т- зависимой зоны $1115,6 \pm 40,0$ Ретикулярные клетки $632,3 \pm 19,9$ Макрофаги $106,1 \pm 5,2$ Лимфобласты $151,8 \pm 8,2$ Лимфоциты В- зависимой зоны $1615,5 \pm 54$
Селезенка	Лимфоциты Т- зависимой зоны $350,5 \pm 42,2$ Ретикулярные клетки $297,5,1 \pm 22,3$ Макрофаги $52,3 \pm 8,5$ Лимфоциты В-зависимой зоны $379 \pm 38,1$	Лимфоциты Т- зависимой зоны $748,8 \pm 40,4$ Ретикулярные клетки $620,5 \pm 19,6$ Макрофаги $124,5 \pm 7,8$ Лимфоциты В-зависимой зоны $787,0 \pm 37,6$
Сердце	Фокальные участки воспаления с лимфатической инфильтрацией. Дегенеративные изменения в 10 ядрах кардиомиоцитов.	Лимфоцитов 20-38 в 1 мм^2 макрофагов 0-4, сегментоядерные лейкоциты 1-5 в 1 мм^2 миокарда. Деструкция кардиомиоцитов. Множественные фокусы активного воспаления и некрозов. Дегенеративные изменения в 31-94 % ядрах кардиомиоцитов.

Парвовирусный энтерит в паренхиматозных органах протекал с выраженными изменениями в паренхиматозных органах, а именно в печени, селезенке и тимусе наблюдалась выраженная лейкоцитарная инфильтрация, также поражение миокарда в виде миокардита, с более выраженными гистологическими изменениями, которые имеют поэтапное развитие с дегенеративными изменениями в ядрах кардиомиоцитов и проявлением воспалительной инфильтрацией, представленной лимфоцитами, нейтрофилами и макрофагами.

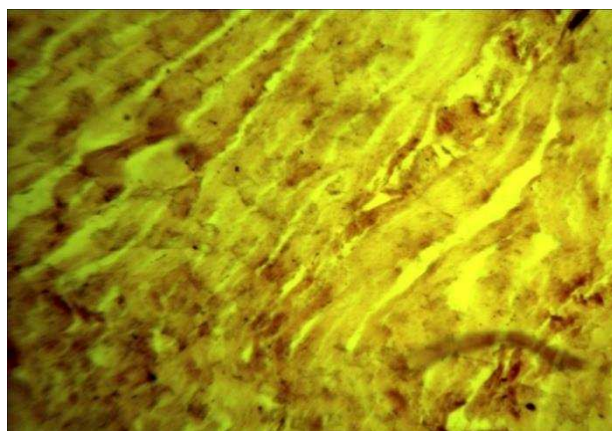


Рисунок 1 – Признаки некроза клеток кардиомиоцитов в гистологических образцах

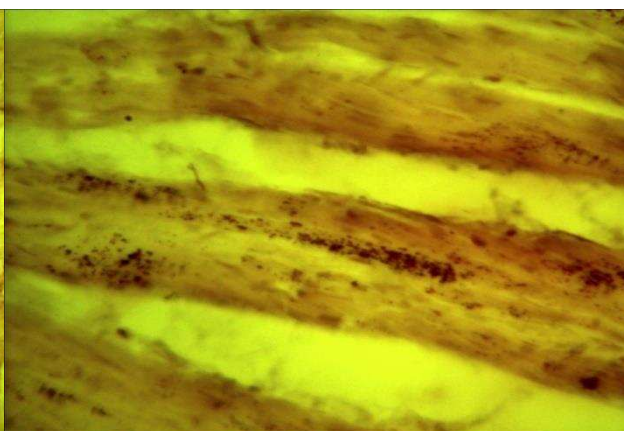


Рисунок 2 – Признаки миокардита с инфильтрацией лимфоцитов в гистологических образцах

Заключение. Следует отметить, что при парвовирусном энтерите патоморфологические изменения развиваются очень быстро и обусловлены преимущественно воспалительной лимфоцитарной инфильтрацией.

В гистологических образцах наблюдается некроз кардиомиоцитов (рисунок 1) Также при развитии миокардита в ядрах клеток наблюдается внутриядерные включения, что является свидетельством поражения миокарда, а там где отсутствовали внутриклеточные включения, происходил лизис кардиомиоцитов.

Таким образом, мы выявили, что при парвовирусном энтерите происходит диффузная клеточная лимфоцитарная инфильтрация сердечной мышцы с межклеточным отеком и локализованной дегенерацией кардиомиоцитов (рисунок 2).

Библиографический список

1. Бакулов, И.А. Эпизоотология с микробиологией [Текст]/ И.А.Бакулов. – М.: Агропромиздат, 2000. – С. 415.
2. Болезни собак и кошек [Текст]/ С.И.Братюха, И.С. Нагорный, И.С.Ревенко, И.П.Ревенко, и др. – М.: Колос, 1989. – С. 6-14.
3. Воронцова, Е.А. Парвовирусный энтерит собак [Текст] /Е.А. Воронцова, В.С. Егоров // Клуб служебного собаководства, 2005. – С. 4-6.
4. Колесников, П.В. Гистологические критерии миокардита при парвовирусном энтерите у собак [Текст]/П.В. Колесников// Актуальные вопросы постдипломного образования в ветеринарной медицине: материалы Международной научно-практической конференции, 30 октября 2013 года. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2013. – С. 22-24.
5. Колесников, П.В. Профиль заразных болезней собак с развитием острой сердечной недостаточности /П.В. Колесников, А.Н. Шинкаренко// Аграрная наука основа успешного развития АПК и сохранения экосистем: материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2012. – Т. 3. – С. 101-103.
6. Кузнецов, А.Ф., Справочник ветеринарного врача [Текст]/ А.Ф. Кузнецов. – М.: «Лань», 2002. – С. 896.
7. Майоров, А.И. Болезни собак [Текст] : справочник/ Сост. проф. А.И.Майоров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2001. –С. 472.
8. Федюк, В.И., Справочник по болезням собак и кошек/ В.И. Федюк, И.Д. Александров и др., Серия «Ветеринария и животноводство». – Ростов н/Д: «Феникс», 2000. – С. 234-239.
9. Carmichael L.E. Canine parvovirus type2 an evolving pathogen of dogs// Ann. med. Vet., 1999, vol. 7, pp. 459-469.
10. Binn L.N., Lazar E.C., Eddy G.A. Recovery and characterization of a minute virus of canines// Infect. Immun., 1970, vol. 1, pp. 503-508.

Reference

1. Bakulov, I. A. Jepizootologiya s mikrobiologiej [Tekst]/ I. A. Bakulov. - M.: Agropromizdat, 2000. - S. 415.
2. Bolezni sobak i koshek [Tekst]/ S. I. Bratyuha, I. S. Nagornyj, I. S. Revenko, I. P. Revenko, i dr. - M.: Kolos, 1989. - S. 6-14.
3. Voroncova, E. A. Parvovirusnyj jenterit sobak [Tekst] /E. A. Voroncova, V. S. Egorov // Klub sluzhebnogo sobakovodstva, 2005. - S. 4-6.
4. Kolesnikov, P. V. Gistologicheskie kriterii miokardita pri parvovirusnom Jnterite u sobak [Tekst]/P. V. Kolesnikov// Aktual'nye voprosy postdiplomnogo obrazovaniya v veterinarnoj medicine: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 30 oktyabrya 2013 goda. - Volgograd: Volgogradskij GAU, 2013. - S. 22-24.
5. Kolesnikov, P. V. Profil' zaraznyh boleznej sobak s razvitiem ostroj serdechnoj nedostatochnosti /P. V. Kolesnikov, A. N. Shinkarenko// Agrarnaya nauka osnova uspehnogo razvitiya APK i sohraneniya jekosistem: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - Volgograd: Volgogradskij GAU, 2012. - T. 3. - S. 101-103.

6. Kuznecov, A. F., Spravochnik veterinarnogo vracha [Tekst]/ A. F. Kuznecov. - M.: "Lan", 2002. - S. 896.
7. Majorov, A. I. Bolezni sobak [Tekst] : spravochnik/ Sost. prof. A. I. Majorov. - 3-e izd., pererab. i dop. - M.: Kolos, 2001. -S. 472.
8. Fedyuk, V. I., Spravochnik po boleznyam sobak i koshek/ V. I. Fedyuk, I. D. Aleksandrov i dr., Seriya "Veterinariya i zhivotnovodstvo". - Rostov n/D: "Feniks", 2000. - S. 234-239.
9. Carmichael L.E. Canine parvovirus type2 an evolving pathogen of dogs// Ann. med. Vet., 1999, vol. 7, pp. 459-469.
10. Binn L.N., Lazar E.C., Eddy G.A. Recovery and characterization of a minute virus of canines// Infect. Immun., 1970, vol. 1, pp. 503-508.

E-mail: Kolesnikovpq@yandex.ru

УДК 636.618:013.2/12

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТА «ИММУНОСЕЙВ®» ПРИ ГЕСТОЗЕ СУЯГНЫХ ОВЕЦ

PROPHYLACTICAL EFFECTIVENESS OF MEDICATION «IMMUNOSAFE®» IN PREGNANT EWES GESTOSIS

Г.С. Чиждова¹, кандидат ветеринарных наук, доцент

Р.Н. Булатов², аспирант

В.Д. Кочарян¹, кандидат биологических наук, доцент

В.С. Авдеенко², доктор ветеринарных наук, профессор

G.S. Chizhova¹, R.N. Bulatov², V.D. Kocharyan¹, V.S. Avdeenko²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»

¹Volgograd State Agricultural University

²Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov

Диагностировано у суягных овцематок заболевание гестозом, которое характеризуется явлениями угнетения, бледности видимых слизистых оболочек и внезапными расстройствами центральной нервной системы. Клинические симптомы наблюдались обычно с появления признаков желтухи, повышенному содержанию в моче белка, гипертензией и отеками в области подгрудка и вымени. Установлено, что у 26,7 % суягных овцематок присутствуют классические симптомы гестоза. При этом у 23,3 % данных овец в период окота наблюдаются осложнения, а у 46,0 % – послеродовые осложнения. В эксперименте изучено влияние на состояние фетоплацентарной системы у овец нового селеноорганического препарата «Иммуносейв®», созданного на кафедре «Болезни животных и ВСЭ» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, в состав которого входит наноселен и лактоферин в качестве активнордействующих веществ. Назначение препарата «Иммуносейв®» больным суягным овцематкам снижает частоту возникновения осложнения беременности в 2,01...3,08 раза, окота – в 1,66...2,5 раза, а в послеродовой период – в 1,98...2,5 раза, что служит поводом для апробации данного препарата в овцеводстве. Кроме того, доказано, что применение препарата «Иммуносейв®» показано для профилактики гестоза у суягных овец, восстановление репродуктивного здоровья у овцематок и защиту здоровья у новорожденных. В опытах установлено, что назначение препарата «Иммуносейв®» внутримышечно, трехкратно на 100, 115 и 130 дни суягности, в дозе 0,01 мл на 1 кг массы тела, приводит к коррекции морфометрических показателей материнской и детской плаценты на статистически достоверную разницу. Так, у овцематок, которым применяли, селеноорганический препарат в течение суягности, наблюдаются позитивные изменения в длине пупочного канатика и массы фетальной части плаценты, толщины и объема, в сравнении с животными, которым не назначали препараты селена. Следовательно, для создания благоприятных условий роста и развития плода/плодов и рождения нормотрофного приплода у овцематок следует применять новый инъекционный селеноорганический препарат «Иммуносейв®».

Diagnosed in pregnant ewes disorder preeclampsia, which is characterized by oppression phenomena pale visible mucous membranes and sudden disorders of the central nervous system. Clinical symptoms were usually signs of jaundice, increased content of the protein in the urine, hypertension and edema in the dewlap and the udder. It was found that 26.7 % of pregnant ewes present classic symptoms of preeclampsia. At the same time 23.3 % of the data of sheep during lambing observed complications in 46.0 % and post-natal complications. In an experiment to study the effect on the state of fetoplacental system in sheep organo-selenium new drug "Immunosafe®", created at the Department of «Animal diseases and ICE» in Saratov State Agrarian University, which includes nano-selen and lactoferrin as active substances. Appointment of the drug «Immunosafe®» sick of pregnant ewes, reduces the incidence of pregnancy complications in 2.01 ... 3.08 times lambing 1.66 ... 2.5 times, and the postpartum period - 1.98 ... 2.5 times, which serves as a pretext for testing this drug in sheep. Also it proved that the use of the drug «Immunosafe®» is indicated for the prevention of preeclampsia in pregnant ewes, reproductive health recovery in ewes and protection of health in newborns. Experiments revealed that use of the drug «Immunosafe®» intramuscularly three times at 100, 115 and 130 days of prebirth at a dose of 0.01 ml per 1 kg of body weight, leading to correction of morphometric parameters of infant and maternal placenta statistically significant difference. So ewes, which were used, seleno-organic preparation for ewes to be born, there are positive changes in the length of the umbilical cord and placenta of the fetal weight, thickness and volume compared to animals that are not administered selenium preparations. Therefore, to create favorable conditions for the growth and development of the fetus / fetuses and offspring at birth normo-trophic ewes should apply a new injectable drug organo-selenium «Immunosafe®».

Ключевые слова: препараты «Иммуносейв®», «Селенолин®», гестоз суягных овец, морфо-биохимические параметры крови.

Key words: drugs «Immunoseyv®», «Selenolin®» preeclampsia pregnant ewes, morpho - biochemical blood parameters.

Введение. В современных условиях развитие овцеводства сдерживается болезнями с неясной этиологией, которые наносят значительный ущерб овцеводству и являются потенциально опасными для репродуктивного здоровья суягных овцематок [1, 5]. Гестоз суягных овец – это не заболевание, а осложнение беременных, обусловленное нарушением технологии кормления и содержания в период суягности, которое приводит к нарушению микроциркулярному маточно-плацентарному и плодово-плацентарному кровотоку, что приводит к уменьшению снабжения жизненно важных органов плода/плодов питательными веществами и кислородом [7]. Причины развития гестозов у суягных овец в этологическом плане носят как внутреннюю, так внешнюю природу, достаточно сложны в раскрытии механизма познания и до настоящего времени до конца не выяснены [4]. Исследования ряда авторов [3] показали, что в основе патогенеза осложнения течения суягности является нарушение функции почек и развитие кетонурии, наиболее часто это происходит в результате неполноценного и несбалансированного кормления [6]. В последние годы установлено, что основную роль в развитии гестоза у суягных овец отводится нарушению баланса между прогестинами материнского и плодового происхождения [2]. Кроме того, исследованиями последних лет установлено, что селен обладает антиоксидантными свойствами и, таким образом, защищает здоровье животных от болезней в различные периоды репродуктивного цикла.

Данное обстоятельство вызывает повышенный интерес у исследователей потому, что существовала гипотеза о полном удовлетворении животных в потребности микроэлемента селена, поскольку животные получали необходимое количество витамина Е. Однако результаты поздних работ [8] показали необходимость введения в организм животных, кроме витамина Е, и микроэлемента селена [9]. Полезность применения се-

леновых препаратов в рационах сельскохозяйственных животных и птицы оказалась физиологически и экономически эффективной, вследствие их высокой биологической активности и доказана исследованиями Traber G., Maret S., Jan F. [10].

В настоящее время созданы инъекционные препаративные композиционные формы селеноорганических препаратов. Так, на кафедре «Болезни животных и ВСЭ» Саратовского ГАУ препарат «Иммуносейв®», который состоит из наноселена и лактоферина, в ООО «Биоамид» (г. Саратов) – «Селенолин®», который состоит из «ДАФС-25» и растворителя, ООО «Нита-фарм» – «Е-селен®», который состоит из витамина Е и «ДАФС-25», а в ООО «Агрофарм» (г. Воронеж) – «Деполен®». Кроме того применение инъекционных форм препаратов существенно расширяет возможности дозированного применения микроэлемента селена для восстановления репродуктивного здоровья животных. В то же время проблема поведения инъекционной формы селеноорганических препаратов в организме суягных овец изучены недостаточно и остается открытой для изучения.

Целью настоящей работы является установление диагностических маркеров гестоза суягных овец и изучение профилактической эффективности селеноорганических препаратов при данном нозологическом заболевании.

Материалы и методика. Опыты были выполнены в ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», а также в овцеводческих хозяйствах различных организационно-правовых форм собственности Саратовской и Волгоградской областей в период 2009-2016 гг. В эксперименте участвовали 1800 суягных овцематок. Овцематкам на 100, 115 и 130 дни суягности инъектировали селеноорганические препараты, внутримышечно, в дозе 0,01 мл на 1 кг массы тела. Первой подопытной группе – препарат «Иммуносейв®». Второй подопытной группе препарат «Селенолин®», в контрольной группе овец препараты не применяли.

Для гематологических исследований кровь брали из подхвостовой вены перед утренним кормлением. Биохимические исследования крови проводили на оборудовании фирмы «Анализатор крови CIBA - CORING 288 BLOOD GAS SYSCEM (производство США)».

Статистическая обработка полученных данных проводилась при помощи стандартных программ Microsoft Excel 2000 SPSS 10.0.5 for Windows.

Результаты. Всего за период наблюдения и исследования зарегистрировано 640 случаев или у 20,00 % овцематок. Клинические симптомы гестоза характеризовались повышенной чувствительностью аногенитальной области, носовой полости, щупающей походкой, лордозной постановкой туловища. Частота, сердечного ритма возрастала и достигала 120 и выше пульсовых ударов в минуту.

В ходе исследований установлено, что основные патогенетические звенья гестоза суягных овец обусловлены нарушением проницаемости плаценты для антигенов плода/плодов и развитием иммунологической агрессии, что приводит к нарушению микроциркуляторного русла в зоне контакта карункулов и котиленонов. При повышенной проницаемости материнской и детской плаценты для антигенов плода/плодов образуются иммунные комплексы (антиген – антитело – активированный комплимент), которые выстилают эндотелий артериальной системы, фиксируются в субэндотелиальном слое и приводят к снижению синтеза простаглиннов и $\text{PGF}_{2\alpha}$.

Вторым патогенетическим признаком гестоза суягных овец является нарушение функции почек. При этом артериальное снабжение почек снижается, в результате продуцируется ренин, который способствует развитию артериальной гипертензии. Высокая проницаемость сосудистой стенки способствует выходу плазмы из сосудистого

циркулирующего русла в межтканевое пространство, что приводит к отекам. В результате снижается клубочковая фильтрация и увеличивается проницаемость клубочков для белка, что способствует появлению белка в моче (протеинурия).

В эксперименте была изучена профилактическая эффективность селеноорганического препарата «Иммуносейв®» при данном нозологическом заболевании овцематок. В контрольной группе (отаре) животных антиоксидантные препараты не применяли.

Результаты статистической обработки биохимических параметров сыворотки крови суягных овец после применения препарата «Иммуносейв®» представлены в данных таблицы 1.

Таблица 1 – Биохимические показатели крови суягных овец до и после применения препарата «Иммуносейв®»

Показатель	Препарат «Иммуносейв®»	
	до применения	после применения
Общий белок, г/л	83,58±2,14	84,02±2,72
Холестерин, ммоль/л	4,54±0,13	4,12±0,11*
Глюкоза, ммоль/л	3,22±0,14	3,38±0,26
Альбумины, мкмоль/л	332±9,48	447±9,6*
Jg G, мг/мл	23,3±1,12	42,4±2,1**
Jg M, мг/мл	1,4±0,09	1,9±0,11*

Примечание: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$, здесь и далее

Изменения данных показателей у суягных овец после применения препарата «Иммуносейв®» указывают на то, что происходит достоверное снижение в сыворотке крови холестерина с 4,54±0,13 ммоль/л до 4,12±0,11 ммоль/л, ($p \leq 0,05$) и достоверное снижение расхода альбуминов с 332±9,48 мкмоль/л до 447±9,6 мкмоль/л. В тоже время происходит статистически достоверное восстановление Jg G, с 23,3±1,12 мг/мл до введения препарата до 42,4±2,1 мг/мл, после введения препарата ($p \leq 0,01$), а JgM – с 1,4±0,09 мг/мл до 1,9±0,11 мг/мл или в 1,31 раза.

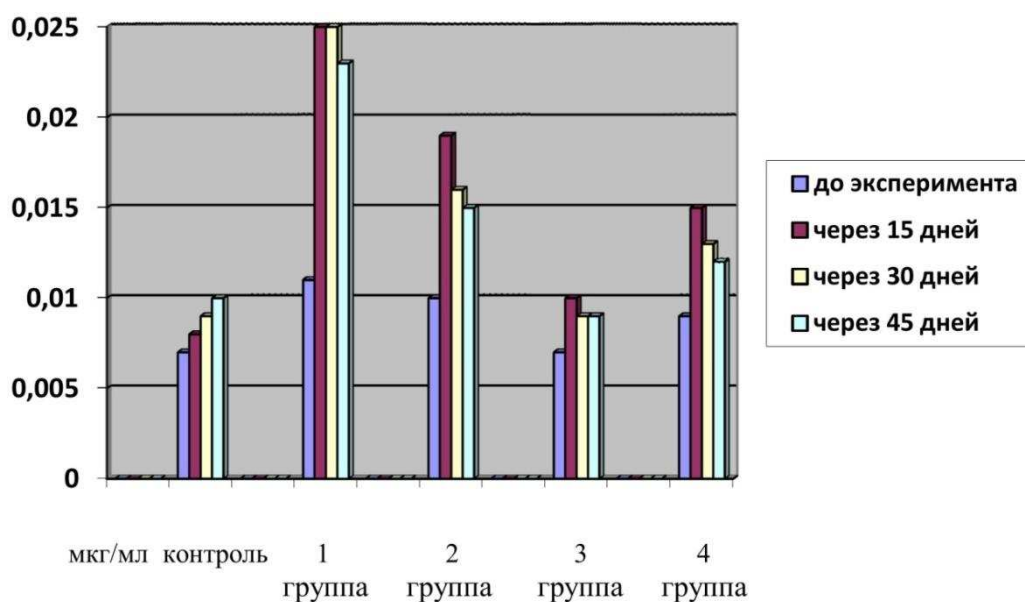


Рисунок 1 – Изменение содержания селена в сыворотке крови суягных овец до и после инъекций препарата «Иммуносейв®»

Концентрация Se в сыворотке крови (рисунок 1), после применения препарата «Иммуносейв®» соответствует показателю в 0,011 мкг/мл, исследование сыворотки крови через 15 дней – 0,019 мкг/мл, через 30 дней – 0,025 мкг/мл, а через 45 дней – 0,022 мкг/мл.

Результаты исследований по изучению влияния препарата «Иммуносейв®» на функциональное состояние антиоксидантной системы защиты организма животных представлены в данных рисунка 2.

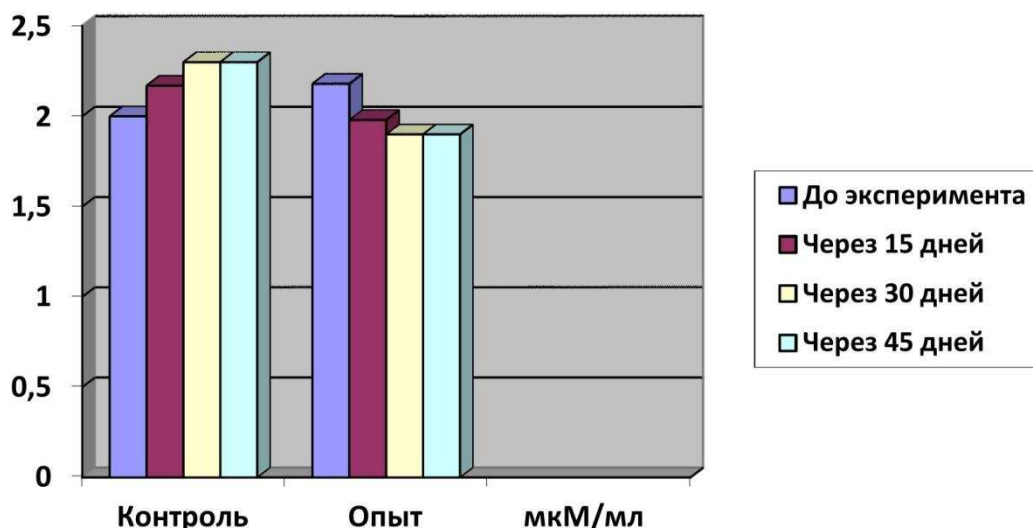


Рисунок 2 – Содержание диеновых конъюгатов в сыворотке крови суягных овец при применении препарата «Иммуносейв®»

Материалы, представленные в данных рисунка 2, свидетельствуют о том, что в организме суягных овец при заболевании гестозом в большом количестве накапливаются недоокисленные продукты перекисного окисления липидов. Так, содержание диеновых конъюгатов в сыворотке крови подопытных животных составило 1,98...1,65 мкМ/мл ($p \leq 0,05$), в то время как у суягных овец контрольной группы (которым не применяли препараты селена) – 2,15...2,38 мкМ/мл, ($p \leq 0,05$).

Гистоморфологические исследования карункулов показали, что средняя толщина покровного эпителия матки составляет у овцематок контрольной группы (которым не применяли препараты селена) от $13,13 \pm 1,45$ мкм до $22,34 \pm 1,38$ мкм. У суягных овцематок, которым применяли в период суягности препарат «Иммуносейв®», – от $15,98 \pm 1,32$ мкм до $34,64 \pm 2,02$ мкм, ($p < 0,01$), в сравнении с показателями контрольных животных. Состояние водной, мочевиной и сосудистой оболочек свидетельствует о том, что масса детской плаценты у овцематок при применении препарата «Иммуносейв®», была существенной, по сравнению с массой детской плаценты овцематок контрольной группы ($p < 0,01$). При этом следует отметить, что длина пупочного канатика у овцематок опытной группы составляла в среднем $16,6 \pm 0,54$ см, тогда как у овцематок контрольной группы, длина пупочного канатика статистически достоверно больше и достигала $24,5 \pm 0,71$ см, что в 1,48 раза больше ($p < 0,05$).

Данные, полученные в ходе проведения эксперимента (таблица 2), показали, что препарат «Иммуносейв®» снижает риск возникновения осложнения суягности гестозом на статистически достоверную разницу ($p < 0,01$) и не превышает $9,45 \pm 0,09$ %, в сравнении с овцематками контрольной отары ($26,54 \pm 0,76$ %).

Таблица 2 – Влияние селеноорганических препаратов на течение суягности, окота и послеродового периода у овцематок

Группы	Осложнение, %		
	суягности	родов окота	послеродового периода
Контроль	26,54±0,76	23,31± 0,76	46,0 ± 2,45
«Иммуносейв®»	9,45±0,09 **	9,46±1,34**	20,2 ± 2,53**
«Селенолин®»	11,5±0,10**	13,33±1,63**	34,5 ± 2,34*

Осложнение окота зарегистрировано у 23,31±0,76 % овцематок. В то же время при применении препарата «Иммуносейв®» данное осложнение родов снизилось до 9,46±1,34 ($p<0,01$), или в 2,35 раза, а до применения препарата «Селенолин®» – до 13,33±1,63 ($p<0,01$) или в 1,63 раза.

Полученные данные свидетельствуют о том, что плодовитость овцематок при осложненной суягности гестозом (контроль) была снижена на 0,7±0,07 ягненка, по сравнению со среднестатистическими данными (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние селеноорганических препаратов на плодовитость овец

Группа	Аборты, %	Многоплодие	Мертворожденных, %	Выход ягнят на 100 овцематок
Контрольная отара	12,72±1,24	0,95 ± 0,03	1,3 ± 0,04	82,7 ± 0,32
«Иммуносейв®»	5,26±0,34**	1,13±0,04**	0,4±0,04**	103,4 ± 0,18*
«Селенолин®»	6,47±0,87**	1,03 ± 0,04*	0,9 ± 0,03*	101,8 ± 0,29*

Анализ материалов, представленных в данных таблицы 3 свидетельствует, о том, что трехкратные инъекции суягным овцематкам повышают плодовитость на 39,4 %, по сравнению с контрольными животными. В то же время снижается количество мертворожденных с 1,3 до 0,4 при введении препарата «Иммуносейв®» и до 0,9 при применении препарата «Селенолин®». Показательно снижение количества абортов у суягных овцематок с 12,72 % до 5,26 % или в 2,42 раза при введении препарата «Иммуносейв®», а при применении препарата «Селенолин®» до 6,47 % или в 1,95 раза.

Таким образом, приведенные результаты эксперимента свидетельствуют о высокой профилактической эффективности селеноорганических препаратов «Иммуносейв®» и «Селенолин®», которые оказывают восстанавливающее действие на метаболические процессы при гестозе суягных овец.

Обсуждение. Проведенными исследованиями установлено, что у 26,7 % овцематок отмечается гестоз, который характеризуется наличием гипертензии, протеинурией и отеками, а также коматозным состоянием. У 23,3 % наблюдаются осложнения окота и у 46,0 % – послеродовые осложнения. Экспериментально установлено, что применение препаратов «Иммуносейв®» и «Селенолин®» приводит к восстановлению морфометрических параметров материнской и детской плаценты на статистически достоверную разницу, наблюдается уменьшение длины пупочного канатика, а также увеличение массы фетальной части плаценты, толщины и объема, в сравнении с животными контрольной группы. После применения новых инъекционных форм селеноорганических препаратов суягным овцематкам создаются благоприятные условия для развития плода/плодов. При этом повышается плодовитость овцематок на 20,2 %, а их жизнеспособность – на 11,4 %.

Заключение. Исследованиями доказано, что именно повреждение эндотелиальных клеток сосудов плаценты и почек играют важнейшую роль в возникновении гестоза. В связи с этим, для практического ветеринарного врача важным является своевре-

менная диагностика начальных форм гестоза, аргументированная оценка истинной его тяжести, раннее выявление исходных заболеваний и правильная ориентация в опасности рождения мертворожденных ягнят или функционально незрелых, которые погибают в первые дни жизни.

Внутримышечное применение суягным овцематкам новых форм селеноорганических препаратов «Иммуносейв®» и «Селенолин®» снижает частоту осложнений суягности, окота и послеродового периода гестозом, что служит основанием для широкого его применения в овцеводстве.

Библиографический список

1. Авдеенко, В.С. Применение препарата «Селенолин®» для коррекции репродуктивного здоровья овцематок [Текст]/ В.С. Авдеенко, С.А. Мигаенко // Вестник Саратовского госагроуниверситета. – № 7. – Саратов, 2011. – С. 23-24.
2. Алехин, Ю.Н. Перинатальная патология и разработка селеновых препаратов для терапии и профилактики [Текст]: автореф. дис...д-ра вет. наук. – Воронеж, 2013. – 40 с.
3. Беляев, В.А. Фармако-токсикологические свойства новых препаратов селена и их применение в регионе Северного Кавказа [Текст]: автореф. дис...д-ра вет. наук / В.А. Беляев. – Краснодар, 2011. – 40 с.
4. Киреев, И.В. Дефицит селена и его фармакологическая коррекция [Текст]/ И.В. Киреев, В.А. Оробец// Труды Кубанского госагроуниверситета: серия Ветеринарные науки. – 2009. – №1 (ч.1). – С. 279-281.
5. Колчина, А.Ф. Перинатальная патология у животных [Текст]: монография / А.Ф. Колчина. – Екатеринбург, 2009. – 198 с.
6. Мигаенко, С.А. Профилактика гипоселеновых элементозов у суягных овцематок [Текст]/ С.А. Мигаенко, В.С. Авдеенко // Материалы Международного научно-практического симпозиума «Ветеринарная медицина». – Саратов, 2011. – С. 183-184.
7. Ретроспективный анализ патологии репродуктивной системы домашних животных [Текст]/ И.И. Летов, Е.В. Мишенина, В.А. Беляев, Л.Н. Комарова, Б.М. Багамаев// Актуальные проблемы повышения продуктивности и охраны здоровья животных: сборник научных статей по Материалам Международной научно-практической конференции (г. Ставрополь 19-21 октября 2006 г.). – Ставрополь, 2006. – С. 387-389.
8. Chandan, K. Sen. Tocotrienols: Vitamin E beyond tocopherols / K. Sen Chandan, K. Savita, R. Sashwati // Life sciences. – 2006. – V. 78, No 18. – С. 2088 – 2098.
9. Effect of vitamin E supplementation of sheep and goats fed diets supplemented with polyunsaturated fatty acids and low in Se /A. Liesegang, T. Staub, B. Wichert, M. Wanner, M. Kreuzer // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.– 2008.–No 92(3).– P. 292–302.
10. Fouda, T.A. Serum Copper Concentration and Immune Status of Sheep: Clinical and Laboratory Study / T.A. Fouda, M.A. Youssef, W.M.El – Deeb // Veterinary Research.– 2012. – No5.–P.16–21
11. Vitamins C and E: Beneficial effects from a mechanistic perspective/ Traber, G. Maret, Stevens, F. Jan// Free Radical Biology and Medicine.–2011.–V.51. No5. – С. 1000–1013.

Reference

1. Avdeenko, V. S. Primenenie preparata "Selenolin®" dlya korrektsii reproduktivnogo zdorov'ya ovcematok [Tekst]/ V. S. Avdeenko, S. A. Migaenko // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta. - № 7. - Saratov, 2011. - S. 23-24.
2. Alehin, Yu. N. Perinatal'naya patologiya i razrabotka selenovykh preparatov dlya terapii i profilaktiki [Tekst]: avtoref. dis...d-ra vet. nauk. - Voronezh, 2013. - 40 s.
3. Belyaev, V. A. Farmako-toksikologicheskie svojstva novykh preparatov selena i ih primeneniye v regione Severnogo Kavkaza [Tekst]: avtoref. dis...d-ra vet. nauk / V. A. Belyaev. - Krasnodar, 2011. - 40 s.
4. Kireev, I. V. Deficit selena i ego farmakologicheskaya korrekciya [Tekst]/ I. V. Kireev, V. A. Orobets// Trudy Kubanskogo gosagrouniversiteta: seriya Veterinarnye nauki. - 2009. - №1 (ch.1). - S. 279-281.

5. Kolchina, A. F. Perinatal'naya patologiya u zhivotnyh [Tekst]: monografiya / A. F. Kolchina. - Ekaterinburg, 2009. - 198 s.
6. Migaenko, S. A. Profilaktika giposelenovyh jlementozov u suyagnyh ovcematok [Tekst]/ S. A. Migaenko, V. S. Avdeenko // Materialy Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo simpoziuma "Veterinarnaya medicina". - Saratov, 2011. - S. 183-184.
7. Retrospektivnyj analiz patologii reproduktivnoj sistemy domashnih zhivotnyh [Tekst]/ I. I. Letov, E. V. Mishenina, V. A. Belyaev, L. N. Komarova, B. M. Bagamaev// Aktual'nye problemy povysheniya produktivnosti i ohrany zdorov'ya zhivotnyh: sbornik nauchnyh stat'ej po Materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g. Stavropol' 19-21 oktyabrya 2006 g.). - Stavropol', 2006. - S. 387-389.
8. Chandan. K. Sen. Tocotrienols: Vitamin E beyond tocopherols / K. Sen Chandan, K. Savita, R. Sashwati // Life sciences. - 2006. - V. 78, No 18. - S. 2088 - 2098.
9. Effect of vitamin E supplementation of sheep and goats fed diets supplemented with polyunsaturated fatty acids and low in Se /A. Liesegang, T. Staub, B. Wichert, M. Wanner, M. Kreuzer // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. -- 2008. -- No 92(3). -- R. 292-302.
10. Fouda, T.A. Serum Copper Concentration and Immune Status of Sheep: Clinical and Laboratory Study / T.A. Fouda, M.A. Youssef, W.M.El - Deeb // Veterinary Research. -- 2012. - No5. -- R.16-21.
11. Vitamins C and E: Beneficial effects from a mechanistic perspective/ Traber, G. Maret, Stevens, F. Jan// Free Radical Biology and Medicine. -- 2011. -- V.51. No5. -- S.1000-1013.

E-mail: kvd707@mail.ru.

УДК 636.5.085

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФЕРМЕНТНО-ПРОБИОТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

EFFICIENCY OF APPLICATION OF PROBIOTIC ENZYME COMPLEX IN GROWING BROILER CHICKENS

Г.И. Коссе, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор

А.С. Казаков, аспирант

G.I. Kosse, A.S. Kazakov

Донской государственный аграрный университет

Don State Agrarian University

В представленном материале изложены результаты изучения влияния пробиотика «Левисел SB Плюс» на продуктивные качества цыплят-бройлеров кросса «ИСА-15» в чистом виде и в составе ферментно-пробиотического комплекса. Определена оптимальная норма скармливания испытуемого пробиотика для цыплят-бройлеров в количестве 1 кг на тонну корма (первые две недели, а в последующем 0,5 кг на тонну). Для повышения эффективности его использования применяют фермент «ЦеллоЛюкс-Ф». Установлено, что наиболее эффективный метод использования пробиотика – это включение в состав ферментно-пробиотического комплекса, что позволяет достоверно повысить абсолютный и среднесуточный прирост живой массы и снизить затраты корма на единицу прироста. Пробиотик способствует улучшению обменных процессов у цыплят опытных групп, и более рациональным использованием белка рациона, что подтверждается данными по затратам протеина на производство единицы продукции.

The submission presents the results of studying the effect of probiotic Levisel SB Plus on productive qualities of broiler chickens cross ISA-15 in pure form and as part of an enzyme-probiotic complex. The optimal rate of feeding the probiotic test for broiler chickens in an amount of 1 kg per ton of feed (the first two weeks and subsequently 0.5 kg per ton). To improve the efficiency of its use of the enzyme TselloLyuks F was used. It was found that the most effective method is the use of probiotics inclusion of enzyme-probiotic complex. This allows significantly increase the absolute and average daily gain of live weight and reduce feed costs per unit increase. Probiotic improves metabolic processes in the experimental groups of chickens, and more rational use of protein diet that is supported by data on protein production costs per unit of output.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, рацион, пробиотик, фермент, динамика роста, затраты корма.

Key words: broilers, diet, probiotics, enzyme, growth dynamics, feed costs.

Введение. Продукты животного происхождения – важнейший компонент в питании человека. Птицеводство – один из основных поставщиков мясных продуктов, это наиболее интенсивная отрасль животноводства, характеризующаяся высокой энергией роста, низкими затратами корма на производство продукции и высокой технологичностью производственных процессов [2, 4].

Генетический потенциал продуктивных качеств цыплят-бройлеров максимально проявляется только при обеспечении организма цыплят достаточным количеством питательных веществ. Качество рациона играет решающую роль при выращивании цыплят-бройлеров в связи с тесной взаимосвязанностью компонентов питания между собой [10, 8].

Особенно проблема нормированного кормления повышается при промышленной технологии производства продуктов птицеводства. Концентрация птицеводства как отрасли экономически выгодна и обоснована, но имеется ряд проблемных вопросов алиментарного характера, без решения которых производство не состоятельно. Даже при максимальной обеспеченности рационов цыплят-бройлеров отдельными питательными веществами трудно получить продукцию высокого качества и низкими затратами корма. Это связано с тем, что птица имеет большой генетический потенциал продуктивности, а переваримость и усвоение питательных веществ ограничено. Для повышения эффективности использования потребленной кормосмеси и рационального использования кормовых средств в последнее время широко используют различные биологические активные добавки [1, 5, 6, 3, 7, 9].

Материалы и методы. В соответствии с этим, в проведенном научно-хозяйственном опыте были изучены продуктивные качества цыплят-бройлеров кросса «ИСА-15» при скормливании ферментно-пробиотического комплекса, состоящего из пробиотика «Левисел SB Плюс» и ферментного препарата «Целлолюкс-Ф».

Пробиотический препарат «Левисел SB Плюс» представлен активными живыми дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*, не менее 2×10^9 ед. КОЕ/г, которые вытесняют патогенную микрофлору и стимулируют рост полезных микроорганизмов.

Ферментный препарат «ЦеллоЛюкс-Ф» повышает усвояемость питательных веществ кормов с высоким содержанием некрахмалистых полисахаридов клетчатка (зерна злаковых культур). Использование ферментного препарата было вызвано тем, что основой рационов цыплят-бройлеров являются зерна злаковых культур, которые характеризуются повышенным содержанием трудно переваримых углеводов.

Результаты. Научно-хозяйственный опыт был проведен на цыплятах-бройлерах кросса «ИСА-15» суточного возраста по методу групп по следующей схеме.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество цыплят, голов	Испытуемый фактор
I контрольная	60	Полнорационный комбикорм (ПК)
II опытная	60	(ПК)+ЦеллоЛюкс F – 60 г/т
III опытная	60	(ПК)+Левисел SB Плюс 0,5 кг/т
IV опытная	60	(ПК)+ЦеллоЛюкс F – 60 г/т и Левисел SB Плюс 1,0-0,5 кг/т

В течение 42 дней выращивания цыплята-бройлеры всех групп получали полнорационные комбикорма в соответствии с возрастом: 0-10 дней ПК-5-0; 11-15 дней ПК-5-1; 16-24 дня ПК-5-2; 25-34 дня ПК-6-1-51; 35 дней и далее до 42-дневного возраста ПК-6-2-52.

Используемые биологически активные добавки включались в рационы цыплят опытных групп, согласно схеме опыта, пробиотическая добавка в IV группе птиц скормливалась дифференцированно – первые две недели в количестве 1 кг/т корма, в последующем 0,5 кг/т (таблица 1).

В ходе проведения научно-хозяйственного опыта изучались следующие показатели:

- динамика роста живой массы путем еженедельного индивидуального взвешивания 10 голов цыплят из группы;
- абсолютный и среднесуточный прирост живой массы – расчетным путем;
- затраты корма, протеина на единицу прироста живой массы по – результатам учета потребленных кормов и контрольных взвешиваний.

Таблица 2 – Динамика роста живой массы цыплят-бройлеров

Показатели	Группа			
	I	II	III	IV
Средняя живая масса, г:				
- суточные	41,0±1,05	41,0±1,25	41,0±1,15	41,0±1,05
- 42-дневного возраста	1947,4±59,80	2003,1±60,73	2044,5±57,78**	2100,8±48,83***
Прирост живой массы, г:				
- абсолютный	1906,4	1962,1	2003,5	2059,8
- среднесуточный	45,4	46,7	47,7*	49,0***
% к I группе	100,0	102,9	105,0	108,0

Примечание: здесь и далее разность показателей достоверна: * - $P>0,95$; ** – $P>0,99$; *** – $P>0,999$.

Результаты контрольных взвешиваний цыплят-бройлеров показывают на стабильно высокие показатели динамики роста живой массы птиц в опытных группах в течение всего периода выращивания (таблица 2). Абсолютный прирост живой массы у цыплят при включении в состав их рационов ферментного препарата «Целлолюкс-F» (II группа) увеличился на 55,7 г, а среднесуточный – на 2,9 % соответственно ($P<0,95$).

Включение в состав рационов цыплят-бройлеров (III группа) пробиотического препарата «Левисел SB Плюс» в количестве 0,5 кг/т корма, позволило повысить интенсивность прироста живой массы цыплят в целом за время выращивания на 5,0 % ($P>0,95$), в сравнении с аналогами из контрольной группы. Однако наиболее высокая интенсивность прироста была у цыплят-бройлеров IV группы, получавших, согласно схеме опыта, обе добавки одновременно в составе ферментно-пробиотического комплекса. В среднем по этой группе на каждом выращенном цыпленке получено 2059,8 г абсолютного прироста живой массы, что на 153,4 г выше, чем у птиц контрольной группы (I группа). Интенсивность прироста живой массы в сутки за время выращивания у цыплят-бройлеров (IV группы) в среднем составила 49,0 г, что на 8,0 % ($P>0,95$) выше, чем у птиц контрольной группы. Это свидетельствует о том, что комплексное использование испытуемых добавок более активно влияет на уровень обмена и, в конечном итоге, на продуктивные качества цыплят.

На основании результатов контрольных взвешиваний птиц и учета потребленных кормов нами рассчитана эффективность использования испытуемых добавок в составе комбикормов. В среднем, за 42-дневный период выращивания, потребление корма по всем группам птиц было практически одинаково. Среднее потребление корма по

III группе составило 4355 г, что на 67 г или 1,6 % выше, чем у сверстников контрольной группы. На наш взгляд, выявленная разница по количеству потребленного корма не существенна и не носит принципиального характера.

Таблица 3 – Потребление кормов

Показатели	Группа			
	I	II	III	IV
Потреблено корма в среднем г/гол	4288	4322	4355	4320
% к I группе	100	100,8	101,6	100,7
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	2,25	2,21	2,20	2,14
% к I группе	100	98,2	97,8	95,1

Включение биологических добавок в состав комбикормов при выращивании цыплят положительно повлияло на характер использования кормов. Применение ферментного препарата «Целлолюкс-Ф» в количестве 60 г на тонну корма позволило более рационально использовать комбикорма и снизить затраты корма на прирост 1 кг живой массы до 2,21 кг, что на 1,8 % ниже, чем в контрольной группе. На наш взгляд это связано с тем, что ферментная добавка повысила уровень усвоения трудно переваримых углеводов злаковых культур, входящих в состав потребленных комбикормов. Обогащение рационов цыплят III группы пробиотическим препаратом Левисел SB Плюс в количестве 0,5 кг/т значительно снизило затраты корма. На 1 кг прироста живой массы птица этой группы в среднем затрачивала 2,2 кг, что на 2,2 % ниже, чем у сверстников из контрольной группы (I). Однако наиболее рационально использовались корма, низкими затратами корма характеризовалась птица IV группы, которая получала, согласно схеме научно-хозяйственного опыта, обе испытываемые добавки одновременно. В среднем на 1 кг прироста цыплята этой группы затрачивали 2,14 кг комбикорма, что на 4,9 % ниже, чем в контрольной группе.

Обсуждение. По мнению многих ученых и производителей продукции птицеводства, биологические добавки являются весьма перспективным способом повышения продуктивности птицы, о чем свидетельствуют полученные результаты в нашем исследовании. Нами наблюдались более высокие показатели по динамике роста живой массы цыплят-бройлеров в опытных группах, где применялись в составе рациона испытываемые биологические добавки.

Заключение. Повышение продуктивности птиц при использовании пробиотического препарата происходит за счет оптимизации состава микрофлоры в толстом отделе кишечника. Это свидетельствует, что комплексное использование ферментно-пробиотических препаратов при выращивании цыплят-бройлеров позволит не только повысить интенсивность прироста массы тела, но и более рационально использовать кормовые средства. Это особенно важно и актуально, так как в структуре себестоимости производства мяса птиц затраты на корма составляют до 60-65 %.

Библиографический список

1. Биологически активные добавки в кормлении животных и птицы [Текст]: учебное пособие/ С.И. Николаев, А.К. Карапетян, О.В. Чепрасова, В.В. Шкаленко, С.В. Чехранова, Е.А. Липова, О.Ю. Брюхно, М.А. Шерстюгна, Е.А. Морозова. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2016. – 112 с.
2. Буяров А.В. Приоритетные направления развития мясного птицеводства в России [Текст]/ А.В. Буяров, В.С. Буяров// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – №6 (128). – С. 165-171.

3. Влияние БМВК «ПРО КОРМ» в кормлении ремонтного молодняка кур [Текст]/ Г.И. Коссе, Е.И. Кулешов, В.К. Гаврилов, Г.А. Зеленкова// Инновационные пути развития АПК: проблемы и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции Донского ГАУ п. Персиановский, 2013. – Т. 1. – С. 252.

4. Горлов, И.Ф. Разработка и широкая реализация современных технологий производства, переработки и создания отечественной конкурентоспособности продукции животноводства [Текст]: монография /И.Ф. Горлов; под редакцией И. Ф. Горлова/ Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Российская академия сельскохозяйственных наук. – Волгоград, 2009.

5. Коссе, А.Г. Применение лактулозосодержащих кормовых добавок при выращивании цыплят-бройлеров [Текст]/ А.Г. Коссе, Г.И. Коссе, А.С. Чернышков// Научно-практические рекомендации// п. Персиановский, 2014 с. 15

6. Ланцева, Н.Н. Влияние функциональных свойств пробиотиков и фитобиотиков на показатели продуктивности цыплят-бройлеров [Текст]/ Н.Н. Ланцева, А.Е. Мартыщенко, А.Н. Швыдков// Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-7. – С. 1417-1423.

7. Мурсалимов, М.М. Российское птицеводство: состояние и перспективы развития [Текст]/ М.М. Мурсалимов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – №1 (51). – С. 212-216.

3. Переваримость питательных веществ у цыплят-бройлеров при использовании пробиотиков [Текст]/ А.Г. Коссе, Г.И. Коссе// Технология с.-х. производства и перспективы направления развития аграрной науки: материалы Международной научно-практической конференции Донского ГАУ. – п. Персиановский, 2014. – Т. 1. – С. 123.

9. Подчалимов, М.И. Эффективность использования разных пробиотиков и пребиотиков в кормлении цыплят-бройлеров [Текст]/ М.И. Подчалимов, Е.М. Грибанова// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №4.

6. Разработка и использование биологически активных добавок в кормлении сельскохозяйственной птицы [Текст]/ А.К. Карапетян, М.А. Шерстюгина, Е.А. Липова, О.С. Шевченко// Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – №2 (34). – С. 89-92.

Reference

1. Biologicheski aktivnye dobavki v kormlenii zhivotnyh i pticy [Tekst]: uchebnoe posobie/ S. I. Nikolaev, A. K. Karapetyan, O. V. Cheprasova, V. V. Shkalenko, S. V. Chehranova, E. A. Lipova, O. Yu. Bryuhno, M. A. Sherstyugna, E. A. Morozova. – Volgograd: Volgogradskij GAU, 2016. - 112 s.

2. Buyarov A. V. Prioritetnye napravleniya razvitiya myasnogo pticevodstva v Rossii [Tekst]/ A. V. Buyarov, V. S. Buyarov// Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2015. - №6 (128). - S. 165-171.

3. Vliyanie BMVK “PRO KORM” v kormlenii remontnogo molodnyaka kur [Tekst]/ G. I. Kosse, E. I. Kuleshov, V. K. Gavrilov, G. A. Zelenkova// Innovacionnye puti razvitiya APK: problemy i perspektivy: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii Donskogo GAU p. Persianovskij, 2013. - T. 1. - S. 252.

4. Gorlov, I. F. Razrabotka i shirokaya realizaciya sovremennyh tehnologij proizvodstva, pererabotki i sozdaniya otechestvennoj konkurentosposobnosti produkcii zhivotnovodstva [Tekst]: monografiya /I. F. Gorlov; pod redakciej I. F. Gorlova/ Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii, Rossijskaya akademiya sel'skohozyajstvennyh nauk. - Volgograd, 2009.

5. Kosse, A. G. Primenenie laktulozosoderzhaschih kormovyh dobavok pri vyraschivanii cyplyat-brojlerov [Tekst]/ A. G. Kosse, G. I. Kosse, A. S. Chernyshkov// Nauchno-prakticheskie rekomendacii// p. Persianovskij, 2014 s. 15

6. Lanceva, N. N. Vliyanie funkcional'nyh svojstv probiotikov i fitobiotikov na pokazateli produktivnosti cyplyat-brojlerov [Tekst]/ N. N. Lanceva, A. E. Martyschenko, A. N. Shvydkov// Fundamental'nye issledovaniya. - 2015. - № 2-7. - S. 1417-1423.

7. Mursalimov, M. M. Rossijskoe pticevodstvo: sostoyanie i perspektivy razvitiya [Tekst] / M. M. Mursalimov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2015. - №1 (51). - S. 212-216.

3. Perevarimost' pitatel'nyh veschestv u cyplyat-brojlerov pri ispol'zovanii probiotikov [Tekst]/ A. G. Kosse, G. I. Kosse// Tehnologiya s.-h. proizvodstva i perspektivy napravleniya razvitiya agrarnoj nauki: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii Donskogo GAU. - p. Persianovskij, 2014. - T. 1. - S. 123.

9. Podchalimov, M. I. Jefferktivnost' ispol'zovaniya raznyh probiotikov i prebiotikov v kormlenii cyplyat-brojlerov [Tekst]/ M.I. Podchalimov, E.M. Gribanova// Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. - 2013. - №4.

6. Razrabotka i ispol'zovanie biologicheski aktivnyh dobavok v kormlenii sel'skohozyajstvennoj pticy [Tekst]/ A. K. Karapetyan, M. A. Sherstyugina, E. A. Lipova, O. S. Shevchenko// Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - №2 (34). - S. 89-92.

E-mail: kazakov_andrey90@mail.ru

УДК: 637.146.32

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И РЕЦЕПТУРЫ
КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА
IMPROVING OF TECHNOLOGIE AND COMPOSITION
OF FERMENTED MILK PRODUCT**

И.П. Грицаева¹, магистрант

М.И. Сложенкина², доктор биологических наук, профессор

Х. С. Иnderбаева¹, магистрант

Н.И. Мосолова², доктор биологических наук

Е.С. Воронцова¹, аспирант

**I.P. Gritsaeva¹, M.I. Slozhenkina², H.S. Inderbaeva¹, N.I. Mosolova²,
E.S. Vorontsova¹**

¹Волгоградский государственный технический университет

²Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки
мясомолочной продукции

¹Volgograd State Technical University

²Volga region research Institute of manufacture and processing of meat-milk production

В статье рассматривается проблема расширения ассортимента кисломолочных продуктов. С этой целью была разработана технология каймачного продукта, позволяющая создать высокие органолептические свойства, обогатить его йодом и аскорбиновой кислотой. Для получения контрольного и опытных образцов технология производства каймачного продукта была адаптирована к лабораторным условиям. Приводятся результаты исследований, проводимых для выявления влияния дополнительных ингредиентов на органолептические и физико-химические показатели каймачного продукта «Здравушка». Рассматривается характеристика добавок, позволяющих обогатить продукт пробиотиками и пребиотиками. В заключении работы установлена рациональность использования вносимых ингредиентов.

The article considers the problem of expansion of assortment of fermented milk products. To this end was developed the technology and composition of kaymak's product, wich allows to create special organoleptic properties, enrich it iodine and ascorbic acid. For getting the control and experimental samples of kaymak's product production technology has been adapted to laboratory conditions. Provides the results of research conducted to identify the impact of the additional ingredients on the organoleptic and physico-chemical parameters of kaymak's product «Zdravushka». The characteristics of supplements that allow to enrich the product by probiotics and prebiotics are considered. In conclusion of work is set rational use of introduced ingredients.

Ключевые слова: пробиотики, пребиотики, аскорбиновая кислота, йод, каймачный продукт.

Keywords: probiotics, prebiotics, ascorbic acid, iodine, kaymak's product.

Исследования проведены по гранту РНФ № 15-16-10000

Введение. Как известно, питание – это один из главных факторов, который влияет на здоровье человека. На данный момент на рынке наблюдается рост фастфудов и низко-сортной продукции, вследствие чего у людей возникает нарушение микрофлоры и появляются алиментарные заболевания. Поэтому в последнее время производители пищевой продукции особое внимание уделяют производству качественных продуктов, обладающих полезными свойствами. Молоко и кисломолочные продукты являются продуктами массового потребления, поэтому их обогащение – это наиболее эффективный и экономически доступный способ улучшения обеспеченности населения нутриентами [1].

В условиях Волгоградского региона в рационе питания людей реально имеет место дефицит аскорбиновой кислоты и йода. Их недостаток может привести к нарушению обмена веществ, ослаблению иммунной системы, задержке физического и психического развития и к множеству заболеваний. Пробиотики также важны для нашего организма. Их жизнедеятельность подавляет активность гнилостных и патогенных бактерий, стимулирует продуцирование витаминов, а также повышает биологическую активность нормальной микрофлоры кишечника.

В связи с вышеизложенным, была поставлена задача исследовать существующие технологии производства кисломолочных продуктов и разработать рецептуру каймачного продукта, обогащенного необходимыми витаминами, микроэлементами и пробиотической микрофлорой и обладающего приятными органолептическими показателями [2].

За основу взята технология томления 20 %-ных сливок, с последующим их сквашиванием пробиотической закваской, добавлением йодированного биоконцентра, сиропа шиповника и топинамбура. Нормализованные 20 %-ые сливки подвергаются томлению в течение 3-4 часов при температуре 82-85 °С. Затем они охлаждаются до температуры 35 °С, и в них вносится мультиштаммовая закваска, йодированный биоконцентрат «Йодпропионикс» сироп шиповника и топинамбура при перемешивании в течение 10 минут. Сквашивание длится 10-12 часов при температуре 33-35 °С.

Материалы и методы. Кислотность определяли по ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. Метод с применением индикатора фенолфталеина. Метод основан на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, раствором гидроокиси натрия в присутствии индикатора фенолфталеина. Содержание аскорбиновой кислоты ГОСТ 7047-55. Витамины А, С, D, В(1), В(2) и РР. Отбор проб, методы определения витаминов и испытания качества витаминных препаратов. Упрощенный метод. Метод основан на способности аскорбиновой кислоты восстанавливать 2,6-дихлорфенолиндофенол, которым титруют исследуемый раствор в кислой среде, предохраняющей аскорбиновую кислоту от разрушения. Содержание йода ГОСТ 31505-2012. Молоко, молочные продукты и продукты детского питания на молочной основе. Методы определения содержания йода. Титриметрический метод. Метод основан на окислении йодида в йодат и выделении свободного йода, оттитровываемого серноватистокислым натрием, по расходу которого расчетным путем определяют содержание йода в пробе.

Материалы исследования составляют 3 образца каймачного продукта:

- опытный № 1 контрольный, без наполнителей;
- опытный № 2 – 5 % сиропа и 0,5 % «Йодпропионикса»;
- опытный № 3 – 5 % сиропа и 1,5 % «Йодпропионикса».

Результаты. Экспериментальным путем были получены результаты по содержанию аскорбиновой кислоты в исследуемых образцах. Для того чтобы выяснить, как влияет стадия томления на количество данного витамина, был добавлен еще один образец – сливки с массовой долей жира 20 %. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что в опытном образце № 1 содержание аскорбиновой кислоты снизилось, а в образце № 2 и № 3 увеличилось до 15,3 мг/100г продукта, что составляет 17,8 % от суточной нормы потребления (таблица 1).

Таблица 1 – Массовая доля аскорбиновой кислоты в продукте

Исследуемый образец	Содержание аскорбиновой кислоты в 100 г образца, мг	Процент суточной нормы
Сливки 20 %	0,30±0,1	0,35 %
Опытный № 1	0,04±0,1	0,05 %
Опытный № 2	15,3±0,2	17,8 %
Опытный № 3	15,3±0,2	17,8 %

Содержание аскорбиновой кислоты увеличилось из-за добавления в рецептуру сиропа шиповника и топинамбура. В процессе томления в продукте образуются меланоидины, которые придают продукту привкус пастеризации, сладковатый запах и бежевый цвет [3, 5]. Однако при этом уменьшается количество аскорбиновой кислоты, которой богат шиповник. Исходя из этого, было принято обогащать продукт именно этим сиропом.

Была проведена органолептическая оценка исследуемых образцов (таблица 2).

Таблица 2 – Органолептические характеристики образцов

Образец	Характеристика				
	форма, поверхность	структура, консистенция	вкус	запах	цвет
Опытный № 1	однородная густая масса	однородная, мягкая, нежная	кисло-сливочный, с привкусом топленого молока	чистый, кисломолочный с выраженным запахом пастеризации	однородный, светло-кремовый
Опытный № 2	однородная густая масса	однородная, мягкая, нежная	сладковатый, кисло-сливочный, с привкусом топленого молока и шиповника	чистый, кисломолочный с выраженным запахом пастеризации и ароматом шиповника	однородный, темно-кремовый
Опытный № 3	однородная густая масса	однородная, мягкая, нежная	сладковатый, кисло-сливочный, с привкусом топленого молока и шиповника	чистый, кисломолочный с выраженным запахом пастеризации и ароматом шиповника	однородный, темно-кремовый

По данным таблицы видно, что с добавлением сиропа образцы приобретают привкус и аромат шиповника. Добавление «Йодпропионикса» не влияет на органолептические показатели.

Кроме витамина С, в сиропе содержится большое количество биологически активных компонентов, которые нужны нашему организму на регулярной основе. Особенно хочется отметить инулин, каротиноиды, аминокислоты метионин, лейцин, лизин, треонин, органические кислоты и пектины [4, 10]. Эти активные вещества улучшают обмен веществ, способствуют выведению токсинов и шлаков, увеличивают работоспособность, придают продукту иммуномоделирующий и общеукрепляющий эффект. Полисахаридный комплекс инулин является естественным пребиотиком. Он не поддается воздействию ферментов и поэтому свободно достигает микрофлоры кишечника. Расщепить его способны только пробиотические бактерии. Это позволяет заквасочной микрофлоре, входящей в состав каймачного продукта, развиваться и вытеснять патогенные бактерии более интенсивно, а также обеспечивать её приживание в желудочно-кишечном тракте [6].

Были проведены опыты на определение кислотности каймачного продукта (таблица 3).

Таблица 3 – Определение кислотности

Экспериментальные образцы	Кислотность	Нормируемое значение
I опытный (контрольный)	67±1	От 65 до 100 включ.
II опытный	78±2	
III опытный	92±2	

Повышение кислотности может быть объяснено несколькими причинами. Во-первых, сироп содержит органические кислоты. Во-вторых, он также содержит инулин, который влияет на рост заквасочной микрофлоры, и, как следствие, на рост молочный кислоты. В-третьих, добавление пропионовокислых бактерий *Propionibacterium Freudenreichii* subsp. *Schermanii*, которые входят в состав «Йодпропионикса», также влияет на рост молочной кислоты. Данные микроорганизмы помогают пищеварению и образуют защитный барьер от болезнетворных бактерий [8]. В отличие от других пробиотиков, они синтезируют антиоксидантный фермент каталазу, разрушающий свободные радикалы, а также обладают большей холестериндеградирующей активностью и поэтому эффективны при профилактике атеросклероза. Кроме того, эти микроорганизмы применяют для профилактики токсических поражений печени и нервной системы, а также для лечения заболеваний, связанных с вредными производственными условиями и экологическими факторами [7].

Также были проведены исследования на определение содержания йода (рисунок 1).

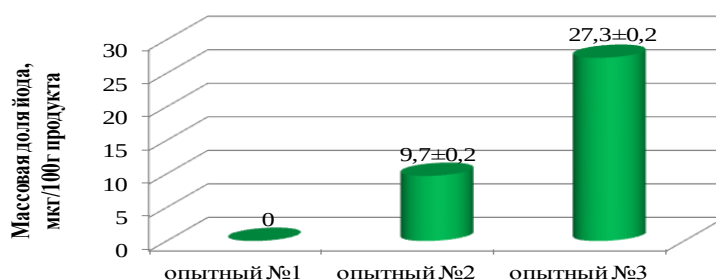


Рисунок 1 – Содержание йода в исследуемых образцах

Исходя из полученных результатов, видно, что с добавлением «Йодпропионикса» продукт обогащается йодом. В образце № 2 его содержание повысилось до 9,7 мкг/100 г, что составляет 6,4 % от суточной потребности, а в образце № 3 – до 27,3 мкг/100 г и 19,7 % от суточной потребности.

В бакконцентрате йод содержится в биодоступной органической форме. Высокая ферментативная активность пропионовокислых бактерий повышает биодоступность йода и способствует более эффективному протеканию реакции йодирования аминокислот и образованию тиреоидных гормонов в организме человека. Данный биопрепарат повышает сопротивляемость организма, защищает его от свободных радикалов, поступающих с пищей и вредных воздействий окружающей среды, повышает интеллектуальные способности детей и взрослых [9].

Обсуждение. Внесение сиропа шиповника и топинамбура в рецептуру позволяет обогатить продукт витамином С, пребиотиком инулином, органическими и ценными аминокислотами, например метионином, лейцином, треонином [10]. Эти компоненты укрепляют и повышают иммунитет, увеличивают работоспособность, восстанавливают нарушение обменных процессов организма, способствуют росту полезных бактерий в желудочно-кишечном тракте. Биоконцентрат «Йодпропионикс» обогащает продукт йодом и пропио-

новокислыми бактериями. Йод является компонентом гормонов щитовидной железы и необходим для их синтеза. Эти гормоны значимы для роста и развития всех органов. Кроме того, йод принимает участие в обмене белков, жиров, водно-электролитного обмена. Пропионовокислые бактерии восстанавливают бактериальную микрофлору желудочно-кишечного тракта, благотворно действуют на иммунитет, а также участвуют в синтезе витаминов группы В, например витамина В₁₂, который положительно влияет на нервную систему и задействован в кроветворении. Вследствие создания особой микрофлоры в каймачном продукте, он особенно полезен для тех, кто трудно переносит обычные жиры [11]. Таким образом, внесение «Йодпропионикса», сиропа шиповника и топинамбура позволит расширить ассортимент кисломолочных продуктов.

Из трех опытных образцов наиболее оптимален образец № 3. Добавление сиропа в количестве 5 % и бакконцентрата в количестве 1,5 % обеспечит повышение аскорбиновой кислоты до 17,8 % и йода – до 19,7 % от суточной нормы.

Заключение. Полученные образцы каймачного продукта обогащаются аскорбиновой кислотой и йодом, а также пребиотическими и пробиотическими свойствами. Они обладают иммуномоделирующим и общеукрепляющим эффектом, нормализуют работу желудочно-кишечного тракта, а также позволяют проводить профилактику йододефицита. Каймачный продукт «Здравушка» будет полезен разным социальным группам людей.

Библиографический список

1. Белозерова, Л.М. Разработка технологии кисломолочного продукта с использованием пропионовокислых бактерий [Текст]: дисс. /Л.М. Белозерова. – Улан-Удэ, 2000. – С. 56-70.
2. Биологически активные добавки на основе лактулозы для питания людей пожилого возраста [Текст]/ М.И. Сложенкина, А.И. Струк, С.Е. Божкова, Т.А. Антипова, С.В. Фелик // Пищевая промышленность. – 2009. – № 5. – С. 54-55.
3. Донская, Г.А. Технология обогащения молочных продуктов натуральными ингредиентами [Текст]/ Г.А. Донская, М.В. Кулик // Переработка молока. – 2007. – № 5. – С. 42.
4. Зобкова, З.С. Особенности технологии термизированных (пастеризованных) сквашенных молочных продуктов [Текст]/ З.С. Зобкова, Т.П. Фурсова, С.А. Щербакова // Молочная промышленность. – 2007. – № 1. – С. 68-71.
5. Инновационные разработки лактулозосодержащих пищевых добавок и БАД [Текст] : монография / И.Ф. Горлов, В.Н. Храмова, М.И. Сложенкина и др. – Волгоград: ВолгГТУ, 2011. – 72 с.
6. Королева, Н.С. Зависимость реологических и других свойств кислых сгустков от условий культивирования бактерий [Текст]/ Н.С. Королева, И.Н. Пятница, В.Т. Лозовецкая // Молочная промышленность. – 1984. – № 3. – С. 21-29.
7. Орещенко, А.В. О пищевых добавках и продуктах питания [Текст] / А.В. Орещенко, А.Ф. Берестень // Пищевая промышленность. – 1996. – № 6. – С. 3.
8. Скурихин, И.А. Все о пище с точки зрения химика [Текст] / И.А. Скурихин, А.П. Нечаев. – М.: Высшая школа, 1991. – С. 145-150.
9. Соколова, О.Я. Технология молочных продуктов лечебно-профилактического питания [Текст] : учебное пособие / О.Я. Соколова, О.В. Богатова, А.И. Богатов. – Оренбург: ГОУ ОГУ. – 2009. – С. 97-100.
10. Тихомирова Н.А. Технология продуктов лечебно-профилактического назначения на молочной основе [Текст]. – М.: Троицкий мост, 2010. – С. 226-230.
11. Эффективность применения нута и топинамбура в технологии изготовления мягких сыров из козьего молока [Текст] / В.А. Гарьянова, В.Н. Храмова, А.А. Короткова, И.Ф. Горлов, Н.И. Мосолова // Пищевая промышленность. – 2015. – № 7. – С. 24-27.
12. Юдина, С. Б. Технология продуктов функционального питания [Текст]/ С.Б. Юдина. – М.: ДеЛипринт, 2008.

Reference

1. Belozeroval, L.M. Razrabotka tehnologii kislomolochnogo produkta s ispol'zovaniem propionovokislykh bakterij [Tekst]: diss. /L.M. Belozeroval. - Ulan-Ud], 2000. - S. 56-70.

2. Biologicheski aktivnye dobavki na osnove laktulozy dlya pitaniya lyudej pozhilogo vozrasta [Tekst]/ M. I. Slozhenkina, A. I. Struk, S. E. Bozhkova, T. A. Antipova, S. V. Felik //Pischevaya promyshlennost'. - 2009. - № 5. - S. 54-55.
3. Donskaya, G. A. Tehnologiya obogascheniya molochnyh produktov natural'nymi ingredientami [Tekst]/ G. A. Donskaya, M. V. Kulik // Pererabotka moloka. - 2007. - № 5. - S. 42.
4. Zobkova, Z. S. Osobennosti tehnologii termizirovannyh (pasterizovannyh) skvashennyh molochnyh produktov [Tekst]/ Z. S. Zobkova, T. P. Fursova, S. A. Scherbakova // Molochnaya promyshlennost'. - 2007. - № 1. - S. 68-71.
5. Innovacionnye razrabotki laktulozosoderzhaschih pischevyh dobavok i BAD [Tekst] : monografiya / I. F. Gorlov, V. N. Hramova, M. I. Slozhenkina i dr. - Volgograd: VolgGTU, 2011. - 72 s.
6. Koroleva, N. S. Zavisimost' reologicheskikh i drugih svoystv kislotnyh sgustkov ot uslovij kul'tivirovaniya bakterij [Tekst]/ N. S. Koroleva, I. N. Pyatnicina, V. T. Lozoveckaya // Molochnaya promyshlennost'. - 1984. - № 3. - S. 21-29.
7. Oreschenko, A. V. O pischevyh dobavkah i produktah pitaniya [Tekst] / A. V. Oreschenko, A. F. Beresten' // Pischevaya promyshlennost'. -1996. - № 6. - S. 3.
8. Skurihin, I. A. Vse o pische s tochki zreniya himika [Tekst] / I. A. Skurihin, A. P. Nechaev. - M.: Vysshaya shkola, 1991. - S. 145-150.
9. Sokolova, O. Ya. Tehnologiya molochnyh produktov lechebno-profilakticheskogo pitaniya [Tekst] : uchebnoe posobie / O. Ya. Sokolova, O. V. Bogatova, A. I. Bogatov. - Orenburg: GOU OGU. - 2009. - S. 97-100.
10. Tihomirova N. A. Tehnologiya produktov lechebno-profilakticheskogo naznache-niya na molochnoj osnove [Tekst]. - M.: Troickij most, 2010. - S. 226-230.
11. Jefferektivnost' primeneniya nuta i topinambura v tehnologii izgotovleniya myagkih syrov iz koz'ego moloka [Tekst] / V. A. Gar'yanova, V. N. Hramova, A. A. Korotkova, I. F. Gorlov, N. I. Mosolova // Pischevaya promyshlennost'. - 2015. - № 7. - S. 24-27.
12. Yudina, S. B. Tehnologiya produktov funkcional'nogo pitaniya [Tekst]/ S. B. Yudina. - M.: DeLiprint, 2008.

E-mai: lniimmp@mail.ru

УДК 619:618.56-084.636.22

**СОСТОЯНИЕ НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ
КОРОВАМ-МАТЕРЯМ СУСПЕНЗИИ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ
ПЛАНКТОННОГО ШТАММА CHLORELLA VULGARIS ИФР № С-111
CONDITION OF NEWBORN CALVES COWS AFTER APPLICATION
A SUSPENSION MATER OF PLANKTONIC MICROALGAE CHLORELLA
VULGARIS IFR№ STRAIN C-111**

О.В. Пугачева, аспирант

В.Д. Кочарян, кандидат биологических наук, доцент

В.С. Авдеенко, доктор ветеринарных наук, профессор

С.П. Перерядкина, кандидат ветеринарных наук, доцент

O.V. Pugacheva, V.D. Kocharian, V.S. Avdeenko, S.P. Pereryadkina

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agricultural University

В эксперименте коровам в сухостойный период выпаивали суспензию микроводоросли планктонного штамма *Chlorella vulgaris* ифр № с-111 в количестве 800 мл на голову в утреннее кормление в течение 30 дней. За подопытными животными вели постоянные клинико-биохимические наблюдения и исследования. После родов у всех новорожденных телят, полученных от подопытных коров, оценивали клинический статус, метаболические параметры и биохимический профиль. Установлена нормализация в крови новорожденного приплода кето-диенов, диеновых конъюгатов, и сопряженных триенов после применения в рационах *chlorella vulgaris* коровам в сухостойный период, в связи с этим, суспензия хлореллы является фактором защиты здоровья телят в неонатальный период. У новорожденных телят контрольной группы у

65,3 %, матерям которых не выпаивали суспензию хлореллы, наблюдается высокая скорость оседания эритроцитов. При этом активность глутатиона окисленного и супероксиддисмутазы была ниже, чем в подопытной группе сравнения, что свидетельствует о снижении активности системы «ПОЛ-АОЗ». Так, при снижении активности супероксиддисмутазы в сыворотке крови телят у большинства новорожденных диагностируется метаболический стресс. Выявлено, что у новорожденных телят контрольной группы (матери не получали суспензию хлореллы) в течение одного часа после рождения активность гамма - глутатамилтранспептидазы и щелочной фосфатазы увеличивается в 18,6 раза, в 1,5 раза, соответственно. При этом активность печеночных ферментов АсАТ и АлАТ возрастает в 1,6 раза, а ЛДГ – в 1,3 раза. Наиболее существенно за первые двое суток возрастает активность γ - ГТФ. В возрасте двух суток она превышает через один час после рождения в 95,6 раза. Следовательно, применение альготехнологий в кормлении молочного скота для нормализации метаболического обмена у коров в сухостойный период способствует восстановлению репродуктивного потенциала, продуктивности и охраны здоровья новорожденного приплода.

In the experiment, the cows in the dry period desoldering suspension planktonic microalgae *Chlorella vulgaris* strain IGF-111B number with an amount of 800 ml per head in the morning feeding for 30 days. For experimental animals were permanent clinical and biochemical monitoring and research. After birth, all newborn calves, obtained from the experimental cows were evaluated clinical status, metabolic parameters, and biochemical profile. Installed in the normalization of the blood of the newborn offspring ketodienes, diene conjugates, and conjugate trienes after use in rations of *chlorella vulgaris* cows in the dry period, in connection with the suspension of *Chlorella* is a health protection factor of calves in the neonatal period. In newborn calves in the control group whose mothers had not desoldering, *chlorella* suspension at 65.3 %, there is a high erythrocyte sedimentation rate. At the same time the activity of glutathione oxidized and superoxide dismutase were lower than in the experimental control group, indicating that the decrease in activity «POL-AOP» system. Thus, reduction of superoxide dismutase activity in the serum of newborn calves most diagnosed metabolic stress. It was revealed that in newborn calves in the control group (not receiving mother *chlorella* slurry) within one hour after birth activity gamma-glyutatamil-transpeptidaze alkaline phosphatase and increased 18.6 fold, 1.5-fold, respectively. At the same time the activity of liver enzymes AST and ALT increased - by 1.6 times, and 1.3 times LDH. Most significantly for the first two days it increases the activity of γ -GTP. At the age of two days it exceeds one hour after birth in 95.6 times. Consequently, the use algotechnology in feeding dairy cattle to normalize metabolic metabolism in cows in the dry period the recovery of reproductive potential, productivity and health of the newborn offspring.

Ключевые слова: новорожденные телята, роды, неонатальный период, показатели метаболического обмен, «ПОЛ-АОЗ».

Key words: newborn calves, childbirth, the neonatal period, indicators of metabolic exchange, «POL-AOP».

Введение. Заболеваемость молочного скота и их новорожденного приплода, по данным ветеринарной статистики, занимает одно из ведущих мест среди болезней различной (инфекционной, инвазионной и незаразной) этиологии [1]. Общеизвестно, что для большинства форм перинатальной и неонатальной патологии у новорожденных телят, предрасполагающими факторами являются нарушения технологии полноценного и сбалансированного кормления коров-матерей в сухостойный период [6].

По данным, полученным Н.И. Богдановым [3], а также V. Breinholt [7], M.G. Ferruzzi [8] и Т.К. Мао [9], применение альготехнологий в кормлении молочного скота для нормализации метаболического обмена способствует восстановлению репродуктивного потенциала, продуктивности и охраны здоровья новорожденного приплода.

Исследования, проведенные С.О. Лощининым [4], свидетельствуют о том, что жизнеспособность новорожденных телят, полученных от рожениц с нормальным и затяжным течением отела различна, при этом количество трудных родов у молочного скота составляет от 13,0 до 20,0 % от общего числа родов.

Материалы, полученные М.И. Рецким [5], R. Zabielski [10] и S.K. Jacob [11], свидетельствуют о том, что у новорожденных телят, вскоре после рождения, происходят функциональные изменения, связанные с высокой потребностью в энергии.

Результаты исследований, проведенные Ю.Н. Алехиным и др. [2], показывают, что для постановки диагноза, крайне важны данные метаболического статуса и понимания роли «ПОЛ-АОЗ» в лечении заболеваний новорожденных телят, без которых невозможно разработать эффективные меры профилактики неонатальной патологии.

В связи с этим, применение суспензии микроводорослей планктонного штамма *Chlorella vulgaris* ифр № с-111 [1, 6] сухостойным коровам позволит улучшить функциональное состояние новорожденного приплода.

Целью работы является изучение изменений параметров метаболических процессов в организме новорожденных телят методом выпаивания суспензии микроводорослей планктонного штамма *Chlorella vulgaris* ифр № с-111 глубокостельным коровам.

Материалы и методы. Работа выполнена на кафедре «Акушерство и терапия» факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, а также в ПЗК «им. Ленина» Суровикинского района Волгоградской области в период 2014 – 2016 гг.

Клинические исследования и их анализ проводился на 200 глубокостельных коровах и 150 новорожденных телятах по общепринятым в ветеринарии методам. В сухостойный период, за 2 – 1,5 месяца до отела, коровам ежедневно выпаивали суспензию микроводоросли планктонного штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в количестве 800 мл на голову в утреннее кормление.

За подопытными животными вели постоянные клинико-биохимические наблюдения и исследования. После родов у всех новорожденных телят, полученных от подопытных коров, оценивали клинический статус, метаболические параметры и биохимический профиль.

Для гематологических исследований применяли адаптированный для ветеринарии «Автоматический гематологический анализатор крови Абакус Джуниор Pse 90 Vet» (Automatic Veterinary производство Германия) и биохимический «Анализатор крови Chem Well combi Models 2902 and 2910» (производства USA, Florida).

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.0».

Результаты. Проведенный общий анализ крови у новорожденных телят, полученных от подопытных коров, свидетельствует о том, что показатели морфологического состава лейкограммы крови находятся в пределах референтных значений физиологической нормы.

У новорожденных телят контрольной группы 65,3 %, матерям которых, не выпаивали суспензию микроводоросли планктонного штамма *Chlorella vulgaris* ифр № с-111, у наблюдается высокая скорость оседания эритроцитов. При этом концентрация в крови гемоглобина снижена на 32,7 %, по сравнению с показателями референтных значений параметров подопытной группы животных, ($p < 0,01$). В крови новорожденных телят, матери которых получали суспензию микроводорослей планктонного штамма *Chlorella vulgaris* ифр № с-111, у 83,4 % значение СОЭ было, в пределах нормы, а у 16,6 % было умеренное. Концентрация гемоглобина у данных телят находилась в пределах физиологической нормы (рисунок 1).

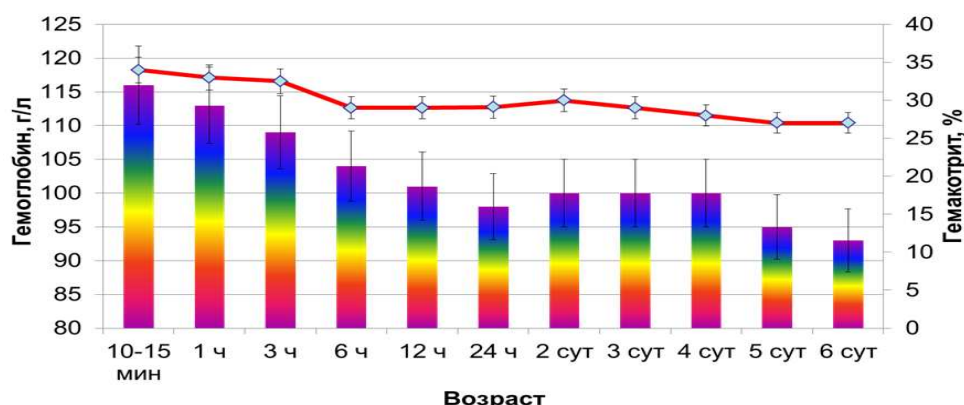


Рисунок 1 – Среднее значение гематокритного числа и содержания гемоглобина в крови у новорожденных телят

Концентрация в сыворотке крови креатинина у новорожденных телят подопытной группы в среднем составила $87,1 \pm 1,34$ мкмоль/л. В то же время у новорожденных телят контрольной группы, данный показатель оказался в 1,48 раза выше ($p < 0,01$). Отмечается увеличение общего билирубина в 1,89 раза ($p < 0,05$), соответственно, по сравнению с показателями новорожденных телят подопытной группы.

Проведенные исследование ферментов в сыворотке крови новорожденных телят, матери которых получали суспензию хлореллы, содержание АсАТ составляет $82,9 \pm 10,4$ ммоль/л, а содержание АлАТ – $14,8 \pm 1,3$ ммоль/л ($p < 0,05$). Содержание ЛДГ составляет $882,3 \pm 14,17$ ммоль/л, по сравнению с контрольной группой телят ($p < 0,01$). Активность γ -глутамилтрансферазы за первые двадцать четыре часа возрастает и превышает средние референтные значения, характерные для физиологической нормы, в 95,6 раза.

Работы, проведенные на телятах Алехиным Ю.Н., Рецким М.И., Шаховым А.Г. и Близначевой Г.Н. [1, 6], также отмечают увеличение активности этого фермента у новорожденных телят впервые часы жизни. Так, по данным авторов, впервые сутки после рождения у новорожденных телят активность щелочной фосфатазы, также превышала достоверно исходную в 3,8 раза.

Таблица 1 – Среднее значение возрастных изменений показателей липидного и белкового обмена у новорожденных телят

Возраст	Холестерин, ммоль/л	Триглицериды ммоль/л	Общий белок, г/л	Альбумины, г/л	Глобулины, г/л
1 ч	$0,811 \pm 0,042$	$0,032 \pm 0,008$	$46,42 \pm 1,15$	$33,31 \pm 0,72$	$14,42 \pm 0,31$
6 ч	$0,752 \pm 0,051$	$0,071 \pm 0,009^*$	$54,54 \pm 2,42$	$30,21 \pm 1,53$	$24,62 \pm 0,62^*$
12 ч	$0,881 \pm 0,062$	$0,094 \pm 0,009^*$	$57,61 \pm 1,92$	$29,18 \pm 1,22$	$28,33 \pm 1,22^*$
24 ч	$1,141 \pm 0,083^*$	$0,405 \pm 0,014^*$	$60,11 \pm 2,76^*$	$28,09 \pm 1,33^*$	$32,64 \pm 1,15^*$
3 сут	$1,334 \pm 0,101^*$	$0,425 \pm 0,017^*$	$61,57 \pm 2,31^*$	$31,13 \pm 1,02$	$31,01 \pm 1,11^*$
6 сут	$2,345 \pm 0,163^*$	$0,634 \pm 0,011^*$	$57,15 \pm 1,84^*$	$32,08 \pm 1,13$	$25,21 \pm 1,62^*$

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ по отношению показателей 1 час

Таким образом, полученные данные и их анализ свидетельствует о напряженном состоянии метаболического статуса у более, чем 75,6 % исследованных новорожденных телят контрольной группы, матери которых не получали суспензию хлореллы. Содержание холестерина и триглицеридов в сыворотке крови новорожденных телят, неза-

висимо от того применяли или не применяли суспензию хлореллы, повышается в первые сутки жизни, что связано, на наш взгляд, с выпойкой первых порций молозива, содержащего большое количество липидов (таблица 1).

Исследование сыворотки крови у телят шестисуточного возраста концентрация холестерина увеличивается более чем в 2,89 раза, в сравнение с показателями в первый час после рождения, а содержание триглицеридов – более чем в 19,8 раз. Доля глобулинов в первые часы жизни телят составляла 14,42 г/л, а к шести суткам повышалась более, чем в 1,7 раза.

Проведенные исследования концентрации изолированных двойных связей перекисного окисления липидов в сыворотке крови новорожденных телят матерям, которым не применяли суспензию хлореллы (контрольной группы), свидетельствует о повышении их на 20,46 % по сравнению с показателями у телят матерям, которым применяли суспензию хлореллы (подопытной группы) (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание первичных, промежуточных и конечных продуктов ПОЛ в сыворотке крови новорожденных телят

Показатель	Подопытная группа (n = 15)	Контрольная группа (n = 15)
Изолированные двойные связи (усл. ед.)	1,343±0,041*	1,665±0,014
Диеновые конъюгаты (мкмоль/л)	0,335±0,062*	0,516±0,053
Кетодиены и сопряженные триены (усл. ед.)	0,189±0,073	0,182±0,062
Маноловый диальдегид (мкмоль/л)	1,125±0,041	1,259±0,054
А-токоферол (мкмоль/л)	8,18±0,168*	7,45±0,226
Ретинол (мкмоль/л)	2,545±0,111**	1,585±0,127
Глутатион восстановленный (мкмоль/л)	1,532±0,127**	1,732±0,126
Глутатион окисленный (мкмоль/л)	2,812±0,025*	2,112±0,056
Супероксиддисмутаза (усл. ед.)	1,745±0,037**	1,312±0,029

Содержание диеновых конъюгатов в сыворотке крови новорожденных телят, матерям которых не применяли суспензию хлореллы, в сравнении с телятами матерям, которым применяли суспензию хлореллы, был статистически достоверно ($p < 0,01$) повышен в 1,54 раза. Однако содержание манолового диальдигида у новорожденных телят подопытной группы составляет 1,125±0,041 мкмоль/л, в сравнение с контрольной группой и повышена в 1,11 раза, что статистически недостоверно.

Обсуждение. В результате проведенного исследования получены данные, а проведенный их анализ свидетельствует о том, что у новорожденных телят, матери которых получали суспензию штамма *chlorella vulgaris* ИФР – 111, образование первичных и промежуточных продуктов свободно радикального окисления липидов (кетодиенов, диеновых конъюгатов, и сопряженных триенов) снижается на статистически достоверную величину. Полученные материалы с достоверной уверенностью указывают на активацию системы «ПОЛ-АОЗ» при применении суспензии штамма *chlorella vulgaris* ИФР – 111. У новорожденных телят контрольной группы (матери не получали суспензию хлореллы) активность глутатиона окисленного (2,879±0,32 мкмоль/л) и супероксиддисмутаза была ниже, чем в подопытной группе сравнения, что свидетельствует о снижении активности антиоксидантной защиты. Анализируя полученные данные, приходим к выводу, что показатели системы «ПОЛ-АОЗ» обладают статистически достоверной диагностической информацией о возникающих метаболических нарушений в организме новорожденных телят. При

этом морфологические и биохимические параметры крови, используемые в анализе функционального состояния новорожденных телят, отличаются меньшей специфичностью, чем показатели системы «ПОЛ–АОЗ».

Заключение. Установлено, что у новорожденных телят контрольной группы (матери не получали суспензию хлореллы) через один час после рождения активность в сыворотке крови гамма-глутатамилтранспептидазы увеличивается на статистически достоверную разницу. В возрасте шести суток активность γ -глутамилтрансферазы превышает исходную в 95,6 раза. Содержание манолового диальдигида у новорожденных телят к шести суточному возрасту стабилизируется в среднем в пределах $1,125 \pm 0,34$ мкмоль/л, а активность глутатиона окисленного и супероксиддисмутазы снижается к этому времени и стабилизируется в среднем на уровне $2,812 \pm 0,025$ мкмоль/л и $1,745 \pm 0,037$ (усл. ед), соответственно. В сыворотке крови у новорожденных телят контрольной группы, концентрация двойных связей повышается на 27,29 %, уровень диеновых конъюгатов – в 1,54 раза. Это дает право считать, что показатели системы «ПОЛ – АОЗ» в крови животных обладают достаточно высокой диагностической ценностью при верификации диагноза.

Библиографический список

1. Авдеенко, В.С. Механизм асфиксии новорожденных телят в неонатальный период [Текст]/ В.С. Авдеенко, С.О. Лощинин, Д.В. Кривенко // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 7. – С. 15-17.
2. Алехин, Ю.Н. Перинатальная патология у крупного рогатого скота и фармакологические аспекты ее профилактики и лечения [Текст]: автореф. дисс. д-ра. вет. наук / Ю.Н. Алехин. – Воронеж, 2013. – 42 с.
3. Богданов, Н.И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных [Текст]/ Н.И. Богданов. – Пенза, 2-е изд. перераб. и доп., 2007. – 48 с.
4. Интранатальная асфиксия новорожденных телят в период патологических родов [Текст]/ С.О. Лощинин, В.С. Авдеенко, В.Н. Чучин, Д.В. Кривенко // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – №3. Том 51. – С. 150-156.
5. Рецкий, М.И. Тест для оценки пассивного переноса колостральных иммуноглобулинов [Текст]/ М.И. Рецкий, А.Г. Шахов, Г.Н. Блинецова // Ветеринария. – 2008. – № 6. – С. 48-50.
6. Шабунин, С.В. Перинатальная патология у крупного рогатого скота - актуальная проблема ветеринарной медицины [Текст]/ С.В. Шабунин, Ю.Н. Алехин, А.Г. Нежданов // Ветеринария. – 2015. – № 1. – С. 3-10.
7. Breinholt, V. Chlorophyllin chemoprevention: an evaluation of reduced bioavailability vs. target organ protective mechanisms / V. Breinholt, D. Arbogast, P. Loveland et. al. // Toxicol. Appl. Pharmacol. - 1999. - Vol. 158. - P. 141-151.
8. Ferruzzi, M.G. Antioxidant and Antimutagenic Activity of Dietary Chlorophyll Derivatives Determined by Radical Scavenging and Bacterial Reverse Mutagenesis Assays / M.G. Ferruzzi, V. Böhm, P.D. Courtney, S.J. Schwartz // Journal of food Science. - 2002. - Vol. 67. - №7. - P. 2589-2595.
9. Mao, T.K. Effect of Spirulina on the secretion of cytokines from peripheral blood mononuclear cells / T.K. Mao, J. Van De Water, M.E. Gershwin // J. Medicinal Food. - 2000. - Vol. 3. - P. 135-140.
10. Zabielski, R. Bovine pancreatic secretion in the first week of life: potential involvement of intestinal CCK receptors. /R. Zabielski, J. Morisset, P. Podgurniak // Regul. Pept., 2002, 103: 93-104.
11. Jacob, S.K. Assessment of physiological stress in periparturient cows and neonatal calves. / J. S. Kacob, V. Ramnath, P.T. Philomina // Indian J. Physiol. Pharmacol, 2001, 45: 233-238.

Reference

1. Avdeenko, V. S. Mehanizm asfiksii novorozhdennyh telyat v neonatal'nyj period [Tekst]/ V. S. Avdeenko, S. O. Loschinin, D. V. Krivenko // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2014. - № 7. - S. 15-17.
2. Alehin, Yu. N. Perinatal'naya patologiya u krupnogo rogatogo skota i farmakologicheskie aspekty ejo profilaktiki i lecheniya [Tekst]: avtoref. diss. d-ra. vet. nauk / Yu. N. Alehin. - Voronezh, 2013. - 42 s.
3. Bogdanov, N. I. Suspenziya hlorelly v racione sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh [Tekst]/ N. I. Bogdanov. - Penza, 2-e izd. pererab. i dop., 2007. - 48 s.
4. Intranatal'naya asfiksiya novorozhdennyh telyat v period patologicheskikh rodov [Tekst]/ S. O. Loschinin, V. S. Avdeenko, V. N. Chuchin, D. V. Krivenko // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2014. - №3. Tom 51. - S. 150-156.
5. Reckij, M. I. Test dlya ocenki passivnogo perenosa kolostral'nyh immunoglobulinov [Tekst]/ M. I. Reckij, A. G. Shahov, G. N. Bliznecova // Veterinariya. - 2008. - № 6. - S. 48-50.
6. Shabunin, S. V. Perinatal'naya patologiya u krupnogo rogatogo skota - aktual'naya problema veterinarnoj mediciny [Tekst]/ S. V. Shabunin, Yu. N. Alehin, A. G. Nezhdanov // Veterinariya. - 2015. - № 1. - S. 3-10.
7. Breinholt, V. Chlorofyllin chemoprevention: a evaluation reduced bioavailability protiv cel' organ zaschischatil'nyj mehanizmy / V. Breinholt, D. Arbogast, P. Lyubit'land et. al. //Tohicol. Appl. Farmacol. - 1999. - Vol. 158. - P. 141-151.
8. Ferruzhi, M. G. Antiohidant i Antimutagenic Aktivty Dietaj Chlorofyll Derivatives Determined by Radical Scavenging i Bakteryal Reverse Mutagenesis Assajs / M. G. Ferruzhi, V. B? hm, P. D. Sourtniej, S. Ya. Schvarc // Eurnal prodovol'stvie Nauka. - 2002. - Vol. 67. - №7. - P. 2589-2595.
9. Mao, TaK kak }ffekt Spirulina na sekreton citokines iz periferal krov' mononuklear celly / TaK kak Mao, Ya. Van De Vater, M. E. Gershvin // Ya. Medicinal Prodoval'stvie. - 2000. - Vol. 3. - P. 135-140.
10. Zabel'ski, Ya. Bovine pankreatic sekreton v pervyj nedelya zhizn': potentyal vovlekanie intestinal SCK receptors. /Ya. Zabel'ski, Ya. Morisset, P. Podgurnyak // Regul. Pept., 2002, 103: 93-104.
11. Yacob, S. K. Ocenka fysiologial stress v periparturient korovy i neonatal calves. / Ya. S. Kacob, V. Ramnat', P. T. Filomina // Indian Ya. Fysiol. Farmacol, 2001, 45: 233-238.

E-mail: volgau.akusherstvo@mail.ru

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 631.432

**ВЛИЯНИЕ МУЛЬЧИРОВАНИЯ КАК АГРОТЕХНИЧЕСКОГО ПРИЕМА
НА ДИНАМИКУ КОНТУРОВ УВЛАЖНЕНИЯ ПРИ ВНУТРИПОЧВЕННОМ
И КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ****INFLUENCE OF MULCHING AS AN AGRO-TECHNICAL RECEPTION
ON THE DYNAMICS OF HUMIDIFICATION CIRCUITS FOR INTRACOROUS
AND DROPLETED IRRIGATION****А.С. Овчинников**, *член-корреспондент РАН
доктор сельскохозяйственных наук, профессор***В.С. Бочарников**, *доктор технических наук, доцент***М.П. Мещеряков**, *кандидат технических наук, доцент***О.В. Бочарникова**, *кандидат сельскохозяйственных наук, доцент***В.Ф. Лобойко**, *доктор технических наук, профессор***A.S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Meshcheryakov,
O.V. Bocharnikova, V.F. Loboyko***Волгоградский государственный аграрный университет**Volgograd State Agricultural University*

В статье изложены мероприятия, направленные на повышение эффективности технологических процессов орошения, рационального использования поливной воды и проведены исследования по влиянию мульчирования как агротехнического приема на динамику контуров увлажнения при внутрипочвенном и капельном орошении. В результате проведенных экспериментов установлено, что мульчирование поверхности почвы прозрачной полиэтиленовой пленкой, при использовании внутрипочвенного и капельного орошения как на легких супесчаных, так и на тяжелых суглинистых почвах является крайне эффективным агротехническим и мелиоративным приемом, способствующим нахождению влаги в верхней части корнеобитаемого слоя, передвижению поливной воды в направлении вверх к поверхности почвы, а также в горизонтальном направлении, что обеспечивает наиболее рациональное распределение поливных норм в пределах орошаемого массива, снижение непродуктивных потерь ниже активного слоя почвы и в значительной степени повышает эффективность ресурсосберегающих способов полива.

The article outlines measures aimed at increasing the efficiency of irrigation technological processes and rational use of irrigation water, and studies have been carried out on the effect of mulching as an agro-technical technique on the dynamics of humidification contours for intra-soil and drip irrigation. As a result of the experiments it was established that mulching of the soil surface with a transparent polyethylene film, using intra-soil and drip irrigation both on light sandy loam soils and heavy loamy soils, is an extremely effective agro-technical and meliorative method that facilitates moisture in the upper part of the root zone, The movement of irrigation water in the upward direction to the soil surface, and also in the horizontal direction, which ensures the most rational distribution of irrigation rates within the irrigated massif, the reduction of unproductive losses below the active soil layer, and significantly improves the resource-saving methods of irrigation.

Ключевые слова: *мульчирование, орошение, мероприятия, контур, динамика, технология.*

Key words: *mulching, irrigation, measures, competition, dynamics, technology.*

Введение. К технологиям, обеспечивающим экономию оросительной воды, регулирующим воздушный и тепловой режим, относится мульчирование поверхности. Этот агротехнический прием позволяет поддерживать корнеобитаемый слой почвы в рыхлом состоянии, подавлять рост сорняков и создавать в почве благоприятные условия для роста и развития растений [1, 2, 4, 7, 8].

Мульчирующие пленки снижают непроизводительное испарение влаги и, тем самым, создают более благоприятный водный режим для растений. Запасы продуктивной влаги в почве в течение вегетационного периода под мульчей выше, чем без ее использования [3, 6].

Материалы и методы. На первом опытно-производственном участке в условиях легких супесчаных почв при оценке внутрипочвенного способа полива исследовались посевы сладкого перца сорта Белозерка со схемой посадки 50х25 см. Аналогично, значение ширины междурядья составляет 0,5 м. Расстояние между внутрипочвенными увлажнителя составляет 1,5 м, через три ряда посадки растений. Соответственно, при принятой глубине закладки увлажнителей 0,5 м, оптимальные значения составят $U_B^{onm} = 0,5 м$; $U_H^{onm} = 0,3 м$; $V_{onm} = 0,8 м$; $X_{onm} = 1,5 м$. Тогда $K_B^{onm} = 1,67$; $K_H^{onm} = 0,53$.

При оценке капельного способа полива сладкий перец сорта Белозерка высаживался ленточным способом при создании рядков растений на расстоянии 0,15 м вправо и влево от капельной линии. В связи с этим, каждая капельная линия должна создавать увлажненную зону, обеспечивающую увлажнение расчетного корнеобитаемого слоя одного ряда растений с каждой стороны шириной 0,3 м при глубине расчетного слоя 0,8 м. Соответственно, оптимальные значения составят $V(H)_{onm} = 0,8 м$; $X(L)_{onm} = 0,6 м$. Тогда $K_L^{onm} = 1,3$.

На втором опытно-производственном участке в условиях тяжелых суглинистых почв при оценке капельного способа полива, растения томата гибрида Семко 101 F1 высаживались ленточным способом при создании рядков растений на расстоянии 0,15 м вправо и влево от капельной линии. В связи с этим, каждая капельная линия должна создавать увлажненную зону, обеспечивающую увлажнение расчетного корнеобитаемого слоя одного ряда растений с каждой стороны шириной 0,3 м при глубине расчетного слоя 0,6 м. Соответственно, оптимальные значения составят $V(H)_{onm} = 0,6 м$; $X(L)_{onm} = 0,6 м$. Тогда $K_L^{onm} = 1$. [8,10]

В качестве мульчи использовались полосы прозрачной полиэтиленовой пленки шириной 0,4 м, и толщиной 6-8 мкм, уложенные по длине рядков посадки растений.

Результаты и обсуждения. Из анализа полученных данных (таблица 1, рисунки 1-3) видно, что сразу после проведения полива параметры контуров увлажнения имеют практически одинаковые значения. Через 1 сутки после окончания внутрипочвенного полива высота контура увлажнения увеличивается на 0,01 м, а его ширина на 0,04 м до значения 1,58 м на варианте с мульчированием по сравнению с вариантом без использования мульчирования. При этом площадь контура увлажнения увеличивается на 0,07 м². По прошествии 3 суток на варианте с мульчированием ширина контура увлажнения увеличивается на 0,05 м и достигает 0,85 м. По прошествии 5 суток остается увлажненная зона, площадь которой на 0,05 м² превышает площадь на варианте без мульчирования. Отклонения коэффициента распределения влаги от оптимальных значений после первых суток после завершения полива примерно одинаковы, однако, через трое суток отклонения на варианте без мульчирования составляют 0,283, а на варианте с мульчированием – 0,243.

При проведении капельного полива, через 1 сутки после его окончания, высота контура увлажнения снижается на 0,04 м, а его ширина увеличивается на 0,06 м на варианте с мульчированием, по сравнению с вариантом без использования мульчирования до значения 1,17 м. При этом площадь контура увлажнения увеличивается на 0,04 м². По прошествии 3 суток на варианте с мульчированием ширина контура увлажнения увеличивается на 0,08 м и достигает 0,44 м. По прошествии 5 суток остается увлажненная зона, площадь которой на 0,01 м² превышает площадь на варианте без мульчирования. Отклонение коэффициента распределения влаги от оптимального значения через трое суток на варианте без мульчирования составляет 0,323, а на варианте с мульчированием всего 0,085.

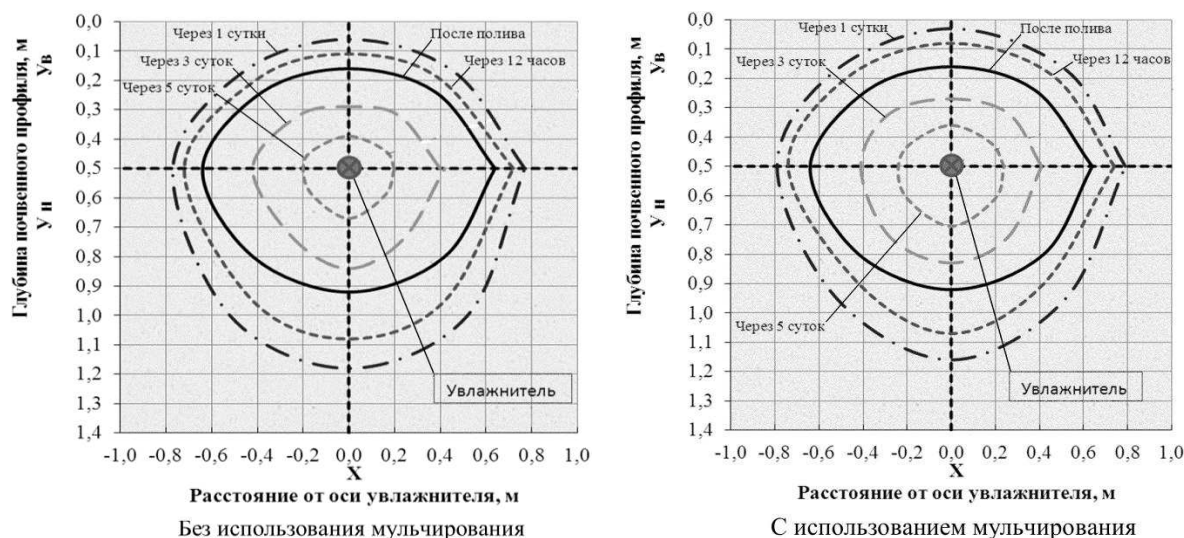


Рисунок 1 – Динамика контура увлажнения после проведения внутрипочвенного полива нормой $270 \text{ м}^3/\text{га}$ без использования и с использованием мульчирования

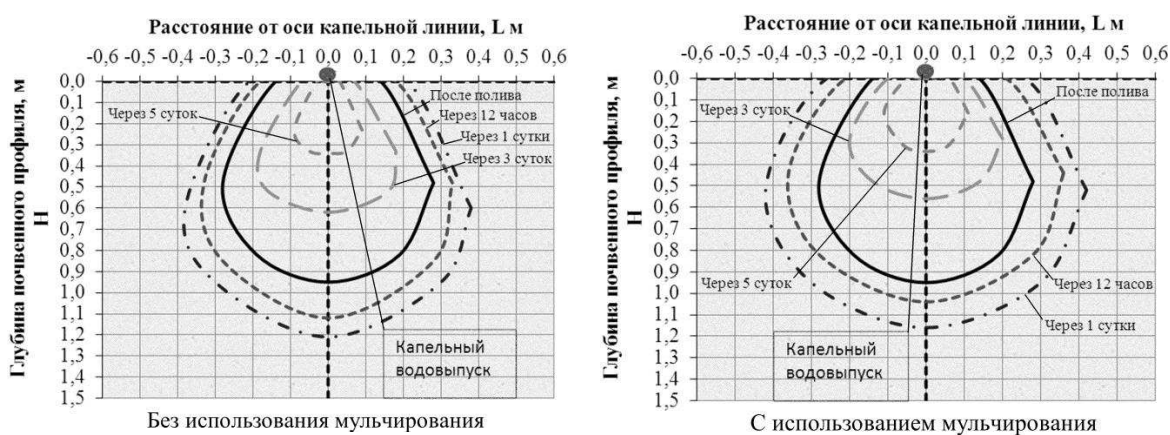


Рисунок 2 – Динамика контура увлажнения после проведения капельного полива нормой $255 \text{ м}^3/\text{га}$ без использования и с использованием мульчирования

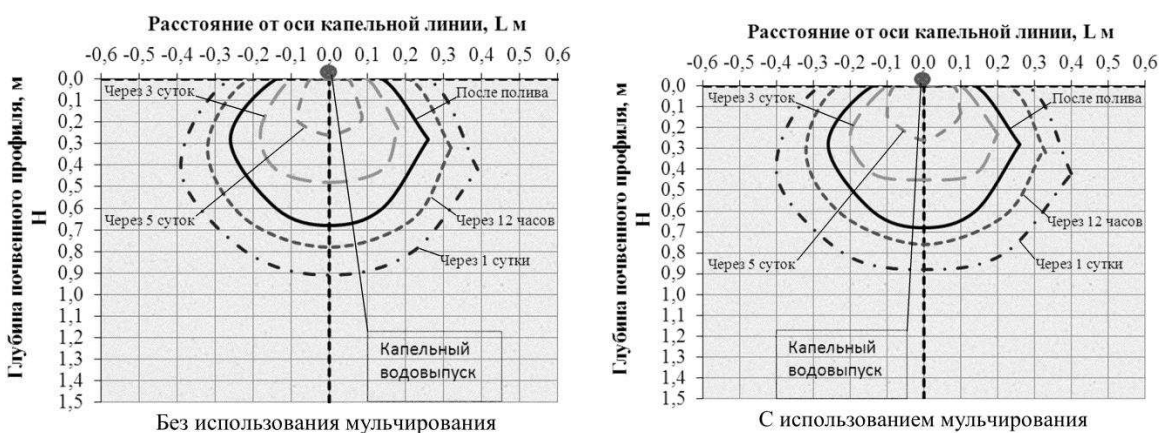


Рисунок 3 – Динамика контура увлажнения после проведения капельного полива нормой $190 \text{ м}^3/\text{га}$ без использования и с использованием мульчирования

158

При проведении капельного полива на тяжелых суглинистых почвах, через 1 сутки после его окончания, высота контура увлажнения снижается на 0,04 м, а его ширина увеличивается на 0,06 м, по сравнению с вариантом без использования мульчирования. По прошествии 3 суток на варианте с мульчированием ширина контура увлажнения увеличивается на 0,05 м и достигает 0,41 м. Отклонения коэффициента распределения влаги от оптимального значения через трое суток на варианте без мульчирования составляют 0,330, а на варианте с мульчированием – 0,098.

Наименьшие отклонения параметров полученных контуров увлажнения от оптимальных значений в течение межполивного периода, особенно после первых суток после окончания полива, определены на варианте с использованием мульчирования.

Заключение. Таким образом, в результате проведенных экспериментов установлено, что мульчирование поверхности почвы прозрачной полиэтиленовой пленкой, при использовании внутрипочвенного и капельного орошения как на легких супесчаных, так и на тяжелых суглинистых почвах, является крайне эффективным агротехническим и мелиоративным приемом, способствующим нахождению влаги в верхней части корнеобитаемого слоя, передвижению поливной воды в направлении вверх к поверхности почвы, а также в горизонтальном направлении, что обеспечивает наиболее рациональное распределение поливных норм в пределах орошаемого массива, снижение непродуктивных потерь ниже активного слоя почвы и в значительной степени повышает эффективность ресурсосберегающих способов полива.

Библиографический список

1. Бочарников, В.С. Изучение внутрипочвенного и капельного орошения овощных культур в условиях Нижнего Поволжья [Текст] / В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков // Пути повышения продуктивности орошаемых агроландшафтов в условиях аридного земледелия: материалы Международной научно-практической конференции / Прикаспийский НИИ аридного земледелия. – М.: Изд-во «Вестник РАСХН», 2012. – С. 87-89.
2. 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. 54-58.
3. Бочарников, В.С. Новые системы ресурсосберегающих способов орошения овощных культур [Текст] / В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков, О.В. Бочарникова // Роль мелиорации и водного хозяйства в инновационном развитии АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения основоположника высшего гидротехнического и мелиоративного образования в России В.В. Подарева. – М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2012. – С. 98-103.
4. Бочарников, В.С. Разработка технологии возделывания овощных культур при внутрипочвенном и капельном орошении [Текст] / В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков // Аграрная наука: современные проблемы и перспективы развития», посвященной 80-летию со дня образования Дагестанского ГАУ им. М.М. Джамбулатова: материалы международной научно-практической конференции. – Махачкала, 2012. – С. 1540-1543.
5. Интенсивные технологии полива овощей [Текст] / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков, О.В. Бочарникова // Сельский механизатор. – 2014. – №9. – С. 18-19.
6. Мещеряков, М.П. Оценка технической эксплуатации оросительной системы [Текст] / М.П. Мещеряков, В.С. Бочарников // Научно-производственное обеспечение инновационных процессов в орошаемом земледелии Северного Прикаспия: межрегиональная научно-практическая конференция. – М.: Издательство «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2013. – С. 135-137.
7. Мещеряков, М.П. Теоретические аспекты влагопереноса подпочвенной влаги при орошении [Текст] / М.П. Мещеряков, В.С. Бочарников // Научно-производственное обеспечение инновационных процессов в орошаемом земледелии Северного Прикаспия: межрегиональная научно-практическая конференция. – М.: Издательство «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2013. – С. 132-134.

8. Овчинников, А.С. Совершенствование технических средств капельного и внутрипочвенного орошения [Текст] / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – №2 (26). – С. 146-150.

9. Овчинников, А.С. Методика расчета и обоснование параметров контура увлажнения в условиях открытого и закрытого грунта [Текст] / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков // Природообустройство. – 2012. – №4. – С. 29-33.

10. Технология выращивания сельскохозяйственных культур при оптимальном водосбережении [Текст] / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков, О.В. Бочарникова // Проблемы рационального использования природоохозяйственных комплексов засушливых территорий: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции / ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия». – Волгоград, 2015. – С. 122-123.

Reference

1. Bocharnikov, V. S. Izuchenie vnutripochvennogo i kapel'nogo orosheniya ovoschnyh kul'tur v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya [Tekst] / V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov // Puti povysheniya produktivnosti oroshaemyh agrolandshtvov v usloviyah aridnogo zemledeliya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Prikaspijskij NII aridnogo zemledeliya. - M.: Izd-vo "Vestnik RASXN", 2012. - S. 87-89.

2. Bocharnikov, V. S. Novye priemy vozdel'yvaniya ovoschnyh kul'tur v sisteme vodosberegayushchego orosheniya [Tekst] / V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov // Ovoshevodstvo i teplichnoe hozyajstvo. - 2014. - №4. - S. 54-58.

3. Bocharnikov, V. S. Novye sistemy resursosberegayushchih sposobov orosheniya ovoschnyh kul'tur [Tekst] / V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov, O. V. Bocharnikova // Rol' melioracii i vodnogo hozyajstva v innovacionnom razvitii APK: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyaschennoj 150-letiyu so dnya rozhdeniya osnovopolozhnika vysshego gidrotehnicheskogo i meliorativnogo obrazovaniya v Rossii V. V. Podareva. - M.: FGOU VPO MGUP, 2012. - S. 98-103.

4. Bocharnikov, V. S. Razrabotka tehnologii vozdel'yvaniya ovoschnyh kul'tur pri vnutripochvennom i kapel'nom oroshenii [Tekst] / V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov // Agrarnaya nauka: sovremennye problemy i perspektivy razvitiya", posvyaschennoj 80-letiyu so dnya obrazovaniya Dagestanskogo GAU im. M. M. Dzhambulatova: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - Mahachkala, 2012. - S. 1540-1543.

5. Intensivnye tehnologii poliva ovoschej [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov, O. V. Bocharnikova // Sel'skij mehanizator. - 2014. - №9. - S. 18-19.

6. Mescheryakov, M. P. Ocenka tehnicheckoj jkspluatcii orositel'noj sistemy [Tekst] / M. P. Mescheryakov, V. S. Bocharnikov // Nauchno-proizvodstvennoe obespechenie innovacionnyh processov v oroshaemom zemledelii Severnogo Prikaspiya: mezhregional'naya nauchno-prakticheskaya konferenciya. - M.: Izdatel'stvo "Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk", 2013. - S. 135-137.

7. Mescheryakov, M. P. Teoreticheskie aspekty vlagoperenosa podpochvennoj vlagi pri oroshenii [Tekst] / M. P. Mescheryakov, V. S. Bocharnikov // Nauchno-proizvodstvennoe obespechenie innovacionnyh processov v oroshaemom zemledelii Severnogo Prikaspiya: mezhregional'naya nauchno-prakticheskaya konferenciya. - M.: Izdatel'stvo "Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk", 2013. - S. 132-134.

8. Ovchinnikov, A. S. Sovershenstvovanie tehnicheckih sredstv kapel'nogo i vnutripochvennogo orosheniya [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - №2 (26). - S. 146-150.

9. Ovchinnikov, A. S. Metodika rascheta i obosnovanie parametrov kontura uvlazhneniya v usloviyah otkrytogo i zakrytogo grunta [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov // Prirodoobustrojstvo. - 2012. - №4. - S. 29-33.

10. Tehnologiya vyraschivaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur pri optimal'nom vodosbere-zhenii [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov, O. V. Bocharnikova // Problemy racional'nogo ispol'zovaniya prirodohozyajstvennyh kompleksov zasushlivyh territorij: sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / FGBNU "Prikaspijskij nauchno-issledovatel'skij institut aridnogo zemledeliya". - Volgograd, 2015. - S. 122-123.

E-mail: volgau@volgau.com

УДК: 631.674.5:504.064.36

**ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА
И УПРАВЛЕНИЯ ОРОШЕНИЕМ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ
GENERALIZED MODEL OF AUTOMATED INFORMATION SYSTEM
OF MONITORING AND MANAGEMENT OF IRRIGATION IN REAL-TIME**

В.В. Бородычев, академик РАН

М.Н. Лытов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

V.V. Borodichev, M.N. Lytov

*Всероссийский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова (Волгоградский филиал)*

Federal state budgetary scientific institution all-Russian research Institute of hydraulic engineering
and land reclamation them. A. N. Kostyakova

Цель исследований сводилась к разработке обобщенной структурно-функциональной модели информационной системы мониторинга и оперативного управления орошением на основе технологий глобального спутникового позиционирования и препроцессингового определения области оптимальных управленческих решений. В качестве ближайшего аналога разрабатываемой информационной системы приняты геоинформационные системы реального времени. При проведении работы использовались методы эвристического анализа функций информационной системы современных объектов мелиоративного назначения, структурного моделирования процесса принятия решений в системе планового водопользования. Установлено, что главной проблемой систем реального времени является сокращение временных затрат на съем, трансляцию и обработку мониторинговой информации, а также выработку и принятие оптимальных решений. В рамках разработанной модели предложены два подхода к решению проблемы «задержек» реального времени применительно к системе мониторинга и управления орошением в режиме реального времени. В рамках первого подхода решения проблемы «задержек» реального времени предложен последовательный алгоритм обработки мониторинговой информации и принятия на ее основе управленческих решений. Отличительной особенностью этого алгоритма является организация непрерывного контроля реального времени и расчетной компенсации задержек на основе моделирования технологического процесса орошения. Другой подход в решении проблемы сокращения задержек реального времени опирается на алгоритмическую схему принятия решения «на месте». Этот подход имитирует присутствие оператора непосредственно у объекта управления, когда тот «видит» поведение объекта и непосредственно на основе этой информации принимает управляющее решение.

The aim of research was to develop a generalized structurally-functional model of information system for monitoring and operational management of irrigation based on global positioning satellite technology and pre-processing region determining optimal management decisions. As the closest analogue developed information system adopted by the real-time geographic information system. In carrying out the work were used methods of heuristic analysis functions of the information system of modern facilities ameliorative purpose, structural modeling of decision-making in the system of planning water use. It was found that the main problem of real-time systems is to reduce the time spent on rent, translation and processing of monitoring information, as well as the development and adoption of

optimal solutions. In the framework of our model suggested two approaches to solving the problem of «delay» in relation to the real-time monitoring and management of irrigation system in real time. In the first approach solving the problem «delay» real-time sequential algorithm proposed monitoring information processing and decision on its basis of management decisions. A distinctive feature of this algorithm is the organization of a continuous real-time monitoring and compensation for delays calculated on the basis of modeling of technological process of irrigation. Another approach to solving the problem of reducing the real-time delays based on algorithmic decision logic «on the spot». This approach mimics the presence of the operator directly from the control object, when he «sees» the behavior of an object and directly on the basis of this information takes the control solution.

Ключевые слова: орошение, мониторинг, управление, модель, информационная система, система реального времени.

Key words: irrigation, monitoring, control, model, information systems, real time.

Современная парадигма совершенствования гидромелиоративных систем включает широкое использование технологий оптимального управления на базе автоматизированных информационных систем и мониторинге ключевых эксплуатационных показателей [10]. Одним из наиболее перспективных направлений развития информационных технологий применительно к решению задач мониторинга и управления гидромелиоративными системами в области орошения является разработка АИС для информационного обеспечения процессов управления различными структурно-функциональными объектами в реальном масштабе времени.

Материалы и методы. Целью исследований являлась разработка обобщенной модели и структурно-функциональный анализ информационной системы мониторинга и управления орошением в режиме реального времени. Научный и практический опыт создания информационных систем, решающих возложенные на них функции в режиме реального времени, свидетельствует о необходимости учета дилеммы двух простых, но чрезвычайно важных факторов [11, 3]:

– первый постулат заключается в том, что когда приходит время принимать решение, его нельзя откладывать. Это требование является составной частью самого определения информационных систем реального времени;

– второй постулат состоит в том, что принятое решение должно быть оптимальным из некоторого множества альтернатив. Это требование определяется самим существованием информационных систем, – это, собственно, их основополагающая идея.

Объективное существование этих факторов определяют основное противоречие информационных систем реального времени, которое до настоящего времени служит главным двигателем совершенствования применяемых информационно-управляющих моделей:

– с одной стороны, необходимо действовать немедленно;

– с другой стороны, столь же необходимо правильно оценить сложившуюся ситуацию, что требует определенных затрат времени.

Методологической основой исследований стали приемы эвристического анализа функций информационной системы современных объектов мелиоративного назначения, структурного моделирования процесса принятия решений в системе планового водопользования [6, 9]. Объектом исследования является информационная система непрерывного контроля выполнения функций дождевальной техникой нового поколения в режиме реального времени. Выполнение исследований проводилось с использованием элементов современной теории оптимальных и адаптивных систем, теоретических основ координатных систем земледелия, методов функционального анализа в области информационных технологий [2, 1].

Результаты и обсуждение. Структурная схема аппаратно-алгоритмического обеспечения автоматизированной системы управления орошением представлена на рисунке 1. Как видно из представленной на рисунке схемы, объектом управления является водный режим почвы. Оросительная техника является непосредственным объектом приложения управленческих решений, однако сама по себе является только средством регулирования водного режима почвы. Поэтому контрольно-измерительные комплексы и системы мониторинга, работающие в режиме реального времени, должны охватывать не только ключевые функциональные показатели работы оросительной техники, но и показатели, характеризующие динамику водного режима почвы.

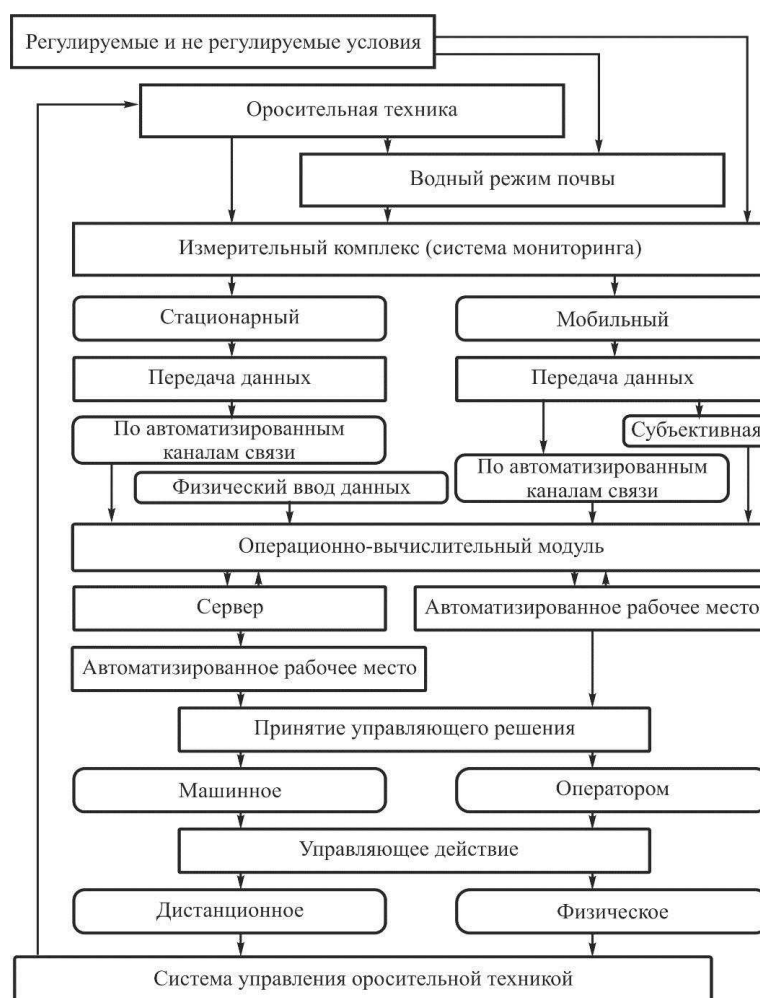


Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема мониторинга и управления орошением в режиме реального времени

В самом общем случае измерительные комплексы в составе обобщенной информационной системы могут быть представлены в стационарных или мобильных вариантах. Каждый из вариантов организации измерительных комплексов имеет свои преимущества и недостатки [4, 5]. Главным преимуществом мобильных измерительных комплексов является возможность организации обслуживания довольно объемного информационного поля одного или даже нескольких объектов управления при минимальной обеспеченности средствами измерения. Недостатком такой организации мониторинга объекта является невозможность организации непрерывного контроля объекта управления.

Стационарные системы мониторинга позволяют организовать съем мониторинговой информации с любой необходимой периодичностью, а также контролировать объект управления непрерывно. Это позволяет избежать необходимости расчетного интерполирования информационных полей и сократить до минимума потребность в использовании вероятностно-интуитивного метода принятия решений в условиях неопределенности. Недостатком такой схемы организации измерительных комплексов является увеличение потребности в дорогостоящем оборудовании, устройствах телеметрии, предварительной обработки и промежуточного хранения информации. Кроме того, важно понимать, что стационарные системы мониторинга будут наиболее эффективны лишь в случае возможности организации непрерывной трансляции результатов измерений.

Передача данных может быть организована несколькими способами. Во-первых, для ее организации может быть использована проводная или беспроводная технология. В ряде случаев на практике выгодно комбинировать эти способы передачи данных, используя проводные технологии на небольшие расстояния с последующим использованием беспроводных технологий из точки наиболее уверенного приема радиосигнала. Во-вторых, важно дифференцировать технологии автоматизированной передачи данных по указанным выше каналам связи и способ субъективной доставки информации. Последнее подразумевает физическую доставку модуля хранения информации к операционно-вычислительному модулю, физический ввод информации с клавиатуры или других устройств ввода данных. Сюда же можно отнести архаичный способ субъективной голосовой передачи данных от объекта контроля/управления к операционно-вычислительному центру. Технологии автоматизированной передачи данных используют стандартные протоколы и не требуют участия в процессе человека. Применение таких технологий выглядит наиболее привлекательным для использования в системах реального времени, так как позволяет избежать неоправданных затрат времени на доставку информации. В связи с этим, стационарные измерительные комплексы целесообразно комплектовать исключительно автоматизированными средствами телеметрии. Мобильные измерительные комплексы в зависимости от характера мониторинговой информации и пространственно-логической модели организации информационной системы могут комплектоваться как автоматизированными средствами телеметрии, так и использовать субъективные способы переноса информации.

Еще одним важным источником первичной информации информационной системы управления орошением является непосредственный (субъективный) ввод (выбор) данных, определяющих априорно известные характеристики информационного поля. К таким данным можно отнести, например, геоинформационную основу контролируемого участка, культуры севооборотной группы, определяющие выбор модели водопотребления, модели производственного процесса, модели расходования ресурсов и т.д. К этим же данным относится и сетевой график задания на выполнение технологического процесса, целевые задачи, целевые функции, регламенты и другие инструкции, определяющие поставленную задачу.

Ключевым блоком информационной системы управления орошением, как и любой информационной системы, является вычислительный центр (операционно-вычислительный модуль), задачей которого является обработка первичной информации и создание информации, предназначенной непосредственно для потребления человеком – оператором системы управления орошением. Кроме того, операционно-вычислительный модуль на основе сформированных полей информации осуществляет проверку выполне-

ния технологического процесса на соответствие поставленным задачам (регламентам, инструкциям), осуществляет выработку управленческих решений и выбор наиболее оптимальных (предпочтительных) из них.

Современный уровень развития информационных технологий позволяет размещать сформированную операционно-вычислительным модулем информацию непосредственно на автоматизированном рабочем месте оператора управления (диспетчера, оператора дождевальной техники и т.д.). Другим способом доведения выработанной информации до оператора является размещение ее на сервере. В первом случае необходима организация канала связи операционно-вычислительного модуля с каждым из автоматизированных рабочих мест информационной системы. Преимуществом такой системы является исключение одного из модулей – посредников информационной системы и сокращение общего времени на обработку информации и принятие управляющего решения, что важно для систем реального времени. Недостатком такой системы является необходимость организации одновременной интерактивной связи со всеми задействованными автоматизированными рабочими местами, что возможно лишь при малых масштабах и сравнительной простоте организации системы управления. Кроме того, нужно учитывать, что при организации информационного взаимодействия модулей системы по схеме «операционно-вычислительный модуль – автоматизированное рабочее место» хранение информации осуществляется за счет ресурсов автоматизированного рабочего места. Это приводит к необходимости существенного повышения ресурсов и, соответственно, сложности автоматизированных рабочих мест, либо к отказу от хранения ретроспективной информации в целом, или в какой-то ее части.

Указанных недостатков лишены серверные информационные системы [7-8]. Сервер в такой системе полностью берет на себя функцию хранения и обмена информацией между операционно-вычислительным модулем. В общем случае, серверные системы предпочтительны для сложных информационных систем со множеством автоматизированных рабочих мест, а прямой обмен данными с автоматизированным рабочим местом, – для простых систем, преимущественно, с одним автоматизированным рабочим местом. Следует также учитывать, что сегодня и для «простых» информационных систем с одним автоматизированным рабочим местом возможна организация обмена информацией по серверной схеме на базе «общественного» сервера, взаимодействующего с несколькими или множеством «простых» информационных систем.

Одной из ключевых задач информационной системы является выработка и поддержка принятия управленческого решения. Алгоритмы операционно-вычислительного модуля должны обеспечивать выработку и определение области оптимальных решений в режиме реального времени [9]. Однако выбор оптимального управленческого решения может осуществляться как в автоматизированном, «машинном» режиме, так и субъективно, оператором управления. Выбор управленческого решения в автоматизированном режиме предпочтительнее для систем реального времени, так как не несет в себе субъективных задержек в принятии решений. В то же время «машинные» технологии принятия решений связаны с риском возникновения системных ошибок, обусловленных несовершенством используемых алгоритмов и инструкций операционно-вычислительной логики.

Выбор управленческого решения оператором в настоящее время является единственным реализуемым вариантом использования информационных систем мониторинга и управления орошением. Преимуществом такой схемы является субъективная «контролируемость» технологического процесса и субъективная возможность принятия решения в условиях неопределенности. К недостаткам такой схемы следует отнести субъективные задержки времени для принятия управленческого решения, а также возможность совершения субъективных ошибок, вероятность которых обратно пропорциональна квалификации оператора.

Принятое управляющее решение реализуется посредством выполнения управляющего действия. Сегодня объективно существуют и используются два метода реализации управляющего действия: физическое и дистанционное. В свете современной парадигмы развития гидромелиоративных систем первый из рассмотренных подходов является «прошлым», а второй – «будущим» систем управления в мелиорации. Дистанционная реализация управляющих решений позволяет оператору сохранять мобильность и находиться в любом месте по отношению к объекту управления. При физической реализации управляющего действия требуется постоянное нахождение оператора в непосредственной близости от объекта управления; существенно возрастают субъективные затраты времени, что снижает эффективность систем реального времени.

Сама концепция систем реального времени предусматривает, что временная задержка между измерением контролируемых показателей, принятием и реализацией управляющего решения должна стремиться к нулю. В то же время следует учитывать объективные трудности реализации процесса мониторинга и управления орошением в режиме реального времени:

- необходимость неоднократного транслирования данных от одного из пространственно-разнесенных модулей информационной системы к другому;
- возможные сбои передачи данных в полевых условиях;
- сложность вычислительных алгоритмов, определяющих объективные задержки времени на обработку первичной информации, выработку управляющих решений, ранжирование управляющих решений по условиям оптимальности;
- субъективные задержки времени на принятие решений и реализацию управляющих действий.

Преодоление объективных трудностей реализации процесса мониторинга и управления орошением в режиме реального времени связано с необходимостью разработки специальных алгоритмов функционирования информационной системы, которые учитывали бы объективные задержки времени от момента съема мониторинговой информации до момента реализации управляющего решения. На рисунке 2 представлен один из вариантов такого рода алгоритмов. Алгоритм включает обработку первичных данных (входная информация: данные мониторинга объектов и процессов в режиме реального времени, базы данных и т.д.), определение области возможных управляющих решений, ранжирование их по степени оптимальности, выбор управляющего решения, вероятность соответствия сложившейся ситуации которого наиболее высока, процедуру взаимодействия с оператором и реализацию принятого управляющего решения. Отличительным блоком представленного алгоритма является организация непрерывного контроля реального времени в процессе выполнения всех вышеперечисленных процедур. Модуль контроля реального времени обеспечивает возможность оценки задержки реального времени на каждом этапе выполнения процедур по предложенному алгоритму. Корректировка управляющих решений с учетом фактических задержек реального времени осуществляется операционно-вычислительным модулем на основе комплексного моделирования и прогноза состояний процессов и объектов управления на среднее время задержки принятия решения.

Другой подход в решении проблемы сокращения задержек реального времени опирается на алгоритмическую схему принятия решения «на месте» (рисунок 3). Этот подход имитирует присутствие оператора непосредственно у объекта управления, когда тот «видит» поведение объекта и непосредственно на основе этой информации принимает управляющее решение.

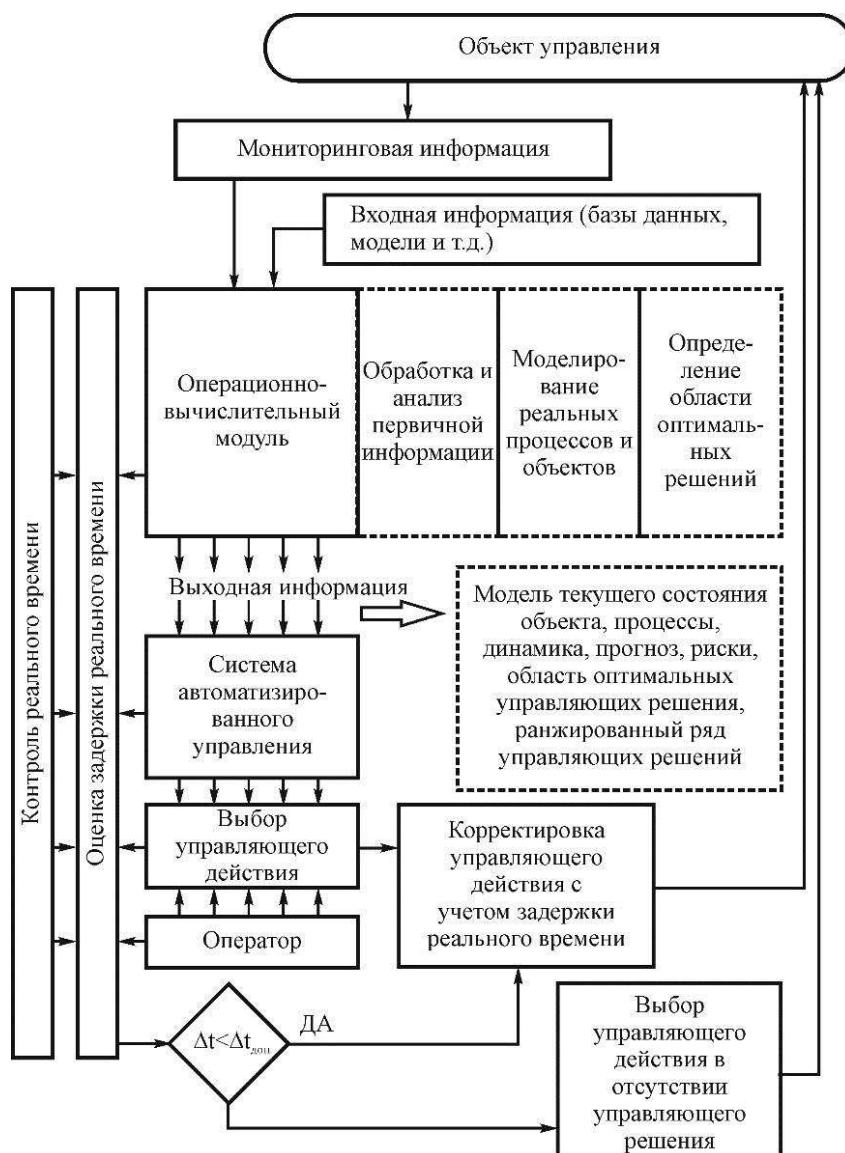


Рисунок 2 – Общая схема организации информационной системы с контролем реального времени

Де-факто оператор сравнивает наблюдаемое поведение объекта (процесса) с интуитивной моделью поведения объекта (процесс), базирующейся на личном опыте субъекта (оператора). Применение такого подхода к вычислительным алгоритмам современных автоматизированных информационных систем ставит во главу угла необходимость моделирования реальных объектов и контролируемых процессов. При этом итогом моделирования объектов (процессов) является определение значений ряда показателей, характеризующих состояние (поведение) объекта (процесса). Результаты моделирования (определения прогнозных значений показателей) транслируются непосредственно к объекту управления. Одновременно с этим производится съем мониторинговой информации с контролируемого объекта (процесса), которая сравнивается с прогнозными значениями этих же показателей, определенных на основе используемой модели. В результате производится подбор модели состояния (ситуации) по реальным значениям мониторинговой информации. Выбранная модель состояния определяет об-

ласть оптимальных управленческих решений, которые также транслируются непосредственно к объекту управления параллельно с трансляцией прогнозных (моделируемых) значений показателей, характеризующих состояние объекта (процесса). Функция оператора при этом сводится к выбору оптимального управленческого решения из ранжированного списка, либо к возможности блокировки исполняемого действия при автоматизированном (машинном) выборе управляющего решения.

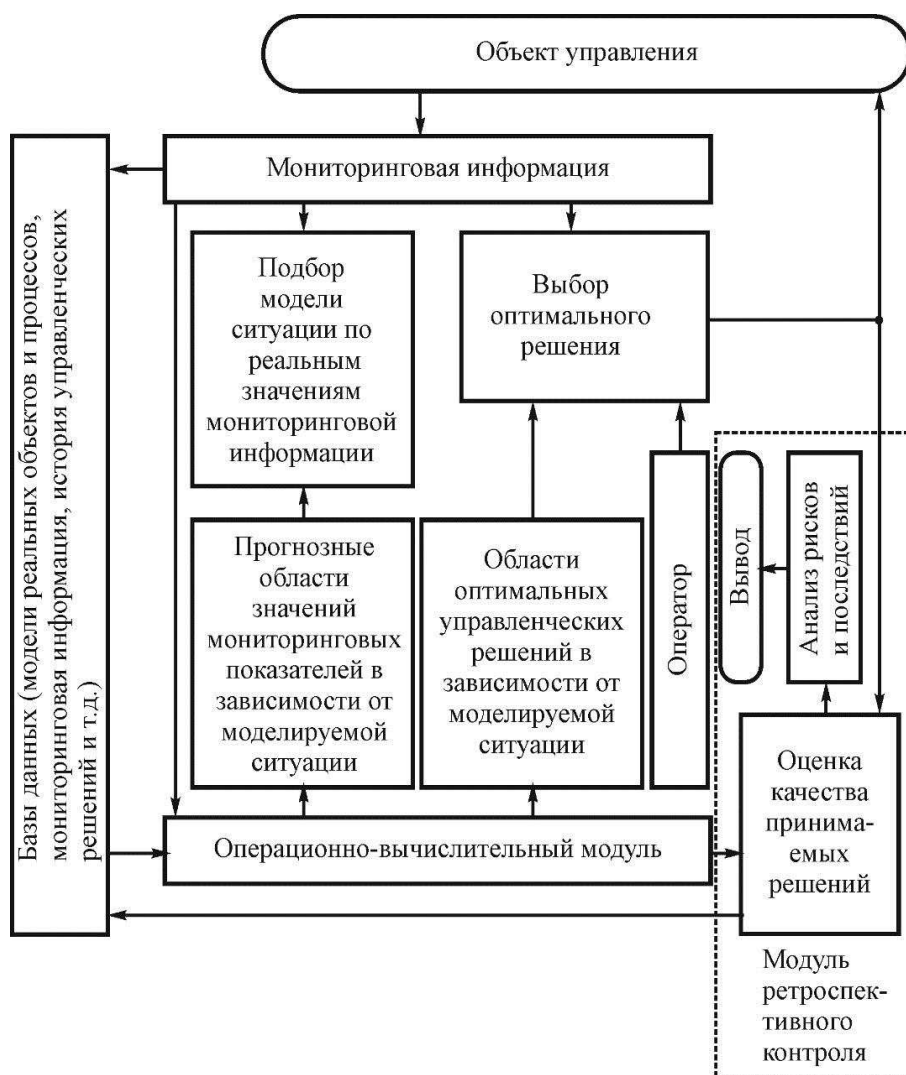


Рисунок 3 – Общая схема организации информационной системы с реализацией алгоритма принятия решений «на месте»

Выводы. Временные задержки – интервалы между измерением показателей, характеризующих состояние объекта (процесса), трансляцией и обработкой мониторинговой информации, выработкой, принятием и реализацией управляющих решений, являются главной проблемой современных информационных систем реального времени. Использование предложенных алгоритмов позволяет успешно решать эту проблему в рамках рассматриваемой модели автоматизированной информационной системы мониторинга и управления орошением в режиме реального времени. При этом наиболее уязвимыми, проблемными узлами информационной системы в целом являются организация трансляции и приема информации.

Библиографический список

1. Александров, А.Г. Оптимальные и адаптивные системы [Текст]/ А.Г. Александров. – М.: Высшая школа, 1989. – 263 с.
2. Андреев, В.К. Вопросы прикладного функционального анализа [Текст]/ В.К. Андреев. – Красноярск: КрасГУ, 2007. – 128 с.
3. Бородычев, В.В. Комплексы показателей мониторинга работы дождевальной техники в режиме реального времени [Текст] / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, Е.Э. Головинов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 3 (39). – С. 33-37.
4. 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. – С. 48-52.
5. Бородычев, В.В. Геопозиционный синтез мониторинговых данных и возможности их использования в режиме реального времени [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №1. – С. 168-177.
6. Бочкарев, В.Я. Новые технологии и средства измерений, методы организации водочета на оросительных системах [Текст]/ В.Я. Бочкарев – Новочеркасск: ФГБНУ «РосНИИПМ», 2012. – 227 с.
7. Казаринов, Л.С. Автоматизированные информационно-управляющие системы [Текст] : учебное пособие / Л.С. Казаринов, Д.А. Шнайдер, Т.А. Барбасова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 320 с.
8. Клевцов, С.И. Анализ и формирование требований к программному обеспечению информационных систем сбора и обработки данных [Текст]/ С.И. Клевцов. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2007. – 100 с.
9. Оптимальное управление поливами на основе современных вычислительных алгоритмов [Текст]/ В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, А.С. Овчинников, В.С. Бочарников //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 4 (40). – С. 21-28.
10. Оросительные системы России: от поколения к поколению [Текст]: монография / В. Н. Щедрин, А. В. Колганов, С. М. Васильев, А. А. Чураев. – В 2 ч. –Новочеркасск: Геликон, 2013. – 590 с.
11. Чефранов, А.Г. Проектирование систем реального времени [Текст] / А.Г. Чефранов, Р.В. Троценко. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 226 с.

Reference

1. Aleksandrov, A. G. Optimal'nye i adaptivnye sistemy [Tekst]/ A. G. Aleksandrov. - M.: Vysshaya shkola, 1989. - 263 s.
2. Andreev, V. K. Voprosy prikladnogo funkcional'nogo analiza [Tekst]/ V. K. Andreev. - Krasnoyarsk: KrasGU, 2007. - 128 s.
3. Borodychev, V. V. Kompleksy pokazatelej monitoringa raboty dozhdeval'noj tehniki v rezhime real'nogo vremeni [Tekst] / V. V. Borodychev, M. N. Lytov, E. Je. Golovinov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 3 (39). - S. 33-37.
4. Borodychev, V. V. Apparatnoe obespechenie monitoringa raboty dozhdeval'noj tehniki na osnove tehnologij global'nogo sputnikovogo pozicionirovaniya [Tekst]/ V. V. Borodychev, E. }. Golovinov, M. N. Lytov // Puti povysheniya jffektivnosti oroshaemogo zemledeliya. - 2016. - № 2. - S. 48-52.
5. Borodychev, V. V. Geopozicionnyj sintez monitoringovyh dannyh i vozmozhnosti ih ispol'zovaniya v rezhime real'nogo vremeni [Tekst]/ V. V. Borodychev, M. N. Lytov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №1. - S. 168-177.
6. Bochkarev, V. Ya. Novye tehnologii i sredstva izmerenij, metody organizacii vodoucheta na orositel'nyh sistemah [Tekst]/ V. Ya. Bochkarev - Novocherkassk: FGBNU "RosNIIPM", 2012. - 227 s.

7. Kazarinov, L. S. Avtomatizirovannye informacionno-upravlyayuschie sistemy [Tekst] : uchebnoe posobie / L. S. Kazarinov, D. A. Shnajder, T. A. Barbasova. - Chelyabinsk: Izd-vo YuUr-GU, 2008. - 320 s.

8. Klevcov, S. I. Analiz i formirovanie trebovanij k programmnomu obespecheniyu informacionnyh sistem sbora i obrabotki dannyh [Tekst]/ S. I. Klevcov. - Taganrog: Izd-vo TTI YuFU, 2007. - 100 s.

9. Optimal'noe upravlenie polivami na osnove sovremennyh vychislitel'nyh algoritmov [Tekst]/ V. V. Borodychev, M. N. Lytov, A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov //Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 4 (40). - S. 21-28.

10. Orositel'nye sistemy Rossii: ot pokoleniya k pokoleniyu [Tekst]: monografiya / V. N. Schedrin, A. V. Kolganov, S. M. Vasil'ev, A. A. Churaev. - V 2 ch. -Novocherkassk: Gelikon, 2013. - 590 s.

11. Chefranov, A. G. Proektirovanie sistem real'nogo vremeni [Tekst] / A. G. Chefranov, R. V. Trocenko. - Taganrog: Izd-vo TRTU, 2005. - 226 s.

E-mail: vkovniigim@yandex.ru

УДК 631.67

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ КАПЕЛЬНОГО И ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ

TECHNOLOGICAL SCHEMES OF ENSURING THE EFFICIENCY OF DROPS AND INTRACOROUS IRRIGATION SYSTEMS

А.С. Овчинников, член-корреспондент РАН,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В.С. Бочарников, доктор технических наук, доцент

М.П. Мешеряков, кандидат технических наук, доцент

О.В. Бочарникова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

В.Ф. Лобойко, доктор технических наук, профессор

A.S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Meshcheryakov,

O.V. Bocharnikova, V.F. Loboyko

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agricultural University

В статье изложены материалы технологического регламента по созданию участка внутрипочвенного и капельного орошения и описаны мероприятия повышения урожайности и качества получаемой продукции за счет непрерывного поддержания заданного уровня влажности почвы в период вегетации. На первом этапе проектирования оросительной системы предполагается выбор местоположения участка внутрипочвенного либо капельного орошения с проведением оценки почвенных, климатических, гидрологических и топографических условий, оценка водоисточника для орошения, разработка схемы оросительной сети, подбор насосного оборудования и поливных трубопроводов, а также расчет распределительной и магистральной сети. На втором этапе производится внедрение системы, в том числе монтаж насосного оборудования, устройств для очистки поливной воды, установка гидropодкормщика, распределительного и магистрального трубопроводов. Монтируется запорная арматура, средства контроля и управления, закладываются внутрипочвенные увлажнители, либо укладываются капельные линии. На третьем эксплуатационном или производственном периоде выполняется отладка и непосредственно работа оросительной системы, то есть, производится полив возделываемых культур и внесение удобрений на основе данных соответствующего анализа почвы и растений. В процессе эксплуатации осуществляются и сервисные работы по очистке фильтрационного материала, удаления кольматажа, диагностике и техническому обслуживанию конструктивных элементов. После окончания поливного периода производится демонтаж и консервация насосного оборудования, узла водоподготовки и элементов автоматики. С участка удаляются капельные линии, в случае, если они рассчитанные на один сезон работы.

The article describes the materials of the technological regulations for the creation of a site for intra-soil and drip irrigation, and describes measures to increase the yield and quality of the products obtained by continuously maintaining a given level of soil moisture during the growing season. At the first stage of irrigation system design, it is planned to select the location of a site for subsoil or drip irrigation with the assessment of soil, climatic, hydrological and topographical conditions, assessment of the water source for irrigation, development of irrigation network design, selection of pumping equipment and irrigational pipelines, and calculation of distribution and backbone networks. At the second stage, the system is being implemented, including the installation of pumping equipment, devices for cleaning irrigation water, installing a hydro-spinner, distributive and main pipelines. Mounted shut-off valves, controls and controls, internal soil humidifiers are laid, or drip lines are laid. At the third operational or production period, debugging and direct operation of the irrigation system is being carried out, that is, watering the cultivated crops and applying fertilizers on the basis of data from the appropriate analysis of soil and plants. In the process of operation, the cleaning of the filtration material, the removal of colmatage, the diagnosis and maintenance of structural elements are also carried out. After the end of the irrigation period, dismantling and conservation of pumping equipment, water treatment unit and automation elements is carried out. Drip lines are removed from the site, in case they are designed for one season of work.

Ключевые слова: *капельное орошение, внутрисочвенное орошение, урожайность, продукция, технология.*

Key words: drip irrigation, intra-soil irrigation, productivity, production, technology.

Введение. На сегодняшний день перед мелиоративной наукой стоит задача не только в получении необходимых объемов сельскохозяйственной продукции, но и в снижении ее себестоимости, повышении производительности труда, обеспечении экологической безопасности производства. В связи с этим, возникает необходимость в разработке технологий, способных обеспечить необходимые требования. Внутрисочвенное и капельное орошение, безусловно, наиболее соответствующие данным условиям способы полива [6, 3, 8].

Материалы и методы. На рисунке 1 представлена блок-схема технологического регламента реализации проекта по созданию участка внутрисочвенного и капельного орошения. На первом этапе проектирования оросительной системы предполагается выбор местоположения участка внутрисочвенного либо капельного орошения с проведением оценки почвенных, климатических, гидрологических и топографических условий, оценка водисточника для орошения, разработка схемы оросительной сети, подбор насосного оборудования и поливных трубопроводов, а также расчет распределительной и магистральной сети. На втором этапе производится внедрение системы, в том числе монтаж насосного оборудования, устройств для очистки поливной воды, установка гидрораспределителя, распределительного и магистрального трубопроводов. Монтируется запорная арматура, средства контроля и управления, закладываются внутрисочвенные увлажнители, либо укладываются капельные линии. На третьем эксплуатационном или производственном периоде выполняется отладка и непосредственно работа оросительной системы, то есть производится полив возделываемых культур и внесение удобрений на основе данных соответствующего анализа почвы и растений. В процессе эксплуатации осуществляются и сервисные работы по очистке фильтрационного материала, удаления кольматажа, диагностике и техническому обслуживанию конструктивных элементов. После окончания поливного периода производится демонтаж и консервация насосного оборудования, узла водоподготовки и элементов автоматики. С участка удаляются капельные линии, в случае, если они рассчитанные на один сезон работы [1, 5, 9, 10].

Результаты и обсуждение. На рисунке 2 представлена блок-схема технологии возделывания томатов и сладкого перца при внутрисочвенном и капельном орошении в открытом грунте.

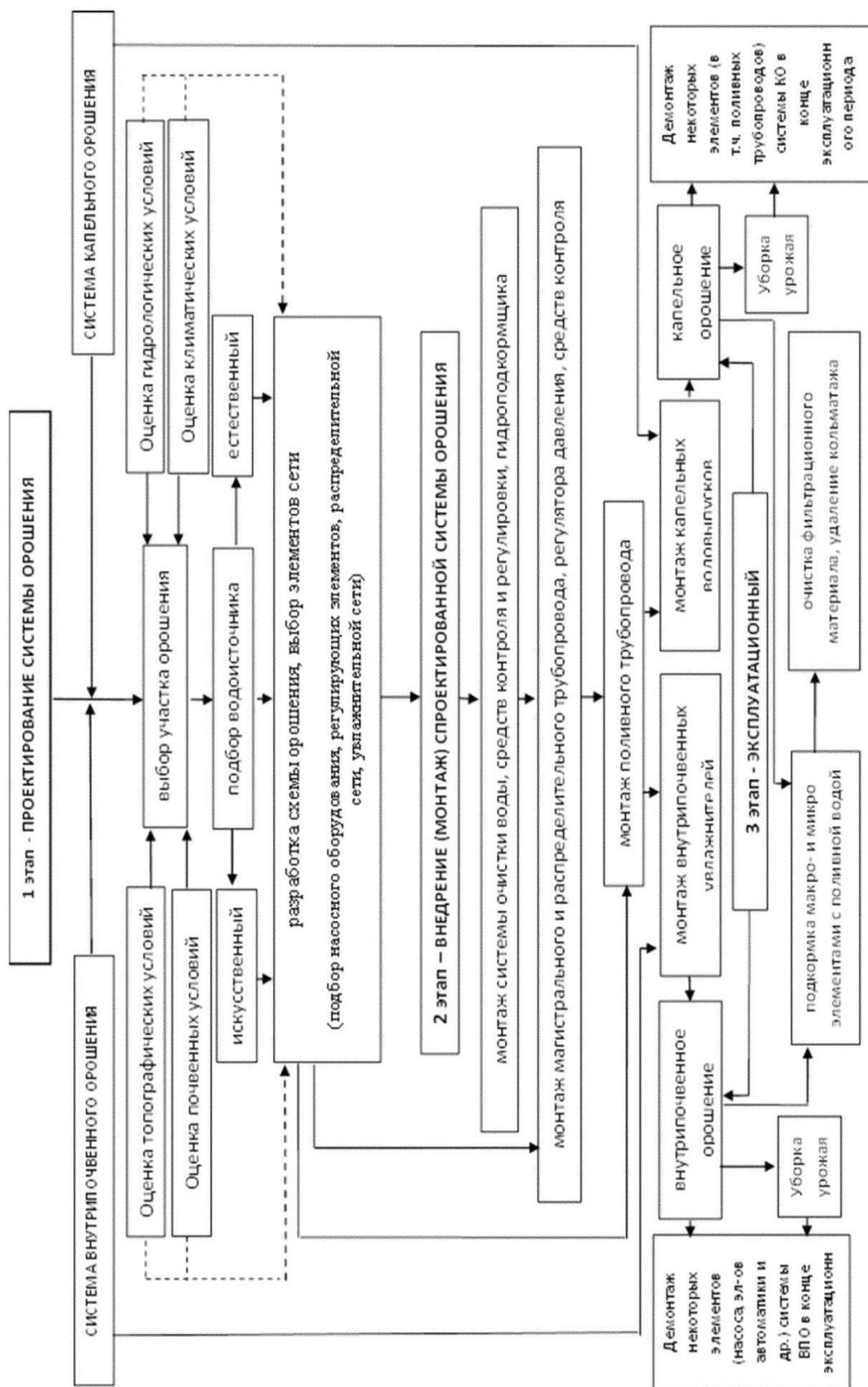


Рисунок 1 – Блок-схема технологического регламента по созданию участка внутрипочвенного и капельного орошения

Наряду с проведением технологических мероприятий по монтажу и настройке систем орошения, необходимо проведение обязательных агротехнических операций при возделывании томатов и сладкого перца при орошении, которые включают в себя подготовку посадочного материала, обработку почвы и т.д. После проведения обработки почвы и внесения необходимых доз удобрений осуществляется высадка рассады в открытый грунт с проведением посадочных поливов.

В период вегетации томата и сладкого перца, за счет внутрипочвенного либо капельного орошения обеспечивается регулирование влажности почвы в пределах установленного диапазона. При выращивании сладкого перца в условиях легких слоистых супесчаных почв поддержание предполивного порога влажности почвы на заданном уровне 70 % НВ обеспечивается 10 внутрипочвенными или капельными поливами при поливной норме 345-365 м³/га. Поддержание предполивного порога влажности почвы на уровне 80 % НВ обеспечивается 15-16 поливами при поливной норме 255-270 м³/га. Поливной режим 90 % НВ обеспечивается 37-38 поливами при поливной норме 115-125 м³/га [2].

При выращивании томатов в условиях тяжелых суглинистых почв поддержание предполивного порога влажности почвы на заданном уровне 70% НВ обеспечивается 11 капельными поливами при поливной норме 280 м³/га. Поддержание предполивного порога влажности почвы на уровне 80 % НВ обеспечивается 21 поливом при поливной норме 190 м³/га. Поливной режим 90 % НВ обеспечивается 43 поливами при поливной норме 95 м³/га [7, 4]. С целью обеспечения повышения урожайности и качества получаемой продукции за счет непрерывного поддержания заданного уровня показателей влажности почвы в период вегетации, нами предлагается технология внутрипочвенного орошения томатов в условиях закрытого грунта.

Состав основных элементов технологии включает в себя необходимые агротехнические мероприятия, проводимые при возделывании томатов в теплицах. Подготовительный период связан с подготовкой посадочного материала, в том числе обработкой семян, пикировкой и формированием рассады. Затем производится сборка конструкции теплицы и монтаж системы внутрипочвенного орошения, связанный с установкой насосного оборудования и других конструктивных элементов. Одновременно производятся земляные работы и укладка увлажнительной сети. После окончания монтажа системы внутрипочвенного орошения предусматривается выполнение агротехнических мероприятий, связанных с необходимой обработкой почвогрунта, внесением минеральных удобрений и др. На следующем этапе производят высадку рассады в теплицу, одновременно обеспечивая проведение посадочного внутрипочвенного полива.

В период вегетации томата, применяя внутрипочвенное орошение, обеспечивается регулирование влажности почвы в пределах установленного диапазона. Поддержание предполивной влажности почвы на заданном уровне 70 % НВ обеспечивается 16-17 поливами при поливной норме 26 л/м² и суммарном времени работы системы 72,0-76,5 часа. Поддержание предполивного порога влажности почвы на уровне 80 % НВ обеспечивается 27-29 поливами при поливной норме 17 л/м² и суммарном времени работы системы 81,0-87,0 часа. Поливной режим 90 % НВ обеспечивается 55-57 поливами при поливной норме 9 л/м².

Заключение. Внедрение предлагаемой нами технологии возделывания овощных культур с использованием внутрипочвенного и капельного способа полива в условиях открытого грунта обеспечивает получение гарантированных урожаев сладкого перца на уровне 46,7-66,7 т/га и томатов на уровне 77,4-97,8 т/га. Внедрение предлагаемой нами технологии возделывания томатов с использованием внутрипочвенного способа полива в условиях весенних пленочных теплиц, обеспечивает при снижении расходов поливной воды, энергетических и трудовых затрат, получение гарантированных урожаев ранних томатов на уровне 11,8-13,3 кг/м².

Библиографический список

1. Бочарников, В.С. Экономия оросительной воды при производстве продукции овощеводства [Текст] /В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков, О.В. Бочарникова //Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях: сборник докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 140-летию А.Г. Дояренко. – Саратов: ГНУ НИИ сельского хозяйства Юго-Востока РАСХН, 2014. – С. 487-490.
2. Бочарников, В.С. Технологические аспекты применения внутрипочвенного и капельного орошения при возделывании овощных культур [Текст] /В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков // Научная жизнь. – 2012. – №1. – С. 148-154.
3. Закономерности формирования урожая томатов при капельном орошении [Текст] / А.С. Овчинников, И.И. Азарьева, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков, О.В. Бочарникова //Инновационные технологии и экологическая безопасность в мелиорации: сборник научных докладов IV Международной конференции / ВНИИ «Радуга». – Коломна: Инлайт, 2012. – С. 87-89.
4. Интенсивные технологии полива овощей [Текст] / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков, О.В. Бочарникова // Сельский механизатор. – 2014. – №9. – С. 18-19.
5. Мещеряков, М.П. Инновационные решения в системах капельного орошения [Текст] /М.П. Мещеряков, В.С. Бочарников// Аграрная наука-сельскому хозяйству: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Алтайского ГАУ: в 3 кн. – Барнаул: РИО АГАУ, 2013. – Кн.2. – С. 142-144.
6. Мещеряков, М.П. Оценка технической эксплуатации оросительной системы [Текст]/ М.П. Мещеряков, В.С. Бочарников // Научно-производственное обеспечение инновационных процессов в орошаемом земледелии Северного Прикаспия: межрегиональная научно-практическая конференция. – М.: Издательство «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2013. – С. 135-137.
7. Мещеряков, М.П. Эксплуатация передовых систем орошения при возделывании овощных культур [Текст] /М.П. Мещеряков, В.С. Бочарников //Пути повышения продуктивности орошаемых агроландшафтов в условиях аридного земледелия: материалы Международной научно-практической конференции / Прикаспийский НИИ аридного земледелия. – М.: Изд-во «Вестник РАСХН», 2012. – С. 84-87.
8. Овчинников, А.С. Конструктивные особенности систем капельного и внутрипочвенного орошения [Текст] / А.С. Овчинников, М.П. Мещеряков, В.С. Бочарников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2007. – №1 (5). – С. 129-132.
9. Овчинников, А.С. Совершенствование технических средств капельного и внутрипочвенного орошения [Текст] /А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – №2 (26). – С. 146-150.
10. Определение закономерностей передвижения поливной воды на основе экспериментальных исследований [Текст] / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков, О.В. Бочарникова // Materialele impozitionului Stiintific International «Agricultura Mode ma - Realizari si Perspective» consacrat aniversarii de 80 de ani de la Infiintarea Universitatii Agrare de Stat din Moldova. - Chisnau. – 2013. – p. 21-25
11. Современное сельское хозяйство – достижения и перспективы [Текст]: материалы Международного Научного Симпозиума «, посвященного 80 летию со дня основания Государственного аграрного университета Молдовы. – Кишинев, 2013. – С. 21-25.

Reference

1. Bocharnikov, V.S. Jekonomiya orositel'noj vody pri proizvodstve produkci i ovoshevodstva [Tekst] /V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov, O. V. Bocharnikova //Perspektivnye napravleniya issledovaniy v izmenyayushihsiya klimaticheskikh usloviyah: sbornik dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh i specialistov, posvyaschennoj 140-letiyu A. G. Doyarenko. - Saratov: GNU NII sel'skogo hozyajstva Yugo-Vostoka RASXN, 2014. - S. 487-490.
2. Bocharnikov, V. S. Tehnologicheskie aspekty primeneniya vnutripochvennogo i kapel'nogo orosheniya pri vozdeleyvanii ovoschnyh kul'tur [Tekst] /V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov // Nauchnaya zhizn'. - 2012. - №1. - S. 148-154.

3. Zakonomernosti formirovaniya urozhaya tomatov pri kapel'nom oroshenii [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, I. I. Azar'eva, V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov, O. V. Bocharnikova // Innovacionnye tehnologii i jkologicheskaya bezopasnost' v melioracii: sbornik nauchnyh dokladov IV Mezhdunarodnoj konferencii / VNII "Raduga". - Kolomna: Inlajt, 2012. - S. 87-89.
4. Intensivnye tehnologii poliva ovoschej [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov, O. V. Bocharnikova // Sel'skij mehanizator. - 2014. - №9. - S. 18-19.
5. Mescheryakov, M. P. Innovacionnye resheniya v sistemah kapel'nogo orosheniya [Tekst] / M. P. Mescheryakov, V. S. Bocharnikov // Agrarnaya nauka-sel'skomu hozyajstvu: sbornik statej VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyaschjonnoj 70-letiyu Altajskogo GAU: v 3 kn. - Barnaul: RIO AGAU, 2013. - Kn.2. - S. 142-144.
6. Mescheryakov, M. P. Ocenka tehnicheckoj jkspluatacii orositel'noj sistemy [Tekst] / M. P. Mescheryakov, V. S. Bocharnikov // Nauchno-proizvodstvennoe obespechenie innovacionnyh processov v oroshaemom zemledelii Severnogo Prikaspiya: mezhhregional'naya nauchno-prakticheskaya konferenciya. - M.: Izdatel'stvo "Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk", 2013. - S. 135-137.
7. Mescheryakov, M. P. Jekspluataciya peredovyh sistem orosheniya pri vzdelyvanii ovoschnyh kul'tur [Tekst] / M. P. Mescheryakov, V. S. Bocharnikov // Puti povysheniya produktivnosti oroshaemyh agrolandshaftov v usloviyah aridnogo zemledeliya: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Prikaspijskij NII aridnogo zemledeliya. - M.: Izd-vo "Vestnik RASXN", 2012. - S. 84-87.
8. Ovchinnikov, A. S. Konstruktivnye osobennosti sistem kapel'nogo i vnutripochvennogo orosheniya [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, M. P. Mescheryakov, V. S. Bocharnikov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2007. - №1 (5). - S. 129-132.
9. Ovchinnikov, A. S. Sovershenstvovanie tehnicheckih sredstv kapel'nogo i vnutripochvennogo orosheniya [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - №2 (26). - S. 146-150.
10. Opredelenie zakonomernostej peredvizheniya polivnoj vody na osnove jksperimental'nyh issledovanij [Tekst] / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Mescheryakov, O. V. Bocharnikova // Materialele impozionului Stiintific International "Agricultura Mode ma - Realizari si Perspective" consacrat aniversarii de 80 de ani de la Infiintarea Universitatii Agrare de Stat din Moldova. - Chisnau. - 2013. - p. 21-25
11. Sovremennoe sel'skoe hozyajstvo - dostizheniya i perspektivy [Tekst]: materialy Mezhdunarodnogo Nauchnogo Simpoziuma ", posvyaschennogo 80 letiyu so dnya osnovaniya Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Moldovy. - Kishinev, 2013. - S. 21-25.

E-mail: volgau@volgau.com

УДК 574.5

ЗНАЧЕНИЕ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ В СОХРАНЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

VALUE VOLGA-AKHTUBA FLOODPLAIN IN THE SAVE-NVIRONMENTAL STABILITY SYSTEM PRIKASPIYA

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

Р.К. Туз, кандидат сельскохозяйственных наук

С.В. Конев

N.V.Tutuma, R.K. Tuz, S.V. Konev

*Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия,
Астраханская область, Черныйярский район, с. Соленое*

FGBNU «Caspian scientific research institute of arid agriculture»

В данной статье рассматриваются результаты теоретико-практического исследования по проблеме сохранения экологической устойчивости территорий Северного Прикаспия, в состав которых входит и Астраханская область. Объектом исследования является уникальность

экологии Северного Прикаспия и роль реки Волги в его сохранении. Исследуемым предметом является значимость для экологии Северного Прикаспия Волго-Ахтубинской поймы как аквобиоресурсного донора на Нижней Волге. Характеризуется природно-историческое значение исследуемых территорий, их состояние и причины ухудшения экологии за последние пять лет. Проведенный мониторинг исследуемых объектов показывает отрицательную динамику в сохранении аквобиоразнообразия. Выявлены основные технологические и антропологические факторы вмешательства человека в естественное развитие природы, в результате которых резко уменьшаются биоресурсы и их репродуктивная способность. Выявлено значение экологического состояния реки Волга и Волго-Ахтубинской поймы как ее составляющей в сохранении устойчивости экологической системы Северного Прикаспия. С целью решения проблемы и оздоровления экологии, необходимо устранить или нейтрализовать отрицательные факторы, нарушающие естественный режим природного экологического равновесия на данной территории. Работа эта должна проводиться целенаправленно и комплексно всеми природопользователями. В заключении сформулированы выводы и предложения по экологическому оздоровлению Волго-Ахтубинской поймы и Северного Прикаспия.

This article discusses the results of theoretical and practical research on the preservation of ecological stability of the Northern Caspian area, which include and Astrakhan region. The object of this study is unique ecology of the Northern Caspian Region and the role of the Volga River in its subject of a significance for the ecology of the Northern Caspian Volga-Akhtuba floodplain as a donor in the Lower Volga. It characterized by natural and historical significance of the study area, their condition and causes of environmental degradation in the past five years. Held monitoring objects shows a negative trend in the preservation. The basic technological and anthropological factors of human intervention in the natural development of nature, resulting in dramatically reduced biological resources and their re-productive ability. Revealed the value of the ecological state of the river Volga and the Volga-Akhtuba floodplain, as her part in maintaining Northern Caspian. In order to solve the problems and improvement of the ecology is necessary to eliminate or neutralize the negative factors that violate the natural regime of the natural ecological balance in the area. This work should be carried out deliberately and comprehensively by all users of natural resources. In conclusion formulated conclusions and proposals for environmental rehabilitation of the Volga-Akhtuba floodplain and the Northern Caspian.

Ключевые слова: Волга, Ахтуба, биологические ресурсы, дельта, пойма, природные сообщества, рациональное природопользование, Северный Прикаспий, антропогенный, техногенный, устойчивое равновесие, фактор, фауна, флора, экологическая система.

Key words: Volga, Akhtuba, biological resources, delta, floodplain, natural communities, rational use of natural resources, the Northern Caspian, man-made, sustainable balance, factor, fauna, flora, ecological system.

Введение. В XXI веке вопросы сохранения природы и ее богатств обострились как никогда. Происходят глобальные климатические изменения, исчезают многие виды флоры и фауны, на планете уменьшается количество и качество пресной воды, лесных массивов, появляются рукотворные пустыни. По сравнению с предыдущими веками, убыстрился темп негативных процессов. Частично это происходит из-за потребительского и непродуманного вмешательства человека в естественное развитие природы.

Особенностью территории является то, что по ней протекает великая Волга. На протяжении почти всего своего пути, включая г. Волгоград, Волга в XX веке была превращена в цепь соединенных водохранилищ, так как было построено 8 каскадов гидроэлектростанций. Это резко нарушило экологию и природное равновесие всей биосистемы. Только от Волгограда до Каспийского моря она сохранила свой естественный вид, в то же время даже на этой территории нарушается естественный режим половодий.

Нижняя Волга и Северный Прикаспий занимают в данном комплексе особо значимое место развития и пополнения природных аквобиоресурсов. В связи с этим их природосохранность имеет для планеты и человека жизнеобеспечивающую ценность.

Северный Прикаспий является южным регионом России, занимает площадь 514,6 тыс. км² и располагается с севера от Саратовской области, а с юга – до республик Ингушетия и Дагестан; с востока – от Казахстана до Ростовской области; с запада – до Ставропольского края.

Регион Северного Прикаспия включает в себя Волгоградскую, Астраханскую области, шесть районов Ростовской области и семь районов Ставропольского края, а также Дагестанскую, Ингушскую и Чеченскую республики [1].

Северный Прикаспий расположен в зоне аридных территорий, которые характеризуются недостаточной влажностью, засоленностью и эрозией почв, малым количеством осадков, резкой сменой температурных и погодных условий, где суточный перепад иногда достигает 20-25 °С. Эти территории подвержены засухе, пыльным бурям и холодным бесснежным зимам с частыми оттепелями [6].

В нижеволжском регионе находится еще одна уникальная территория – Волго-Ахтубинская пойма, в которой сегодня также нарушено экологическое равновесие. Данная территория расположена между Волгой и ее левым рукавом рекой Ахтубой. Протяженность ее свыше 400 км., площадь – 20 тыс. км². Близ реки Бузан Ахтуба вновь впадает в Волгу. Протяженность поймы вдоль Северного Прикаспия около 200 км. Даже исходя из географического расположения рассматриваемых территорий, следует, что Волго-Ахтубинская пойма и Северный Прикаспий взаимосвязаны водами Волги, являющимися единственным источником пополнения его пресной водой. Закономерно, что экологические проблемы этих главных водоемов юга России пересекаются и отражаются через водные запасы на аквобиоразнообразии природных ресурсов не только водных, но и прибрежных [2]. Цели рассматриваемой темы заключаются именно в том, чтобы на основании многолетнего мониторинга и наблюдения, дать анализ экологической ситуации Волго-Ахтубинской поймы, выяснить аспекты ее влияния на биоразнообразие и развитие природных богатств и сохранения экологической устойчивости естественного развития аквобиоресурсов Северного Прикаспия.

Проблемы Волго-Каспийского бассейна обсуждаются на всех уровнях государственной власти и общественных организаций. Отправной точкой стало Распоряжение Правительства РФ от 31.08.2002г. № 1225-Р V п. 3, где определялись подходы и правила природопользования, снижение загрязнения среды и ресурсосбережение, сохранение и восстановлении природной среды. Так, на уровне регионов, в Астраханской области ежегодно проходят Каспийский форум и международные научно-практические конференции, на которых рассматриваются проблемы экологии данной территории. В 2015 г. Общественной палатой Астраханской области был рассмотрен вопрос «О рациональном использовании водных ресурсов, гидрологическом режиме и устойчивом функционировании водохозяйственного комплекса Нижней Волги и сохранения ее уникальной системы на территории Астраханской области». Опираясь на исследования ведущих ученых КаспНИИРХ, ПНИИАЗ, АГТУ, АГУ, расположенных на территории области, на данном заседании был принят план экологического спасения природных ресурсов Нижней Волги [6].

В январе 2016г. Дума Астраханской области обсудила проект документа «Концепция рационального использования водных ресурсов и устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса Нижней Волги, сохранения уникальной системы Волго-Ахтубинской поймы». Прикаспийский НИИ аридного земледелия с 2011 года занимается изучением проблем экологии природосохранности данных территорий. По анализу исследований ежегодно проводятся конференции, в том числе:

- «Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса» – 2016 г. [10].

- «Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования» – 2017 г.

Материалы и методы. В 2016 г. исследовались биологические процессы и участие человека в сохранении и восстановлении водно-болотных угодий Волго-Ахтубинской поймы. Для изучения определены объекты и пункты постоянных наблюдений, маршрутные ходы на лесных, луговых и водных участках поймы правобережья Черноярского района.

Исследования проводились по методике Доспехова Б.А. [3]; инструкции Федеральной службы лесного хозяйства РФ [8]; Центра регистрации ГТС [9].

Наблюдения за сохранением и развитием рыбных запасов проводились при помощи учетных съемок всего сезона и приурочивались к важным фазам жизненного цикла рыб, полнее всего отражающим их запасы [7].

Все ихтиологические исследования сопровождалось определением гидрометеорологических параметров: сезонных попусков р. Волга, состоянием водного объекта поймы, температуры воды, силы и направления ветра и других параметров.

Изучение влияния на природу фактора воздействия человека складывается из наблюдений и анкетирования туристов, а также посещающих пойму жителей на постоянных участках Волго-Ахтубинской поймы [4]. Исходя из проведенных исследований, констатировались и систематизировались формы воздействия человека на естественные водные и биоресурсы Волго-Ахтубинской поймы.

Факторы негативного влияния человека на природу

Зарегулирование стока реки Волга
Уничтожение луго-лесных массивов (вырубка, пожары, паводки)
Распашка лугов, сенокошение и выпас скота
Загрязнение речных вод участниками водопользования: ЖКХ, с/хозяйство, гидроэнергетики, населенные пункты, предприятия и др.
Бесконтрольное загрязнение поймы «дикими» туристами
Браконьерский вылов рыбы

Наблюдения за лесными насаждениями Волго-Ахтубинской поймы проводились в течение пяти лет. Анализ и сравнение ежегодных данных подтвердил негативное влияние природных и антропогенных факторов на состояние приволжских лесов и населяющих их зверей и птиц на начало 2017 года. Учет лесных насаждений проводился на основании методик, инструктивных и методических указаний по лесному учету. На пробных площадях определялись: состав насаждения, средний диаметр ствола и средняя высота основной и сопутствующих пород, количество стволов на 1 га, горизонтальная степень сомкнутости полога, сохранность насаждения, состояние подлеска и подроста [5].

Результаты и обсуждение. Анализ истории развития значения и экологических проблем Северного Прикаспия с XVIII по XXI вв. показал, что Каспийский водоем является озером – морем, самым рыбопродуктивным, внутренним промыслом России, в котором ихтиофауна не очень разнообразна, но отличается ценностью видового состава рыб. Именно Каспий является в мире основным водоемом, где обитают осетровые, а также значимая часть, так называемых проходных рыб – вобла, минога, лещ, сазан, сельдь, судак, чехонь и других частичковых видов. Северный Прикаспий отличается меньшей соленостью, так как опресняется водами Волги, дельта которой служит нерестилищем для всех видов рыб. Каспий в XVII – XIX вв. являлся основным поставщиком рыбы в России. Рыбу ловили в промышленных целях не только на Каспии, но и по всей Волге. Например, в Черноярском районе Астраханской области во всех селах, расположенных по берегу Волги были рыбные ватаги, купеческие рыбные заводы (7 ватаг, 5 заводов, в т. ч. 2 миножных). Многие виды рыб поднимались вверх по Волге до Камы, но после возведения гидростанций путь рыбе был перекрыт, что резко нарушило естественный цикл ее воспроизводства.

С годами Волго-Ахтубинская пойма все больше становится конечным пунктом-нерестилищем для проходной рыбы. С 1987 года (для сравнения) в Черноярском районе нет ни одного завода и ватаг.

Исследования ученых показали, что уменьшение количества аквабиоресурсов началось в 1970-1980 гг. и обострилось с начала XXI столетия, в связи с глобальным техногенным загрязнением Волги и катастрофическим режимом нарушения естественного попуска весенне-летних вод, при увеличении его в зимний период. Особенно это отразилось на рыбных богатствах. Например, у осетровых выявилось заболевание «кумулятивный политоксикоз с много системным поражением», которое в 90-е годы прошлого века носило массовый и кратковременный характер. По оценкам, именно в «речной» период их жизни погибло 90 % осетровых [7] и других проходных видов рыб.

Все эти экологические явления усугублялись до 2015 года, что подтверждается ежегодным мониторингом состояния Волго-Ахтубинской поймы на территории Черноярского района. Так, если сравнивать начало и продолжительность половодья за последние два года, то вырисовывается следующая картина по обводнению Волго-Ахтубинской поймы.

Таблица 1 – Режимы работы Волгоградского водохранилища*

Характеристика	Годы	
	2015	2016
Дата начала половодья	10.04	16.04
Дата окончания половодья	10.05	12.06
Продолжительность половодья (сутки)	30 суток	57 суток
Максимальный уровень	10.05-16130 м³	16.05-27500 м³

*- данные Центра регистра ГТС (на 16.05.2016 г.)

Катастрофические последствия маловодья Волги в 2015 г., больших осенне-зимних паводков (ноябрь, декабрь 2015, январь, февраль 2016 г.) явились наиболее существенными техногенными и антропогенными негативными ударами по экологии и биоресурсам региона за последнее время.

Изучение антропогенных факторов на развитие Волго-Ахтубинской поймы выявило отрицательное влияние человека на биоту через хозяйственную деятельность, туризм, связанный в первую очередь, с браконьерством, а также экологической безграмотностью, приводящей к уничтожению природных богатств. Так, в 2015-16 гг. только на территории Черноярского района зарегистрировано 32 лесных пожара, уничтоживших лесо-луговых массивов площадью свыше 30 га. А с исчезновением лесов и лугов резко сокращается количество птиц и животных [7].

Заключение. Исследования ученых и действия законодательных, общественных органов, доказывают, что устойчивость экологической системы Северного Прикаспия подвергается ряду негативных факторов не только природно-естественных, но и, главное, техногенных и антропогенных. Это требует коренного изменения отношения к данному природному комплексу, чтобы естественные восстановительные процессы превысили отрицательную динамику разрушения флоры и фауны данной территории.

Волго-Ахтубинская пойма взаимосвязана с дельтой Волги и Северным Прикаспием, являясь для него «аквабиоресурсным донором»: накопителем, защитной полосой через лесонасаждения, естественным очистителем пресной воды и нерестилищем для проходных видов рыб, в том числе и осетровых. С целью сохранения устойчивости экологической системы Северного Прикаспия, необходимо устранить или нейтрализовать отрицательные факторы, нарушающие естественное восстановление и циклический режим природного сосуществования и развития на территории Волго-Ахтубинской поймы, для чего:

– Возродить восстановительные процессы Волго-Ахтубинской поймы и ее естественных биоресурсов через возвращение гидрологического режима Волги, приближенного к естественному; расчистку русел, протоков и ериков водоохраных и прибрежных зон; сохранение и восстановление репродуктивных функций водных объектов поймы; восстановление нерестилищ ценных видов рыб, обеспечение на водоемах экологически целесообразных режимов и методов природопользования, превышающих потребление биоресурсов человеком.

– Установить разумный компромисс между всеми заинтересованными сторонами, управляющими и использующими водные ресурсы Волги, которые могли бы удовлетворить настоящую потребность населения и промышленности в воде и энергии. Обеспечить сокращение внутригодового перераспределения сброса воды, исключая повышенный расход воды в зимний период и осуществлять работу гидростанций в режиме естественной проточности вод.

– Участникам водопользования провести оценку негативного антропогенного и техногенного воздействия на естественные биоресурсы Волго-Ахтубинской поймы с целью его понижения. Разработать мероприятия по восстановлению и сохранению экологического равновесия системы Северного Прикаспия.

Библиографический список

1. Атлас Астраханской области [Текст] / В.А. Пятин / Федеральная служба геодезии и картографии России. – М., 1997. – 40 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
3. Жилкин, А.А. Кодекс экологической этики Астраханской области [Текст] / А.А. Жилкин, В.П. Зволинский, Вал. П. Зволинский. – М.: Изд-во Вестник РАСХН, 2012. – 24 с.
4. Заплавнов, Д.М. Анализ и геоинформационное картографирование состояния лесов Волго-Ахтубинской поймы (на примере Черноярского района Астраханской области) и оценка их рекреационного потенциала [Текст]: дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук (06.03.03) / Д.М. Заплавнов. – Волгоград, 2014. – 164 с.
5. Зволинский, В.П. О рациональном использовании водных ресурсов, геологическом режиме и устойчивом функционировании водохозяйственного комплекса Нижней Волги на территории Астраханской области: доклад на заседании Общественной палаты Астраханской области [Текст] / В.П. Зволинский. – ФГБНУ «ПНИИАЗ», 14.03.2016. – 12 с.
6. Зволинский, В.П. Динамика развития окружающей среды и потенциал охотничьих угодий Нижней Волги [Текст] / В.П. Зволинский, В.Ф. Зайцев, Н.И. Матвеева, А.В. Королев / Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия. – Астрахань: ФГБНУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», 2016. – 275 с.
7. Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе I СР –FOPEST (методика ЕЭК ООН). Инструкция Федеральной службы лесного хозяйства России. 21.02.1995. [Текст]. – М.: Изд. «Альянс Медиа». – 12 с.
8. Отчет ГС отделения надзорной деятельности и профилактической работы по Черноярскому району. 05.09. 2016. [Текст].
9. Тютюма, Н.В. Влияние паводков р. Волга на развитие процессов естественных водноболотных угодий Волго-Ахтубинской поймы (2015-2016 гг.) [Текст] / Н.В. Тютюма, С.В. Конев // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2016. – №3. – С. 47-50.
10. Экологические системы Северного Прикаспия в условиях загрязнения [Текст] / В.Г. Головин, Н.А. Черных, К.А. Маркелов, В.П. Зволинский. – Изд. «Оргсервис-2000», 2006. – 452 с.

Reference

1. Atlas Astrahanskoy oblasti [Tekst] / V. A. Pyatin / Federal'naya sluzhba geodezii i kartografii Rossii. - M., 1997. - 40 s.
2. Dospehov, B. A. Metodika polevogo opyta: (S osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Tekst] / B. A. Dospehov. -M.: Kolos, 1979. - 416 s.

3. Zhilkin, A. A. Kodeks Jekologicheskoy etiki Astrahanskoj oblasti [Tekst] / A. A. Zhilkin, V. P. Zvolinskij, Val. P. Zvolinskij. - M.: Izd-vo Vestnik RASXN, 2012. - 24 s.
4. Zaplawnov, D. M. Analiz i geoinformacionnoe kartografirovanie sostoyaniya lesov Volgo-Ahtubinskoj pojmy (na primere Chernoyarskogo rajona Astrahanskoj oblasti) i ocenka ih rekreacionnogo potentsiala [Tekst]: dis. na soisk. uchen. step. kand. s. -- h. nauk (06.03.03) / D. M. Zaplawnov. - Volgograd, 2014. - 164 s.
5. Zvolinskij, V. P. O racional'nom ispol'zovanii vodnyh resursov, geologicheskoy rezhime i ustojchivom funkcionirovanii vodohozyajstvennogo kompleksa Nizhnej Volgi na territorii Astrahanskoj oblasti: doklad na zasedanii Obschestvennoj palaty Astrahanskoj oblasti [Tekst] / V. P. Zvolinskij. - FGBNU "PNIIAZ", 14.03.2016. - 12 s.
6. Zvolinskij, V. P. Dinamika razvitiya okruzhayushej sredy i potentsial ohotnich'ih ugodij Nizhnej Volgi [Tekst] / V. P. Zvolinskij, V. F. Zajcev, N. I. Matveeva, A. V. Korolev /Prikaspijskij nauchno-issledovatel'skij institut aridnogo zemledeliya. - Astrahan': FGBNU VPO "Astrahanskij gosudarstvennyj tehnikeskij universitet", 2016. - 275 s.
7. Metodika organizatsii i provedeniya rabot po monitoringu lesov evropejskoj chasti Rossii po programme I SR -FOPEST (metodika E}K OON). Instrukciya Federal'noj sluzhby lesnogo hoz'yajstva Rossii. 21.02.1995. [Tekst]. - M.: Izd. "Al'yans Media". - 12 s.
8. Otchet GS otdeleniya nadzornoj deyatel'nosti i profilakticheskoy raboty po Chernoyarskomu rajonu. 05.09. 2016. [Tekst].
9. Tyutyuma, N. V. Vliyanie pavodkov r. Volga na razvitie processov estestvennyh vodno-bolotnyh ugodij Volgo-Ahtubinskoj pojmy (2015-2016 gg.) [Tekst] /N. V. Tyutyuma, S. V. Konev// Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa. - 2016. - №3. - S. 47-50.
10. Jekologicheskie sistemy Severnogo Prikaspiya v usloviyah zagryazneniya [Tekst] / V. G. Golovin, N. A. Chernyh, K. A. Markelov, V. P. Zvolinskij. - Izd. "Orgservis-2000", 2006. -452 s.

E-mail: pniiaz@mail.ru

УДК 631.53.02

**ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОИЗВОДСТВА
И ПОДГОТОВКИ К ПОСЕВУ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР
TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF MELONS AND GOURDS SEEDS'
PRODUCTION AND PREPARATION FOR SOWING**

**В.Г. Абезин, доктор технических наук, профессор
М.Н. Шапров, доктор технических наук, профессор
В.А. Моторин, кандидат технических наук
О.Н. Беспалова, кандидат технических наук**

V.G. Abezin, M.N. Shaprov, V.A. Motorin, O.N. Bepalova

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agricultural University

Обозначена проблема дефицита высококачественного семенного материала для получения высоких и устойчивых урожаев бахчевых культур. Установлено, что технология производства семян бахчевых культур является очень трудоемкой и требует применения специальных машин, выпуск которых производится в ограниченном количестве с низкими технико-экономическими показателями. Приведены основные недостатки выделения семян из зрелых плодов бахчевых культур измельчителем ИБК-5А: значительная энергоемкость процесса выделения, повреждение семян, засоренность семян мелкой коркой, что в последующем требует дополнительной очистки семян, значительные потери побочной части – мякоти, сока. Применение для дальнейшей отмывки семян от слизи и очистки от примесей машины МОС-300 сопровождается рядом недостатков, в частности, сложностью конструкции, высокой стоимостью. Семена, полученные от этой машины, имеют низкое качество и недостаточную всхожесть. Заслуживают внимания результаты работы выделителя семян бахчевых культур гидравлического типа, конструкция которого разработана и испытана лабораторией механизации овощеводства и бахчеводства Волгоградского государственного аграрного университета. Для повышения всхожести выделенных семян, экономии и увеличения урожайности представлен способ подготовки семян бахчевых культур к посеву.

The problems of shortage of high-quality seed to obtain high and stable yields of melons are defined. It was found that the production of seeds of melons and gourds technology is very labor-intensive and requires the use of special-purpose machines, production of which is issued in a limited number of low technical and economic indicators. The main disadvantages of seed selection of ripe fruit melons by chopper IBK-5A: significant energy consumption selection process, seed damage, clogging seed shallow crust that subsequently requires additional cleaning the seeds, significant loss of side parts - the pulp, juice. The use of MOS-300 machine for further washing and cleaning seeds of mucus from impurities, accompanied by a number of disadvantages, in particular the complexity of design, high cost. Seeds obtained from the machine are of poor quality and lack of germination. Noteworthy results of the extractor seeds of melons hydraulic type, whose design was developed and tested in mechanization laboratory of Vegetables and Melons at Volgograd State Agricultural University. To increase the germination of seeds isolated, savings and increasing productivity is provided by a method of preparation of seeds for sowing melons.

Ключевые слова: *выделитель семян из плодов, измельчитель плодов, способ мойки семян, способ подготовки семян к посеву, установка для переработки плодов бахчевых культур.*

Key words: extractor seeds from the fruit, fruit chopper, seed cleaning method, a method of preparing seeds for sowing, plant for processing fruits melons.

Введение. Технология производства семян является очень трудоемкой и требует применения специальных машин, которые выпускаются нашей промышленностью в ограниченном количестве и имеют очень низкие технико-экономические показатели.

Выделение семян из зрелых плодов бахчевых культур производится измельчителем ИБК-5А. К недостаткам измельчителя-выделителя семян бахчевых культур ИБК-5А относятся: значительная энергоемкость процесса выделения, повреждение семян, засоренность семян мелкой коркой, что в последующем требует дополнительной очистки семян, значительные потери побочной части – мякоти, сока.

Семена, выделенные измельчителем, требуют отмывки от слизи и очистки от примесей. Для этой цели используется машина МОС-300, имеющая сложную конструкцию, высокую стоимость. Семена, полученные от этой машины, имеют низкое качество и недостаточную всхожесть.

Анализом технологии производства семян бахчевых культур установлено, что всхожесть семян не отвечает агротехническим требованиям и требует совершенствования технологии [1, 2, 10].

Лабораторией механизации овощеводства и бахчеводства разработана технология и технические средства производства и подготовки к посеву семян бахчевых культур, которая позволяет повысить полевую всхожесть семян до 85-90 % и значительно снизить себестоимость семенного материала.

Материалы и методы. Плоды, убранные с поля механизированным способом, доставляются транспортными средствами на установку для переработки плодов бахчевых культур [9]. Установка для переработки плодов бахчевых культур работает следующим образом. Плоды, убранные с поля, доставляются к установке автотранспортом и выгружаются в моечную ванну 1. Включаются в работу водоструйные аппараты 2, которые обеспечивают перемешивание и мойку плодов. Вымытые плоды захватываются полотнопланчатый питательным транспортером 3 и подаются в бункер 4, где измельчаются приспособлением 5 для разрушения плодов. При воздействии игл на плоды ребра разрушают корку и мякоть, а грани раздвигают их в четыре стороны. При этом разрушенные кусочки плодов падают в лоток 8 обычно мякотью вниз, захватываются протирочным шнеком 6 и перемещаются к отгрузочному транспортеру 10 корки. При перемещении кусочки плодов перемешиваются, контактируют с решетками 9 лотка 8, семена с мякотью отделяются от

корки и проходят сквозь отверстия решет 9. Травмирования семян не происходит, так как наружная поверхность винтовой навивки имеет эластичное покрытие 7. Масса семян с мякотью, поступившая через отверстия решета 9 захватывается протирачным шнеком 13, размещенным в лотке 11, перемешивается, контактирует с решетом 12. При этом через отверстия решета 12 проходит сок и мякоть, которые собираются в емкости 17. Отделенные от мякоти семена подаются шнеком 13 на транспортер 16 семян. Из емкости 17 сок с мякотью забирается насосом 18 через трубопровод 19 и сороудерживающую решетку 20 с дальнейшей переработкой. Так как шнек 13 наружной поверхности винтовой навивки имеет эластичное покрытие 14, травмирования семян не происходит. Использование для разрушения плодов встречно вращающихся игольчатых барабанов обеспечивает снижение энергетических затрат, повышает качество измельчения и выход кондиционных семян. Применение установки для переработки плодов бахчевых культур обеспечивает безотходное использование бахчевой продукции.

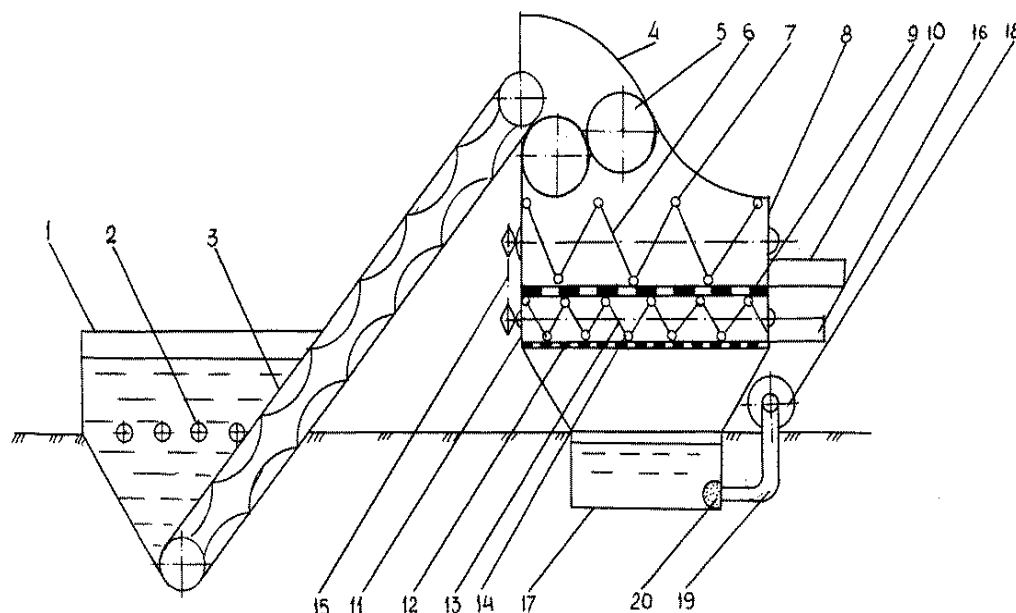


Рисунок 1 – Установка для переработки плодов бахчевых культур:

1 – моечная ванна, 2 – водоструйные аппараты, 3 – транспортер, 4 – бункер, 5 – измельчитель, 6 – протирачный шнек, 7 – эластичное покрытие, 8 – лоток, 9 – решета, 10 – отгрузочный транспортер, 11 – лоток, 12 – решета, 13 – протирачный шнек, 14 – эластичное покрытие, 15 – цепная передача, 16 – отгрузочный транспортер, 17 – емкость сока, 18 – насос, 19 – трубопровод, 20 – сороудерживающая решетка

Результаты и обсуждение. Семена, выделенные из плодов, требуют отмычки от слизи и очистки от примесей. Данная технологическая операция производится в ванне 1 (рисунок 2) [8].

Семена, выделенные из плодов, загружаются в ванну 1, заполненную водой с температурой 25...30 °С. При этом уровень воды в ванне должен быть выше сетчатого фильтра 5 заборного трубопровода 4. Включается в работу электродвигатель 11 и насос 7 забирает воду из ванны 1 и подает ее в нагнетательный трубопровод 6. Из нагнетательного трубопровода 6 вода под напором подается в струйные устройства 9 через патрубков 8. Во внутренней полости струйного устройства 9 поток воды взаимодействует с винтовой направляющей 10.

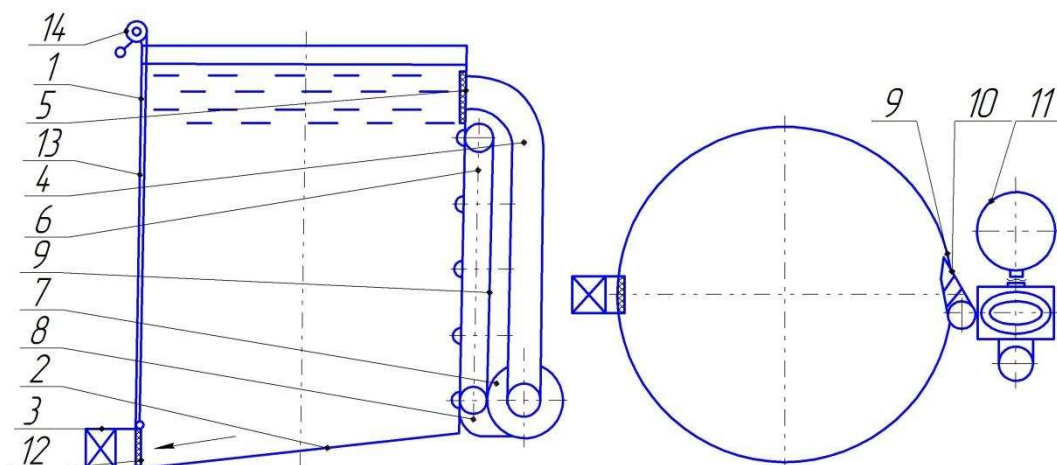


Рисунок 2 – Ванна для мойки семян:

1 – ванна, 2 – дно, 3 – сливной патрубок, 4 – заборный трубопровод, 5 – сетчатый фильтр, 6 – нагнетательный трубопровод, 7 – насос, 8 – патрубок, 9 – струйные устройства, 10 – винтовая направляющая, 11 – электродвигатель, 12 – решетка, 13 – трос, 14 – блок

После кратковременного воздействия струйного устройства 9 (в течение 3...5 мин) насос выключается и смесь воды с семенами отстаивается. Следующее включение производится через 5...6 часов. Как только качественные семена опустятся на дно ванны, а примеси и легковесные, некачественные семена всплывут на поверхность воды, некачественные семена и примеси удаляются. Решеткой 12 перекрывается сливной патрубок 3 и открывается его задвижка. Вода из ванны 1 сливается в канализацию. Ванна заполняется чистой водой при температуре 25...30 °С и начинается процесс мойки, при котором периодически через 1...2 часа включается в работу насос 7. Вращающийся поток струйного устройства 9 воздействует на воду в ванне 1. При этом вода в ванне 1 приходит во вращательное движение, что обеспечивает качественную отмывку семян и удаление пленки из сока плодов.

После окончания мойки решетка 12 сливного патрубка 3 поднимается блоком 14 через трос 13 на дне 2, открывается задвижка патрубка 3 и вода вместе с семенами сливается в емкость с решетчатым дном (не показаны), которая обеспечивает отделение семян от воды. Отделенные семена направляются на сушку. Применение сбрасывания при подготовке и мойке семян бахчевых культур, выделенных из плодов, использование воздействия струйного устройства с вращательным движением потока повышают качество мойки, повышают биологическую активность семян и их всхожесть. Использование разработанной конструкции ванны для выполнения способа мойки семян бахчевых культур после выделения из плодов снижает энергоемкость процесса и повышает качество семян.

Воздействие струей на семена теоретически может быть рассмотрено как в затопленной свободной струе, вытекающей из насадки в жидкую неподвижную среду той же плотности. При этом различают ядро струи, начальный и основной участки (рисунок 3).

После начального сечения образуется ядро струи, снижающееся до нуля в пределах начального участка, длину которого определяют по формуле 1.

$$X_n = \frac{0,67}{a} \cdot r_0, \quad (1)$$

где r_0 – радиус насадки; a – постоянный коэффициент ($a = 0,07...0,08$).

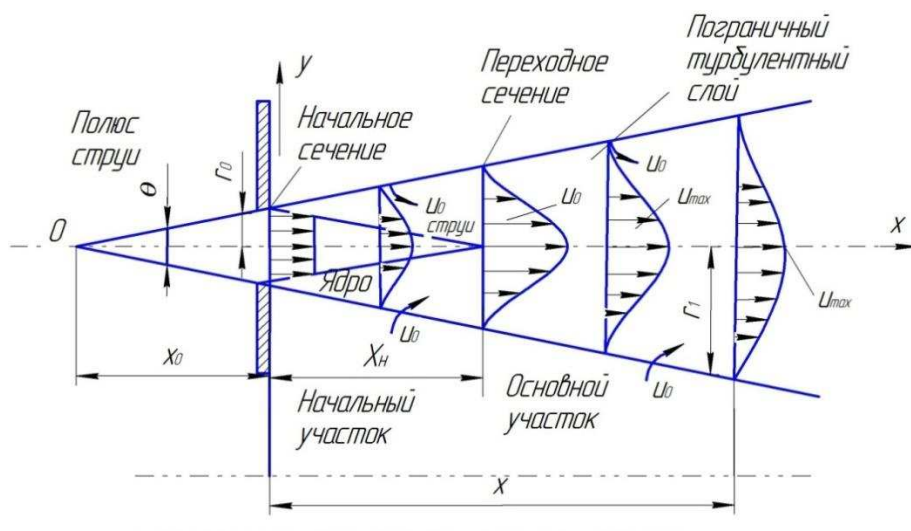


Рисунок 3 – Схема затопленной свободной струи

Между ядром и внешними границами струи образуется турбулентный пограничный слой, скорости в котором уменьшаются от оси к границе струи. Угол расширения струи $\theta = 13^{\circ}20' \dots 15^{\circ}10'$.

Точку пересечения 0 внешних границ струи называют полюсом струи, который находится от начального сечения на расстоянии x_0 , определяемом для круглой струи по формуле Г.П. Абрамовича

$$X_0 = \frac{0,29}{a} \cdot r_0, \quad (2)$$

За начальным участком следует основной участок струи, который состоит полностью из пограничного слоя. Скорость $u_{\max}$ в нем уменьшается при удалении от начального сечения:

$$u_{\max} = \frac{0,96 r_0}{ax + 0,29 r_0} \cdot u_0. \quad (3)$$

Радиус струи в сечении x :

$$r = (3,4 \frac{ax}{r_0} + 1) \cdot r_0. \quad (4)$$

Струя, вытекающая из отверстия или насадка, оказывает динамическое воздействие с силой P на преграду, встречающуюся на ее пути. Для определения этой силы применим уравнение изменения количества движения для массы жидкости, ограниченной сечениями 0-0, 1-1 и 2-2. При этом принимаем коэффициент количества движения $\alpha=1$ и пренебрегаем влиянием трения и пульсационных скоростей. Сила воздействия P струи на преграду равна силе воздействия R преграды на струю по значению и противоположна по направлению:

$$P \cos \theta_3 = m_0 v_0 - m_1 v_1 \cos \theta_1 - m_2 v_2 \cos \theta_2. \quad (5)$$

При ударе о плоскую поверхность, расположенную к направлению струи под углом 90° $\cos \theta_1 = \cos \theta_2 = 0$; $\cos \theta_3 = 1$,

$$P = m_0 v_0 = \rho \omega_0 v_0^2. \quad (6)$$

Из опытов следует, что сила воздействия P струи на преграду в действительности составляет 92...95 % от теоретической. Это объясняется искривлением линий тока при растекании струи.

Если плоская поверхность движется в направлении действия струи со скоростью u , то в этом случае:

$$P = \rho \omega_0 v_0 (v_0 - u). \quad (7)$$

Если плоская поверхность движется навстречу струе со скоростью u , то в этом случае:

$$P = \rho \omega_0 v_0 (v_0 + u). \quad (8)$$

Для повышения всхожести выделенных семян, экономии и увеличения урожайности разработан способ подготовки семян арбузов «Астраханский» к посеву, включающий выделение семян из плодов, предварительную подготовку, замачивание в активированной воде, полученной путем электроактивации, при этом в семявыделительной машине плоды разрушают, семена отделяют от корки, мякоти и сока и погружают в емкость с водой, оборудованную установкой для барботирования и имеющую температуру 20...30 °С, затем выполняют перемешивание в течение 0,25...0,50 часа, при этом после отключения установки для барботирования полновесные качественные семена осаждают на дно, а всплывшие на поверхность легковесные семена удаляют сетчатым черпаком. Полновесные доброкачественные семена рассыпают тонким слоем 1,5...2,0 см на решетчатую емкость и подсушивают до полного удаления пленки воды с наружной поверхности семян, которые затем погружают в раствор анолита - электроактивированной воды с потенциалом +500...+600 мВ на 0,2...0,5 часа, затем обработанные анолитом семена пересыпают в решетчатую емкость, высушивают при периодическом перемешивании до кондиционной влажности 13...14 % и затаривают в конопляные или хлопчатобумажные мешки для зимнего хранения. За 3 дня до посева семена замачивают в анолите – электроактивированной воде с потенциалом +500...+600 мВ в течение 0,20...0,25 часа при температуре 15...20 °С, а после подсушивания при активном вентилировании в течение 1 часа при температуре 15...20 °С семена замачивают в католите с потенциалом -600...-700 мВ и укладывают на брезент, смоченный католитом для проращивания, при этом после появления ростков длиной 1...2 мм пророщенные семена погружают в раствор католита с потенциалом -600...- 700 мВ и высевают вместе с католитом высевальным аппаратом, исключая повреждение ростков.

Экспериментально установлено, что обработка семян электроактивированным раствором анолита с окислительно-восстановительным потенциалом ОВП +600...+700 мВ обеспечивает уничтожение болезнетворных микробов, вредителей и энтомофагов [6].

Результаты экспериментальных исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние предпосевной обработки семян анолитом – H_2O^{+500} на численность вредителей и энтомофагов, развитие болезней

Варианты	Численность в пробе, экз.		Листостебельные заболевания		Корневые гнили	
	вредителей	энтомофагов	Распространение, %	Развитие, %	Распространение, %	Развитие, %
Контроль – без обработки	53	11	68,3	30,2	20,1	3,9
Экстрасол	12	13	65,2	18,6	18,9	3,2
Анолит	10	19	54,8	12,0	13,6	2,0

Семена, подготовленные по разработанной технологии, имеют повышенную всхожесть, энергию роста и развития (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели всхожести семян и развития растений [7]

Наименование семян арбуза	Время закладки	Количество семян	Время прорастания	Количество проросших семян из группы	% всхожести	Время посева после замачивания	Дата появления всходов	Фаза 3 листа
Замоченные в электроактивированной воде	11.05.13	20	На 2 день	20	100%	На 3 день	21.05	На 10 день
Замоченные в водопроводной воде	11.05.13	20	На 4 день	14	70%	На 5 день	26.05	На 15 день

Заключение. Лабораторно-полевые испытания показали, что семена, подготовленные по разработанной технологии и высеянные проращенными с применением анолита и католита, дают ранние и дружные всходы и обеспечивают возможность получения ранней и высококачественной продукции.

Разработанная технология внедрена в КФХ «Кучанны» Приволжского района Астраханской области и ООО НПП «АгроПлюс» в 2015 году, при этом всхожесть семян составила 98 %, а годовая продукция зрелых плодов получена на две недели раньше.

Библиографический список

1. Абезин, В.Г. Механизация возделывания бахчевых культур на основе ресурсосберегающих почвозащитных технологий [Текст] : дисс. докт. техн. наук /В.Г. Абезин. – Волгоград, 2003. – 441 с.
2. Абезин, В.Г. Ресурсосберегающая почвозащитная технология механизированного возделывания и уборки бахчевых культур [Текст]: учебное пособие /В.Г. Абезин. – Элиста: Калм. гос. ун-т, 1993. – 120 с.
3. Белик, В.Ф. Бахчеводство [Текст] /В.Ф. Белик. – М.: Колос, 1982. – 175 с.
4. Беспалова, О.Н. Совершенствование технологии и средств механизации посева семян арбузов пунктирно-гнездовым способом [Текст]: дисс. канд. техн. наук /О.Н. Беспалова. – Волгоград, 2015. – 168 с.
5. Машины для механизации технологических процессов в овощеводстве и бахчеводстве [Текст]: учебное пособие /А.С. Овчинников, В.Г. Абезин, А.Н. Цепляев, М.Н. Шапоров. – Волгоград : Волгоградская ГСХА, 2009. – 232 с.
6. Способ предпосевной обработки семян зерновых колосовых культур [Текст]: патент № 2312480 Российская Федерация С1МПК А01С 1/00 /Свинцов И.П., Кулик К.Н., Белицкая М.Н., Карпунин В.В., Абезин В.Г.(RU) Заявка № 2006108129/13, заявлено 15.03.2006; опубл. 20.12.2007 Бюл.№35.
7. Способ подготовки семян арбузов «Астраханский» к посеву [Текст]: патент № 2522520 Российская Федерация С2 МПК А01С 1/00 /Абезин В.Г., Сальников А.Л., Беспалова О.Н. (RU) Заявка № 2012144963/13, заявлено 22.10.2012; опубл. 27.04.2014 Бюл.№12.
8. Способ мойки семян бахчевых культур после выделения из плодов и устройство для его выполнения [Текст]: патент № 2533359 Российская Федерация С2МПК А23N 12/00 / Абезин В.Г., Сальников А.Л., Беспалова О.Н. (RU) Заявка № 2012155441/13, заявлено 19.02.2012; опубл. 20.11.2014 Бюл.№32.
9. Установка для переработки плодов бахчевых культур [Текст]: патент № 2510233 Российская Федерация С1МПК А23N 7/00 / Абезин В.Г., Цепляев А.Н., Шапоров М.Н., Цепляев В.А., Абезин Д.А. (RU) Заявка № 2012146496/13, заявлено 31.10.2012; опубл. 27.03.2014 Бюл.№9.
10. Jahrbuch der Agrartechnik.-Lesen Siemchr auf: Landtechnik Ausgabe online Topagrar.com 05/2015[online] Zugriffsmodus: <http://www.topagrar.com>. Jahrbuch-der-Agrartechnik.

Reference

1. Abezin, V.G. Mehanizaciya vozdelvaniya bahchevyh kul'tur na osnove resursosberegayuschih pochvozaschitnyh tehnologij [Tekst] : diss. dokt. tehn. nauk /V. G. Abezin. - Volgograd, 2003. - 441 s.

2. Abezin, V.G. Resursosberegayushchaya pochvozaschitnaya tehnologiya mehanizirovannogo vozdel'yvaniya i uborki bahchevykh kul'tur [Tekst]: uchebnoe posobie /V. G. Abezin. - Jelista: Kalm. gos. un-t, 1993. - 120 s.
3. Belik, V. F. Bahchevodstvo [Tekst] /V. F. Belik. - M.: Kolos, 1982. - 175 s.
4. Bepalova, O. N. Sovershenstvovanie tehnologii i sredstv mehanizatsii poseva semyan arbuzov punktirno-gnezdovym sposobom [Tekst]: diss. kand. tehn. nauk /O. N. Bepalova. - Volgograd, 2015. - 168 s.
5. Mashiny dlya mehanizatsii tehnologicheskikh processov v ovoshevodstve i bahchevodstve [Tekst]: uchebnoe posobie /A. S. Ovchinnikov, V. G. Abezin, A. N. Ceplyaev, M. N. Shaprov. - Volgograd : Volgogradskaya GSXA, 2009. - 232 s.
6. Sposob predposevnoy obrabotki semyan zernovykh kolosovykh kul'tur [Tekst]: patent № 2312480 Rossijskaya Federaciya S1MPK A01S 1/00 /Svincov I. P., Kulik K. N., Belickaya M. N., Karpunin V. V., Abezin V. G.(RU) Zayavka № 2006108129/13, zayavleno 15.03.2006; opubl. 20.12.2007 Byul.№35.
7. Sposob podgotovki semyan arbuzov "Astrahanskij" k posevu [Tekst]: patent № 2522520 Rossijskaya Federaciya S2 MPK A01S 1/00 /Abezin V. G., Sal'nikov A. L., Bepalova O. N. (RU) Zayavka № 2012144963/13, zayavleno 22.10.2012; opubl. 27.04.2014 Byul.№12.
8. Sposob mojki semyan bahchevykh kul'tur posle vydeleniya iz plodov i ustrojstvo dlya ego vypolneniya [Tekst]: patent № 2533359 Rossijskaya Federaciya S2MPK A23N 12/00 / Abezin V. G., Sal'nikov A. L., Bepalova O. N. (RU) Zayavka № 2012155441/13, zayavleno 19.02.2012; opubl. 20.11.2014 Byul.№32.
9. Ustanovka dlya pererabotki plodov bahchevykh kul'tur [Tekst]: patent № 2510233 Rossijskaya Federaciya S1MPK A23N 7/00 / Abezin V. G., Ceplyaev A. N., Shaprov M. N., Ceplyaev V. A., Abezin D. A. (RU) Zayavka № 2012146496/13, zayavleno 31.10.2012; opubl. 27.03.2014 Byul.№9.
10. Jahrbuch der Agrartechnik. -- Lesen Siemchr auf: Landtechnik Ausgabe online Top-agrar.com 05/2015[online] Zugriffsmodus: <http://www.topagrar.com> Jahrbuch-der-Agrartechnik.

E-mail: Vmotorin001@yandex.ru

УДК 631.311.51

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ДОЖДЕВАЛЬНОГО АГРЕГАТА С УЛУЧШЕННЫМИ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ CONSTRUCTION DEVELOPMENT OF A SPRINKLER UNIT WITH IMPROVED AGROTECHNOLOGICAL PERFORMANCE

С.Я. Семененко^{1,2}, доктор сельскохозяйственных наук
В.Г. Абезин^{1,2,3}, доктор технических наук, профессор
В.Ф. Лобойко², доктор сельскохозяйственных наук, профессор
S.Y. Semenenko^{1,2}, V.G. Abezin^{1,2,3}, V.F. Loboyko²

¹Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»

²Волгоградский государственный аграрный университет

³Астраханский государственный университет

¹Povolzhsky research institute of ecological and reclamation technologies - branch of FSBSI «Federal research centre agroecology, integrated reclamation and protective afforestation of the russian academy of sciences»,

² Volgograd state agricultural university, ³ Astrakhan state university

В представленных результатах теоретического научного исследования приводится новая конструкция дождевальной машины фронтального действия, предназначенная для полива сельскохозяйственных культур, в т.ч. высокостебельных и пропашных. Прототипом явилась

дождевальная машина ДДА-100МА с забором воды из временного оросителя. Данный двух-консольный поливной агрегат работает как позиционно, так и в движении, забирая воду из временного оросителя, нарезанного в «полувыемке-полунасыпи». В течение оросительного периода происходит размыв стенок и заиливание оросителя, что требует повторной нарезки, к тому же в оросительной воде всегда имеются взвешенные вещества, примеси различного происхождения, что существенно снижает надёжность работы как всего агрегата, так и отдельных его элементов (решётка всасывающего трубопровода, насос, дефлекторные насадки). Временная оросительная сеть, нарезаемая через каждые 100м, значительно снижает возможную площадь орошения, увеличивает потери оросительной воды на испарение с водной поверхности и фильтрацию с оросителей, что влияет на экологическую устойчивость орошаемых массивов. В предлагаемой конструкции открытый временный ороситель заменяется низконапорным закрытым трубопроводом, на котором через определённое расстояние устанавливаются гидранты. Полив в движении обеспечивается наличием приводного барабана для намотки шланга, подключаемого к гидранту. Сочетание использования закрытой оросительной сети с оригинальной конструкцией устройства позволит усилить преимущества дождевальной машины при использовании её на мелкоконтурных участках, на критических уклонах, а также при выращивании пропашных культур, отличающихся низкой ирригационной устойчивостью.

The presented results of theoretical research is a new design of the front steps of a sprinkler designed for irrigation of crops, including tall-and tilled. The prototype was the irrigation system dda-100ma with a fence of water from the sprinkler temporarily. This dual console irrigation unit operates as in a position and in motion, taking water from the sprinkler temporarily, cut into "a cut-and-fill." during the irrigation period there is erosion of the walls and silting of the sprinkler, which requires re-cutting, in addition to irrigation water are always suspended solids, impurities of various origins, which significantly reduces the reliability of a whole unit or its individual elements (grill of the suction pipe, pump nozzle deflection). Temporary irrigation network that were cut every 100 m, significantly reduces the potential irrigation area, increases the loss of irrigation water by evaporation from the water surface and filtering with sprinklers, which affects the environmental sustainability of irrigated areas. The proposed design of the open temporary replaced by low-pressure sprinkler closed pipeline, which after a certain distance set hydrants. Watering in the movement provided by the presence of the driving drum for winding the hose connected to the hydrant. The combination of the use of closed irrigation network with the original design of the device will enhance the benefits of a sprinkler using it on small contour sites on critical slopes, as well as the cultivation of row crops, different irrigation low resistance.

Ключевые слова: дождевание, дождевальный агрегат, напорный трубопровод, гидранты, водоподводящий шланг, приводной барабан.

Key words: irrigation, sprinkler unit, discharge pipe, hydrants, water-supply hose, drive drum.

Введение. Многолетний мировой и отечественный опыт показал, что орошение сельскохозяйственных земель является эффективным средством стабилизации сельскохозяйственного производства в нестабильных климатических условиях его ведения, особенно, в аридных территориях.

При проектировании оросительных систем способ и технику полива подбирают исходя из максимальной адаптации их характеристик к требованиям сельскохозяйственных культур, почвенным и топографическим условиям, а также к ресурсосберегающим и эколого-экономическим требованиям.

Значимость последних двух требований для сельхозтоваропроизводителей в настоящее время являются преобладающими. Именно сохранность водных, энергетических и почвенных (в виде плодородия) ресурсов может обеспечить конкурентоспособность отечественной сельскохозяйственной продукции.

Это положение подтверждается данными, которые указывают на изменение структуры использования способов и техники полива. Если в 60 – 90-х годах XX века до 90-98 % орошаемых земель поливалось поверхностным способом и дождеванием, то в настоящее время, например в Волгоградской области, 96 % поливается дождеванием и капельным орошением (38,0 и 57,8 % соответственно).

Дождевание является более универсальным способом (по сравнению капельным орошением), позволяющим его использование для полива всех сельскохозяйственных культур путём создания искусственного дождя с диаметром капель 0,5-2,0 мм, увлажняющего приземный слой воздуха, надземную часть растений и поверхность почвы без образования луж и стока оросительной воды.

Введение частной собственности на землю, в т.ч. орошаемую, и разбивка полей, ранее поливаемых широкозахватными высокопроизводительными дождевальными машинами, на мелкоконтурные пай, привели к проблемам их использования, вплоть до прекращения орошения. В таких условиях необходимо применение мобильных дождевальных установок, типа ДДА-100МА, способных регулировать интенсивность дождевания в зависимости от требований почв и сельскохозяйственных культур, а организация водозабора из закрытого напорного трубопровода вместо открытой временной оросительной системы, обеспечит увеличение коэффициента земельного использования и ликвидацию потерь оросительной воды.

В представленном научном исследовании приводится новая конструкция дождевальной машины фронтального действия с гидравлическим расчётом водопроводящего пояса, обеспечивающая улучшенные эксплуатационные и экологические характеристики.

Результаты и обсуждение. На основании проведённого анализа патентных, теоретических и экспериментальных исследований нами разработана конструкция дождевального агрегата, который предотвращает попадание посторонних примесей в оросительную воду и засорение дождевальных насадок, а так же обеспечивает заданные параметры интенсивности и структуры дождя.

Конструкция дождевального агрегата (рисунок 1) поясняется чертежами [4].

Дождевальный агрегат включает трактор 1, на котором с помощью навесной системы 2 установлена рама и ферма 3 дождевального агрегата. На навесной системе трактора 1 смонтирован приводной барабан 4 для намотки шланга 5, подключаемого к трубопроводу 6 закрытой оросительной сети с помощью гидранта 7. На навесной системе 8 закреплены опорные подшипники 9 приводного барабана 4. Нижняя часть фермы 3 выполнена из водопроводящих трубопроводов, на которых установлены дождевальные насадки. Подвод воды к водопроводящему трубопроводу выполнен с помощью патрубков 10 и мягких шлангов 11, 12 высокого давления. На ступице приводного барабана 4 намотан полиэтиленовый шланг 13. Приводной барабан 4 установлен на подшипниках 14 качения. Для привода барабана 4 при сматывании шланга 13 предусмотрена шестерня 15, привод которой выполнен от редуктора 16, соединённого с валом отбора мощности трактора. В ступице приводного барабана 4 установлен делитель потока 17, оснащённый сальниковыми уплотнениями 18, которые зафиксированы в гнездах делителя потока 17 гайками 19.

Дождевальный агрегат работает следующим образом. В начале орошаемого участка водоподводящий шланг 5 подключается к гидранту 7 трубопровода 6 закрытой оросительной сети и включается подача воды. Трактор 1 начинает движение вдоль трубопровода 6 закрытой оросительной сети по технологической дороге. Скорость движения трактора 1 выбирается в зависимости от необходимого режима орошения. Перед началом движения приводной барабан 4 опускается на поверхность почвы, что обеспечивает его зацепление и вращение барабана, при этом скорость движения шланга 5 соответствует скорости перемещения трактора 1.

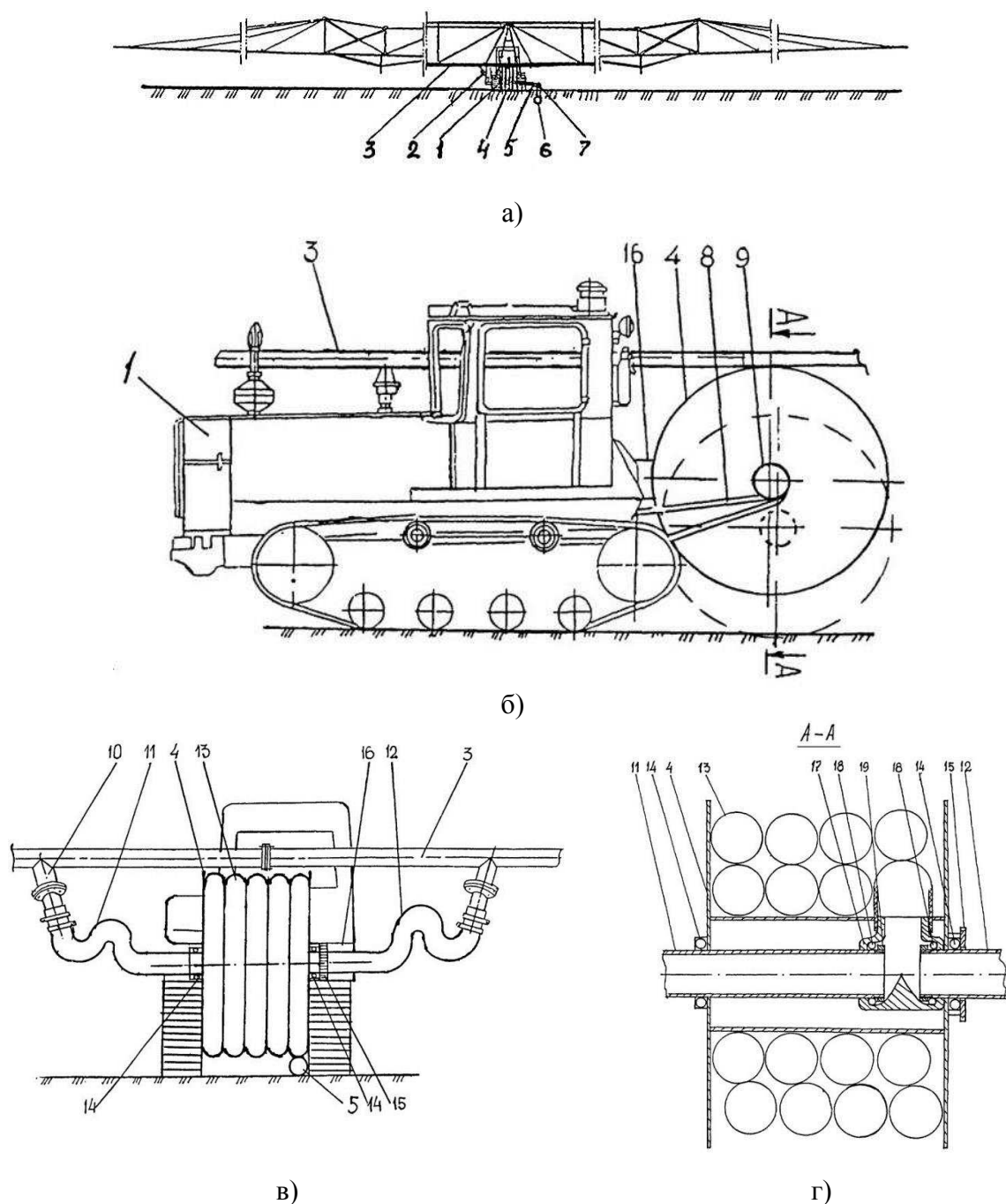


Рисунок 1 – Модернизированный дождевальный агрегат
а – схема дождевального агрегата, вид сзади; б – схема навески приводного барабана, вид сбоку; в - схема навески приводного барабана с коммуникациями, водоподводящего трубопровода, вид сзади; г – сечение А-А на рис. 1а.
1 – трактор; 2 – навесная система; 3 – ферма; 4 – приводной барабан;
5 – шланг; 6 – закрытый трубопровод оросительной сети; 7 – гидрант; 8 – навесная система; 9 – опорные подшипники; 10 – патрубки; 11, 12 – шланги высокого давления;
13 – полиэтиленовый шланг; 14 – подшипники качения; 15 – шестерня;
16 – редуктор; 17 – делитель потока; 18 – сальниковое уплотнение; 19 – гайки

Вода, поступающая по шлангу 5 от трубопровода 6, перемещается по виткам 13 шланга и подаётся на делитель потока 17, который обеспечивает распределение воды по двум направлениям на крылья фермы 3, из которых через дождевальные насадки вода поступает на орошение сельскохозяйственных культур. Как только длина шланга 5 заканчивается, тракторист останавливает дождевальный агрегат, шланг 5 отключается от гидранта 7. Барабан 4 с помощью навесной системы 8 приподнимается, при этом шестерня 15 входит в зацепление с шестернёй редуктора 16. Включается вал отбора мощности, и шланг 5 наматывается на барабан 4 до совмещения конца шланга 5 с ближайшим гидрантом.

Далее все операции повторяются.

Использование данной конструкции дождевального агрегата обеспечивает повышение надёжности его работы, улучшение экологической обстановки на оросительной системе и снижение потерь оросительной воды в земляном русле канала.

Определение параметров дождевального агрегата требует проведения гидравлических расчётов. По требованию заказчиков дождевальный агрегат поставляется с дефлекторными насадками на расход воды 100...130 л/с.

Исходя из заданного расхода, определяется необходимый напор в подводящем трубопроводе 6 [1, 3, 6, 9, 10].

Потери напора в коммуникациях дождевального агрегата включают потери по длине и местные потери.

1. Потери напора при ответвлении (на гидранте) [6]:

$$h_r = 2 \frac{V^2}{2g}$$

2. Скорость потока V в данном сечении определяется из уравнения расхода:

$$Q = \omega V;$$

$$V = \frac{Q}{\omega} = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 100}{3,14 d^2} = \frac{127,39}{d^2} = \frac{0,127}{0,2^2} = 3,175 \text{ м/с.}$$

Потери напора на гидранте:

$$h_r = 2 \frac{3,175^2}{2 \cdot 9,81} = 0,32 \text{ м}$$

3. Потери напора в шланге 5 по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$i = h_l = \lambda \frac{l V^2}{d 2g}, [6],$$

где i - гидравлический уклон.

Для пластмассовых труб коэффициент трения по длине может быть определён по формуле:

$$\lambda = \frac{0,25}{Re^{0,226}},$$

где $Re = \frac{v d}{\nu}$ - число Рейнольдса; ν - кинематический коэффициент вязкости, $\nu = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Подставка значения кинематического коэффициента вязкости позволяет определить величину удельного сопротивления:

$$A = \frac{i}{Q^2} = \frac{0,00111}{V^{0,226} d^{5,226}} [10].$$

Согласно таблицы 8 [11] удельное сопротивление $A=0,00324$, а с введением поправочного коэффициента $k = 0,78$ приведённого в таблице 9 [11] $A = 0,00324 \cdot 0,78 = 0,000253$.

Потери напора по длине пластмассового трубопровода 5:

$$h_l = AlQ^2 = 0,000253 \cdot 100 \cdot 0,1^2 = 0,00253 \text{ м.}$$

4. Потери напора на выходе из шланга 5 по формуле Дарси [6]:

$$h_{\text{ш}} = \zeta_{\text{вых}} \frac{V^2}{2g} = 1,5 \frac{3,175^2}{2 \cdot 9,81} = 0,77 \text{ м.}$$

5. Потери напора в консолях фермы по длине:

$$h_{lk} = AlQ^2,$$

где A – удельное сопротивление для новых стальных труб при условном проходе 90мм, $A = 0,0036$ (таблица 4) [11].

$$h_{lk} = 0,00036 \cdot 100 \cdot 0,05^2 = 0,00009 \text{ м.}$$

6. Потери напора на входах в дождевальные насадки:

$$h_{\text{нвх}} = \frac{V^2}{2g}.$$

Скорость движения воды через насадку определится из уравнения $Q=\omega V$:

$$V = \frac{Q}{\omega} = \frac{4Q}{\pi d_n^2},$$

где d_n – диаметр отверстия насадки ($d_n=15\text{мм}$).

Расход через насадку $50 \text{ л/с}/25=2 \text{ л/с}$ [7]:

$$V = \frac{4 \cdot 2}{3,14 \cdot 0,015^2} = 0,113 \text{ м/с.}$$

В одной консоли установлено 25 насадок, поэтому суммарные потери составят:

$$\Sigma h_{\text{нм}} = 0,0013 \cdot 25 = 0,0325 \text{ м.}$$

Для образования дождевых капель напор в дефлекторных насадках должен быть $0,3 \dots 0,2 \text{ МПа}$. С учётом всех потерь напор в подводящем трубопроводе 6 определится как сумма всех потерь:

$$\Sigma h_{\text{д.а}} = 0,2 + 0,000253 + 0,77 + 0,00009 + 0,0325 + 30 = 31,123 \text{ м.}$$

Двухконсольная ферма предназначена для распределения воды с помощью короткоструйных дефлекторных насадок по всей ширине захвата дождевальной машины. Ферма состоит из центральной панели и двух симметричных консолей. Консоль от центральной до 5-й панели представляет собой трёхпоясную пространственную конструкцию с одним верхним и двумя нижними поясами. 5-я панель переходная, а концевая часть консоли выполнена в виде винтовой подвески.

Поперечное сечение консолей до 5-й панели – равносторонний треугольник с вершиной вверх, размеры сторон которого уменьшаются с удалением от центральной панели. На консолях установлено необходимое количество короткоструйных насадок, а на концевых панелях 2 среднеструйные насадки.

Такая расстановка дождевальных насадок обеспечивает относительно равномерное распределение дождевых капель по ширине захвата агрегата. Для уменьшения массы фермы необходимо использовать трубопроводы переменного сечения, имеющие равномерно распределённый расход по длине с соблюдением постоянной скорости движения жидкости.

Размещение насадок приведено в таблице

Номер панели	Q=130л/с	
	Диаметр насадки, мм	Количество на машину
концевая	22	2
I	14	4
II	14	4
III	13	4
IV	13	4
V	13	4
VI	13	4
VII	12	4
VIII	12	4
IX	12	4
X	12	4
XI	12	4
XII	12	4
XIII	12	4

Одна из важнейших характеристик искусственного дождя – его интенсивность – это скорость приращения слоя осадков в предположении, что вода, вытекающая из насадки, одновременно и равномерно распределяется по всей площади, орошаемой насадкой с данной позиции. В этом случае средняя интенсивность есть частное от деления расхода насадки на площадь орошаемую с одной позиции.

Средняя интенсивность определяется как приращение слоя осадков в единицу времени, т.е. скорость приращения слоя осадков:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{h_{\text{ср}}}{t},$$

где $h_{\text{ср}}$ – высота слоя осадков; t – время, за которое выпал слой осадков.

Агротехническими требованиями на дождевальные машины устанавливается среднеобъемный диаметр капли. Однако для почвы и растений имеет значение, прежде всего механическое воздействие при падении или сила удара падающей капли.

Сила удара капли о почву из уравнения количества движения

$$St = mV$$

где S – сила удара капли; t – время, в течение которого длится удар; m – масса капли; V – скорость падения капли.

Если удар капли о почву является неупругим, время t может быть выражено зависимостью:

$$t = k \frac{d_k}{V},$$

где k – коэффициент пропорциональности, характеризующий степень деформации капли, при которой частицы воды изменят направление движения и воздействие их на почву прекратится ($k=1/2$ [5]).

В этом случае сила удара будет пропорциональной квадрату диаметра и квадрату скорости падения капли:

$$S = \frac{\rho_1 \pi}{6k} V^2 d_k^2,$$

где ρ_1 – плотность жидкости.

При упругом ударе капли о почву время t выразится так:

$$t = \frac{2d_k}{V_3},$$

где V_3 – скорость распространения упругих волн в капле, т.е. скорость распространения звука в воде.

В этом случае

$$S = \rho_1 \frac{\pi V_3}{6} V^2 d_k^2.$$

Это уравнение подтверждено экспериментально.

Анализ уравнения показывает, что сила удара капли о почву будет тем больше, чем больше скорость падения капли V и её диаметр d_k . Снижение силы удара капли о почву и разрушения её структуры требует уменьшения этих величин. Это может быть достигнуто совершенствованием конструкции дождевального насадка.

К недостаткам дождевальных насадков, которыми укомплектован штатный дождевальный агрегат, относятся – высокая интенсивность дождя (уже при средней поливной норме, приводящая к образованию луж и стока), использование временных оросителей, вызывающих подтопление и засоление территории, большая крупность капель, вызывающая повреждение растений и ухудшающая структуру почвы.

Заключение. На основании вышеизложенного возникает необходимость в разработанную конструкцию дождевальные насадки агрегата установить дождевальные аппараты, обеспечивающие высокое качество дождя.

Результаты исследований по совершенствованию конструкции дождевального насадка будут приведены в следующей публикации.

Библиографический список

1. Агроскин, И.И. Гидравлика [Текст] : учебник для ин-тов / И.И. Агроскин, Г.Т. Дмитриев, Ф.И. Пикалов. – М.-Л., Энергия, 1964. – 352 с.
2. Альтшуль, А.Д. Гидравлическое сопротивление [Текст] / А.Д. Альтшуль. – М.: «Недра», 1970.
3. Богомолов А.И. Гидравлика [Текст] : учебник для гидротехн. специальностей вузов / А. И. Богомолов, К. А. Михайлович. – М.: Стройиздат, 1972. – 648 с.
4. Дождевальный агрегат [Текст]: патент 2409936 Российская Федерация С1 МПК A01G 25/09 / В.Г. Абезин / заявл. 16.10.2009, опуб. 27.01.2011. Бюл. №3.
5. Исаев, А.П. Гидравлика дождевальных машин [Текст] / А. П. Исаев. – М.: «Машиностроение», 1973. – 214 с.
6. Киселёв, П.Г. Справочник по гидравлическим расчётам [Текст] / Под ред. П.Г. Киселёва. – 5-е изд. – М.: «Энергия», 1974. — 312 с. : ил.
7. Лебедев, Б.М. Дождевальные машины [Текст] / Б.М. Лебедев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1977. – 244 с.
8. Мелиорация и водное хозяйство. Том 6. Орошение [Текст] : справочник / Под ред. Б.Б. Шумакова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 415 с. : ил.
9. Сапунков А.П. Механизация полива [Текст] : учебное пособие / А. П. Сапунков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 336 с.
10. Шевелёв Ф.А. Таблицы для гидравлического расчёта водопроводных труб [Текст] : справочное пособие / Ф. А. Шевелёв, А. Ф. Шевелёв. – 16-е изд. доп. и перераб. – М. : Стройиздат, 1984. – 116 с.
11. Perrot H. Faustregeln für die Berechnung der Praktiken in Landwirtschaft und Gartenbau. Calw, 116 s.

Reference

1. Agroskin, I. I. Gidravlika [Tekst] : uchebnik dlya in-tov / I. I. Agroskin, G. T. Dmitriev, F. I. Pikalov. - M. - L., }nergiya, 1964. - 352 s.
2. Al'tshul', A. D. Gidravlicheskie soprotivleniya [Tekst] / A. D. Al'tshul'. - M.: "Nedra", 1970.
3. Bogomolov A. I. Gidravlika [Tekst] : uchebnik dlya gidrotehn. special'nostej vuzov / A. I. Bogomolov, K. A. Mihajlovich. - M.: Strojizdat, 1972. - 648 s.
4. Dozhdeval'nyj agregat [Tekst]: patent 2409936 Rossijskaya Federaciya S1 MPK A01G 25/09 / V. G. Abezin / zayavl. 16.10.2009, opub. 27.01.2011. Byul. №3.

5. Isaev, A. P. Gidravlika dozhdval'nyh mashin [Tekst] / A. P. Isaev. - M.: "Mashinostroenie", 1973. - 214 s.
6. Kisel'gov, P. G. Spravochnik po gidravlicheskim raschjotam [Tekst] / Pod red. P. G. Kisel'jova. - 5-e izd. - M.: "Nergiya", 1974. - 312 s. : il.
7. Lebedev, B. M. Dozhdeval'nye mashiny [Tekst] / B. M. Lebedev. - Izd. 2-e, pererab. i dop. - M.: "Mashinostroenie", 1977. - 244 s.
8. Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. Tom 6. Oroshenie [Tekst] : spravochnik / Pod red. B. B. Shumakova. - M.: Agropromizdat, 1990. - 415 s. : il.
9. Sapunkov A. P. Mehanizaciya poliva [Tekst] : uchebnoe posobie / A. P. Sapunkov. - M. : Agropromizdat, 1987. - 336 s.
10. Shevel'gov F. A. Tablicy dlya gidravlichesкого raschjota vodoprovodnyh trub [Tekst] : spravochnoe posobie / F. A. Shevel'gov, A. F. Shevel'gov. - 16-e izd. dop. i pererab. - M. : Strojizdat, 1984. - 116 s.
11. Perrot H. Faustahlen f?rder Beregnungs Praktikez in Landwirtschaft und Gartenbau. Calw, 116 s.

E-mail: pniiemt@yandex.ru

УДК 631.16:658.155:332.2

УЧЁТ ФАКТОРОВ РИСКА В РАСЧЁТАХ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОШЕНИЯ

ACCOUNTING RISK FACTORS IN COUNTS OF IRRIGATION EFFICIENCY

В.И. Ольгаренко¹, доктор технических наук, член-корреспондент РАН,

Заслуженный деятель науки РФ, профессор

И.Ф. Юрченко², доктор технических наук, главный научный сотрудник

В.Иг. Ольгаренко³, научный сотрудник

И.В. Ольгаренко¹, доктор технических наук, доцент

V.I. Olgarenko¹, I.F. Yurchenko², V. Ig. Olgarenko³, I.V. Olgarenko¹

¹Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал Донского государственного аграрного университета

²Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова

³Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации

¹Novocherkassk Engineering Institute of reclamation named after A.K. Kortunov. – a branch of the Don State Agrarian university

²All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov

³Russian Research Institute of Land Reclamation problems

В статье обоснован новый методологический подход по оценке факторов риска при определении эффективности реализации как отдельных мелиоративных мероприятий, так и технологических процессов в орошаемых хозяйствах различной формы собственности, а также при разработке новых инвестиционных проектов мелиоративных систем, обеспечивающий учёт возможных отклонений фактической эффективности от их расчётных значений и защиту хозяйственного субъекта от возможных финансовых потерь. На основе качественной оценки методом анализа чувствительности и методами количественного анализа, включающими сценарный анализ эффективности и математическое моделирование (метод Монте-Карло), установлены значения рисков в расчётах эффективности операционных затрат для вновь разработанного режима орошения картофеля летнего срока посадки на пойменных землях Нижнего Дона. Адаптация указанных методов к определению вероятности достижения эффективности плановых и проектных решений в сфере мелиорации показала возможность повышения действенности осуществляемых затрат за счёт учёта последствий принимаемых решений. Развитие практики учёта факторов риска в расчётах эффективности орошения повысит мотивацию совершенствования теоретических подходов в связи с их востребованностью.

ванностью, а наличие систематизированных фактографических данных обеспечит им должное обоснование за счёт возможности широкой проверки теории практикой, что обусловлено использованием в разработанном методе информационных технологий и коммерческих программных продуктов, дающие существенные преимущества, по сравнению с другими методами.

In the article the new methodological approach to assess the risk factors in determining the effectiveness of the implementation of both the individual reclamation measures and technological processes in the irrigated farms of different forms of ownership is concerned, as well as the development of new investment projects of reclamation systems, providing accounting of possible deviations of actual effectiveness from their calculated values and the protection of the economic subject from possible financial losses is observed. On the basis of a qualitative assessment by the sensitivity analysis and quantitative analysis methods, including scenario analysis and the effectiveness of mathematical modeling (Monte Carlo method), set is the value of risks in the calculation of efficiency of operating costs for newly developed irrigation regime potato year period landing on the floodplain of the Lower Don Lands. The adaptation of these methods to the determination of the probability of achieving the efficiency of planning and design solutions in the field of land reclamation has shown the ability to increase the effectiveness of ongoing costs due account of the consequences of decisions. Development of accounting risk practices in the calculation of effectiveness, efficiency of irrigation will increase the motivation of improving theoretical approaches in connection with their demand for, and availability of systematic factual data provide them with due justification due to the possibility of a broad test practice theory, due to the use in the developed method of IT and commercial software products that provide significant advantages over other methods.

Ключевые слова: теория, методология, факторы риска, эффективность орошения, технологии, экономический риск, математическое моделирование, метод Монте-Карло.

Key words: theory, methodology, risk factors, irrigation efficiency, technology, economic risk, mathematical modeling, Monte Carlo method

При реализации технологий на мелиорируемых землях существуют риски снижения планируемого уровня эффективности мелиораций, вызванные климатическими и природными аномалиями, изменениями законодательства, конкуренцией и ряда других факторов [1, 11]. Однако используемые в настоящее время в области мелиорации теория и нормативно-методическая база для оценки экономической отдачи предлагаемого мероприятия не учитывают возможности отклонения фактической эффективности от расчетной [3]. Опыт адаптации общей теории и методов определения вероятности достижения плановых и проектных решений к специфике деятельности в сфере мелиораций показал возможность повышения надёжности расчётов эффективности мелиоративных инвестиционных проектов за счёт учёта ожидаемых последствий [8, 9, 10, 11–15].

Материалы и методы. Методические аспекты учёта факторов риска в расчётах эффективности орошения изучались на примере оценки эффективности внедрения новой технологии управления орошением сельскохозяйственных культур [5] и, в частности, картофеля летнего срока посадки, разработанной специалистами ФГБНУ «РосНИИПМ» по результатам НИР [6, 7].

Совокупная коммерческая экономическая эффективность возделывания картофеля на орошении, определяемая по размеру дисконтированного чистого дохода, полученного от внедрения новой технологии, согласно стандартной методике [3], исчислялась по зависимости (1) для двух шагов периода реализации: первый – предвегетационный и вегетационный периоды; второй – послевегетационный:

$$ДЧД = \sum_m (Ц - C)_m \cdot \alpha_m,$$

где ДЧД – дисконтированный чистый доход, определяемый как дисконтированное сальдо приростного денежного потока за расчётный период, руб.; $\sum_m (Ц - C)_m \cdot \alpha_m$ – сальдо денежного

потока на m -м шаге расчётного периода; C – стоимость продукции, руб.; S – себестоимость продукции, отражающая совокупные затраты в основные фонды, оборотные средства и трудовые ресурсы для внедрения новых технологий и техники, руб. α_m – коэффициент дисконтирования, а сумма распространяется на все шаги расчётного периода; m – количество лет рассматриваемого периода. $\alpha_m = 1/(1+E)^m$, где E – ставка дисконтирования.

Выявление перечня возможных рисков для достижения расчётных параметров эффективности (зависимость (1)) выполнялось методом качественного анализа, включающего экспертные оценки и аналогии. Ранжирование факторов риска по степени влияния на результат осуществлялось на основе анализа чувствительности ДЧД к изменению отдельно взятого фактора при фиксированных значениях всех остальных.

Численные значения рисков устанавливались на основе количественного анализа методами сценарного анализа эффективности операционных затрат и математического моделирования (метод Монте-Карло) с привлечением специализированного коммерческого программного продукта Oracle Crystal Ball [13] и учётом информации, полученной в процессе качественных оценок методом анализа чувствительности. Расчёты по зависимости (1) при варьировании параметров проводились с использованием комплекса прикладных подпрограмм, разработанного специалистами ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А. Н. Костякова» на базе электронных таблиц MS Excel программного пакета Microsoft Office операционной среды Windows [5, 8].

Результаты и обсуждение. Результаты проведённых экспертной оценки по установлению основных факторов риска достигается расчётной эффективностью и анализом чувствительности ДЧД к изменениям во времени (рисунок 1) показали его максимальную зависимость от закупочной цены, изменение которой на 20 % от значения, принятого в базовом расчёте, увеличивает ДЧД на 30 %; несколько ниже значения ДЧД от урожайности картофеля, весьма слабая – от ставки дисконтирования [2, 4, 11, 12].

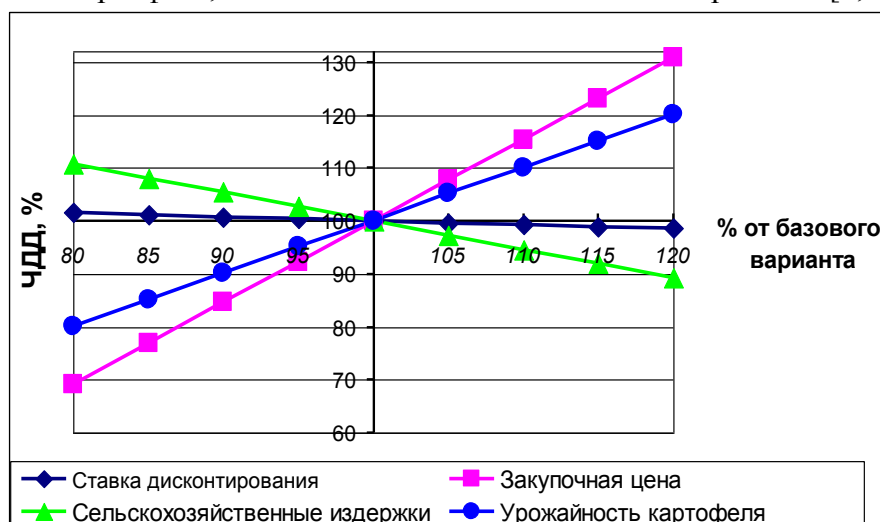


Рисунок 1 – Анализ чувствительности ДЧД к изменению факторов

С целью повышения точности оценки риска в расчётах эффективности оцениваемого мероприятия выполнен сценарный анализ, позволяющий учесть вариантность достижения ДЧД при выбранных оценочных параметрах возделывания картофеля по новой технологии, выполнявшейся по трём сценариям: оптимистическому, пессимистическому и наиболее вероятному (базовому) (таблица 1).

Таблица 1 – Значения критерия и показателей риска по сценариям реализации расчётов, %

Параметр	Сценарии		
	Базовый (планируемый)	Пессимистический (+/- от базового)	Оптимистический (+/- от базового)
Урожайность картофеля	100	-20	0
Закупочная цена	100	-20	+20
Удельные затраты на производство	100	-20	+20
Ставка дисконтирования	100	-20	+20
ДЧД, % от базового варианта	100	33	130
Весовые коэффициенты ДЧД	0,6	0,3	0,1
ДЧД средневзвешенный	83,1 (100*0,6+33*0,3+130*0,1)		
Риск (отклонение ДЧД средне-взвешенного от ДЧД базового)	16,9(100-83,1)		

Риск устанавливался по различию значения запланированного ДЧД (базовый вариант) и прогнозного значения ДЧД, исчисляемого с учётом значений и частоты ДЧД пессимистического и оптимистического вариантов. Уровень риска реализации запланированного мероприятия орошения составил 16,9 % (таблица 1) и оценивается как средний, что является важной информацией для принятия решений о целесообразности развития новой технологии, в частности, для решения вопроса об оптимальных объёмах её внедрения [11]. Динамика изменения денежных потоков от реализации базового, оптимистического и пессимистического сценариев оцениваемого периода представлены на рисунке 2.

При очевидных достоинствах метода сценарного расчёта риска операционных затрат метод математического моделирования Монте-Карло предоставляет возможность создания произвольных сценариев реализации мероприятия за счёт генерации случайных значений всех факторов, определяющих каждый конкретный сценарий [2, 9].

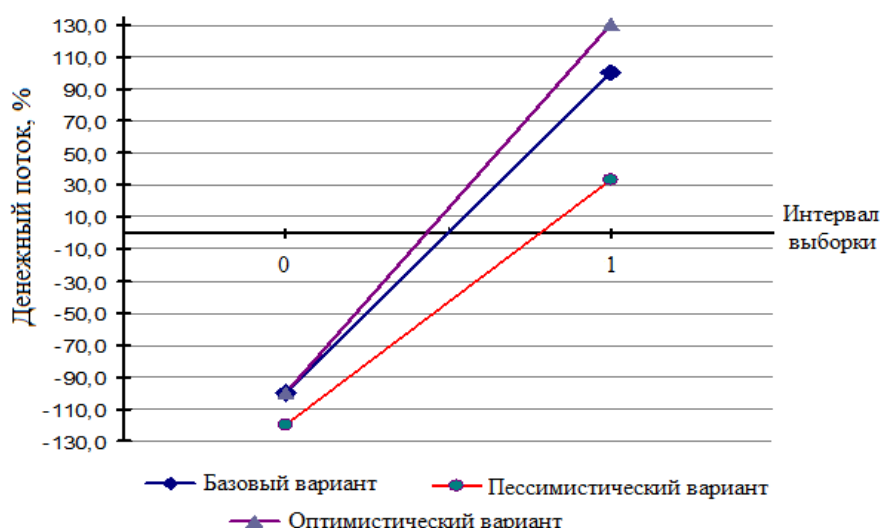


Рисунок 2 – Результаты расчёта денежного потока от реализации сценариев мероприятия по годам функционирования

Показатель эффективности операционных затрат рассчитывался по модели (1), риск операционных решений – по вероятности распределения ДЧД (рисунок 3). Уровень риска рассматривался как возможное снижение планируемого значения ДЧД от внедрения технологий. Значения переменных факторов модели выбирались программ-

ным комплексом Oracle Crystal Ball случайным образом из принятого интервала неопределенности (таблица 2), согласно заданному распределению вероятности события.

Таблица 2 – Значения переменных факторов модели (1)

Наименование показателя	Единица измерения	Значения		
		Средние	Минимальные	Максимальные
Урожайность	т/га	35,2	20,00	42,24
Затраты на производство	руб./т	3250	2600,00	3900
Закупочная цена	руб. т	9273	7418	11128
Коэффициент дисконтирования		0,93	0,91	0,84
Ставка дисконтирования	%	8	6,4	9,6

Результат моделирования представлен на рисунке 3, который свидетельствует о риске снижения расчётного ДЧД, определённого без дисконтирования операционных затрат, порядка 65 %, что обуславливает повышенное внимание лица, принимающего решение к возможному изменению макроэкономических показателей.

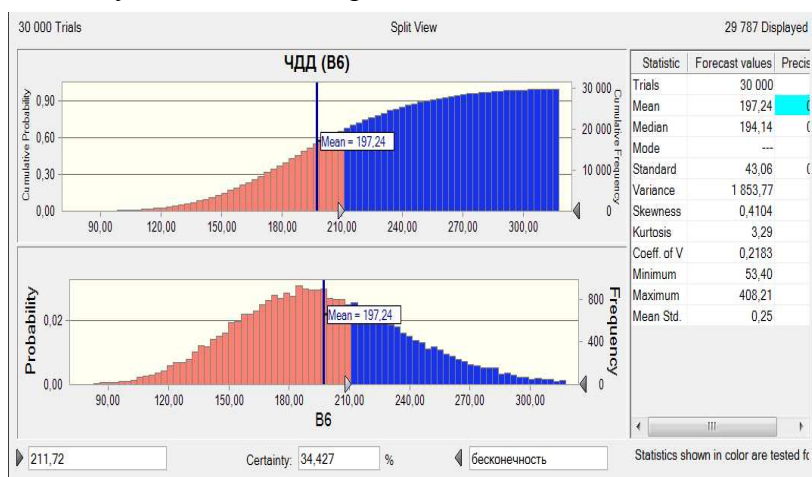


Рисунок 3 – Результаты математического моделирования эффективности внедряемого мероприятия

Анализ данных установил необходимость учёта разновременности осуществляемых затрат и достижения планируемых результатов. Так, риск снижения расчётного ДЧД, определённого с учётом дисконтирования операционных затрат, составляет порядка 48 % против 65 %, определённого без учёта обесценивания средств за период реализации планируемого мероприятия.

Заключение. Результаты исследований показали безусловное лидерство разработанного нормативно-методического обоснования расчётного инструментария метода математического моделирования (метод Монте-Карло) для анализа и учёта факторов риска в оценках эффективности планируемых затрат, обеспечивающего максимум сведений, определяющих риск проекта и возможность принять обоснованное решение о предстоящих инвестициях. Широкому внедрению данного метода в мелиоративную практику будет способствовать развитие информационных технологий и появление коммерческих программных продуктов, снимающих ограничения в использовании математического моделирования, связанных с выполнением многочисленных трудоёмких расчётов.

Библиографический список

1. Генезис методологии количественной оценки риска инновационных технологий в гидротехническом строительстве [Текст]/ А.Т. Беккер, Б.А. Золотов, В.С. Любимов, В.С. Носовский // Известия ДВФУ. Экономика и управление. – 2015. – № 2. – С. 19-26.

2. Мукаев, Р. Х. Оценка рисков инвестиционных проектов разработки нефтяных месторождений методом имитационного моделирования (Монте-Карло) [Текст] / Р. Х. Мукаев // Тенденции и перспективы развития науки XXI века. – 2015. – С. 64.
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель [Текст]. РД АПКЗ.00.01.003-03.
4. Новые технологии проектирования, обоснования строительства, эксплуатации и управления мелиоративными системами [Текст]/Под науч. ред. д.т.н., проф. Л. В. Кирейчевой. – М.: ВНИИА, 2010. – 240 с.
5. Ольгаренко, И. В. Информационные технологии планирования водопользования и оперативного управления водораспределением на оросительных системах: дис. ... доктора техн. наук: 06.01.02 [Текст]/ Ольгаренко Игорь Владимирович. – Новочеркасск, 2013. – 450 с.
6. Ольгаренко, В. Иг. Управление орошением картофеля летнего срока посадки на пойменных землях Нижнего Дона [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 06.01.02 / Ольгаренко Владимир Игоревич. – Новочеркасск, 2016. – 192 с.
7. Ольгаренко, В. Иг. Дифференцированные режимы орошения и минерального питания картофеля летнего срока посадки [Текст] / В. Иг. Ольгаренко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: сб. науч. тр. / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 52. – Новочеркасск, 2014. – С. 160-164.
8. Оценка эффективности инвестиций в развитие мелиораций [Текст]. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015617671 в Реестре программ для ЭВМ 17 июля 2015г.
9. Сазонов, А. А. Применение метода Монте-Карло для моделирования экономических рисков в проектах [Текст]/ А. А. Сазонов, М. В. Сазонова // Наука и современность.– 2016. - №43.–С. 229–232.
10. Шумилова, В. М. Выбор оптимальной методики оценки финансовых рисков для нефтегазодобывающей компании [Текст]/ В. М. Шумилова// Проблемы современной экономики. – 2010. – №. 3. – С. 251–256.
11. Юрченко, И. Ф. Оценка рисков мелиоративных инвестиционных проектов [Текст]/ И. Ф. Юрченко, А. К. Носов//Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 2. – С. 6–10.
12. Юрченко, И. Ф. Исследование, создание, и использование управленческих информационных технологий в сфере мелиораций [Текст]/ И. Ф. Юрченко, А. К. Носов, В. В. Трунин // Евразийский союз ученых. – 2014. – № 4. – С. 67.
13. Oracle Crystal Ball, Getting Started Guide, Release 11.1.1.1.00. Copyright © 1988, 2008, Oracle.
14. Jansons, V., Jurenoks, V. Modelling the behavior of stability of production systems in economics. Available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LV2012000847>
15. Zhou, Qing. Monte Carlo simulation for lasso-type problems by estimator augmentation. Available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201600085687>

Reference

1. Genezis metodologii kolichestvennoj ocenki riska innovacionnyh tehnologij v gidrotehnicheskom stroitel'stve [Tekst]/ A. T. Bekker, B. A. Zolotov, V. S. Lyubimov, V. S. Nosovskij // Izvestiya DVFU. Jekonomika i upravlenie. - 2015. - № 2. - S. 19-26.
2. Mukaev, R. H. Ocenka riskov investicionnyh projektov razrabotki neftyanyh mestorozhdenij metodom imitacionnogo modelirovaniya (Monte-Karlo) [Tekst] / R. H Mukaev // Tendencii i perspektivy razvitiya nauki NHI veka. - 2015. - S. 64.
3. Metodicheskie rekomendacii po ocenke jeffektivnosti investicionnyh projektov melioracii sel'skohozyajstvennyh zemel' [Tekst]. RD APK3.00.01.003-03.
4. Novye tehnologii proektirovaniya, obosnovaniya stroitel'stva, jekspluatcii i upravleniya meliorativnymi sistemami [Tekst]/Pod nauch. red. d. t. n., prof. L. V. Kirejchevoj. - M.: VNIIA, 2010. - 240 s.
5. Ol'garenko, I. V. Informacionnye tehnologii planirovaniya vodopol'zovaniya i operativnogo upravleniya vodoraspredeleniem na orositel'nyh sistemah: dis. ... doktora tehn. nauk: 06.01.02 [Tekst]/ Ol'garenko Igor' Vladimirovich. - Novocherkassk, 2013. - 450 s.

6. Ol'garenko, V. Ig. Upravlenie orosheniem kartofelya letnego sroka posadki na pojmnennyh zemlyah Nizhnego Dona [Tekst] : dis. ... kand. tehn. nauk: 06.01.02 / Ol'garenko Vladimir Igorevich. - Novocherkassk, 2016. - 192 s.

7. Ol'garenko, V. Ig. Differencirovannye rezhimy orosheniya i mineral'nogo pitaniya kartofelya letnego sroka posadki [Tekst] / V. Ig. Ol'garenko // Puti povysheniya jeffektivnosti oroshaemogo zemledeliya: sb. nauch. tr. / FGBNU "RosNIIPM". - Vyp. 52. - Novocherkassk, 2014. - S. 160-164.

8. Ocenka jeffektivnosti investitsij v razvitie melioracij [Tekst]. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya JeVM №2015617671 v Reestre programm dlya JeVM 17 iyulya 2015g.

9. Sazonov, A. A. Primenenie metoda Monte-Karlo dlya modelirovaniya jekono-micheskikh riskov v proektah [Tekst]/ A. A. Sazonov, M. V. Sazonova // Nauka i sovre-mennost'. -- 2016. - №43. - S. 229-232.

10. Shumilova, V. M. Vybora optimal'noj metodiki ocenki finansovykh riskov dlya neftegazodobyvayushej kompanii [Tekst]/ V. M. Shumilova// Problemy sovremennoj jekonomiki. - 2010. - № 3. - S. 251-256.

11. Yurchenko, I. F. Ocenka riskov meliorativnykh investicionnykh proektov [Tekst]/ I. F. Yurchenko, A. K. Nosov//Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. - 2014. - № 2. - S. 6-10.

12. Yurchenko, I. F. Issledovanie, sozdanie, i ispol'zovanie upravlencheskikh informacionnykh tehnologij v sfere melioracij [Tekst]/ I. F. Yurchenko, A. K. Nosov, V. V. Trunin // Evrazijskij soyuz uchenykh. - 2014. - № 4. - S. 67.

13. Oracle Crystal Ball, Getting Started Guide, Release 11.1.1.1.00. Copyright © 1988, 2008, Oracle.

14. Jansons, V., Jurenoks, V. Modelling the behavior of stability of production systems in economics. Available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=LV2012000847>

15. Zhou, Qing. Monte Carlo simulation for lasso-type problems by estimator augmentation. Available: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201600085687>

E-mail: danel777888@mail.ru

УДК 636.085.622/636.085.625

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РЕГИОНА THE USE OF PLANT RESOURCES OF THE ASTRAKHAN REGION AS THE BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF THE FEED BASE OF THE LIVESTOCK INDUSTRY IN THE REGION

А.И. Ряднов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

С.А. Давыдова², кандидат технических наук, доцент

О.Н. Цымбал², кандидат биологических наук, доцент

А.П. Павленко², магистрант

A. I. Ryadnov¹, A. S. Davydova², O. N. Tsymbal², A. P. Pavlenko²

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Астраханский государственный университет

¹Volgograd State Agricultural University

²Astrakhan State University

В статье рассмотрены актуальные проблемы животноводства Астраханской области. В работе отражены основные показатели статистики состояния и развития крупного рогатого скота: численность поголовья, состояние кормовой базы; расход кормов и уровень кормления животных; объемы производства продукции. Основные показатели животноводства приведены за 2013-2015 гг. На основе анализа статистических показателей отрасли обозначены основные проблемы

развития скотоводства в Астраханском регионе. Кроме того, в работе рассмотрены тенденции развития кролиководства в условиях Нижнего Поволжья. Обозначена проблема дефицита кормов для сельскохозяйственных животных, связанная не только с природно-климатическими особенностями региона, но и с рынком производства комбикормов. В результате исследований для удовлетворения потребностей в высококачественных кормах как для крупного рогатого скота, так и для пушных зверей в Астраханском регионе возможно применение нетрадиционных кормов на основе местного растительного сырья (тростник южный), содержащих в своем составе все необходимые микро- и макроэлементы. Использование растительных ресурсов Астраханской области в качестве основы для производства кормов для сельскохозяйственных животных позволит восстановить и расширить кормовую базу региона. Приведены результаты экспериментальных исследований по гранулированию тростника южного (2013-2016 гг.) с целью дальнейшего использования в качестве основы производства кормов.

The article presents the actual problems of the livestock industry in Astrakhan region. The paper reflects the main statistical indicators of the status and development of cattle: the size of livestock; the status of the forage base; feed consumption and the level of feeding animals; the volume of animal production. Main indicators of livestock are for 2013-2015 timeframe. On the analysis of statistical indicators of the sector main problems of development of cattle breeding in the Astrakhan region. In addition, the paper discusses trends in the development of rabbit breeding in the Lower Volga region. Marked by the problem of feed shortages for livestock, which is connected with climatic features of the region, but also with the market of feed production. As a result of research, to meet the needs in high-quality feed, both for cattle and fur-bearing animals in the Astrakhan region the possible use of unconventional feed based on local plant raw materials (reed), containing in its composition all the essential micro - and macronutrients. The use of plant resources of the Astrakhan region as the basis for the production of feed for farm animals will allow you to restore and expand the food base of the region. The results of experimental studies on the granulation of the common reed (2013-2016) with the aim of further use as the basis for feed production.

Ключевые слова: животноводство, крупный рогатый скот, кролиководство, тростник южный, кормопроизводство.

Key words: livestock, cattle, rabbit breeding, *Phragmites australis*, fodder production.

Введение. В настоящее время Астраханская область является одним из немногих регионов России, который не только сохраняет, но и увеличивает количество сельскохозяйственных животных по всем отраслям: скотоводство, овцеводство, птицеводство, коневодство, верблюдоводство, свиноводство, кролиководство.

Материалы и методы. Поголовье крупного рогатого скота (далее – КРС) в 2013 году составило 278,1 тыс. голов с ростом в 1,5 раза к уровню 2004 года, в том числе 147,9 тыс. голов коров с ростом в 1,8 раза к уровню 2004 года, лошадей – 32,4 тыс. голов с ростом в 1,3 раза к уровню 2004 года, поголовье овец и коз – 1525,6 тыс. голов с ростом в 1,6 раза к уровню 2004 года [8]. Однако на 1 сентября 2015 года в Астраханской области насчитывалось 284,7 тысяч голов крупного рогатого скота, что почти на 4 % меньше показателя в сентябре 2014 года [9]. Сокращение поголовья КРС в Астраханской области связано не только с серьезным удорожанием кормов в 2015 году, но и с практически полным отсутствием в регионе рынка сбыта и переработки. При сравнении с данными на 1 августа 2015 года и на 1 сентября 2014 года, численность поголовья КРС сократилась на 1,01 и 3,89 процентов соответственно (таблица 1). По данным Астраханьстат, по состоянию на 1 января 2016 года в хозяйствах всех категорий поголовье крупного рогатого скота составило – 275,6 тыс. голов, в том числе коров – 146,3 тыс. голов [4]. По сравнению с показателями на 1 января 2015 года, поголовье крупного рогатого скота в целом сократилось на 1,2 %, при этом только поголовье коров сократилось на 1,3 %.

Таблица 1 – Поголовье крупного рогатого скота в Астраханской области, тыс. голов

Период	КРС
1 сентября 2015 года	142,3
1 августа 2015 года	142,4
1 сентября 2014 года	147,1
1 сентября 2013 года	147,9

Мясное скотоводство Астраханской области – одно из ведущих направлений развития АПК Российской Федерации, включающее в себя отрасли по производству мяса всех видов, их первичной и глубокой переработке, логистику, регулирование мясного рынка. За период в 2008 по 2014 годы, благодаря реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и государственной поддержки из бюджетов всех уровней, в Астраханской области закуплено около 9,5 тыс. голов племенного высокопродуктивного КРС мясного направления; построены и реконструированы 4 современных животноводческих фермы мясного направления (Енотаевский, Красноярский, Наримановский, Приволжский районы); реализованы 4 проекта по созданию современных высокотехнологичных предприятий по убою и первичной переработке скота в Енотаевском, Красноярском, Приволжском и Черноярском районах, а также создан мясоперерабатывающий комплекс в Лиманском районе по убою и первичной переработке скота мощностью более 3 тыс. т мяса в год [8].

Астраханская область является уникальным регионом, где в аридных условиях животноводам удастся выращивать высококачественный чистопородный крупный рогатый скот мясных пород. Одной из таких пород является калмыцкая. В настоящее время в области насчитывается около 90 тыс. голов высокопродуктивного мясного скота. Разведением калмыцкой породы занимаются семь племенных репродукторов: СХК «Никольский» Енотаевского района, ООО «Лебедь», ООО КХ «Беляна-2» Лиманского района, ООО «Курбет» Володарского района, ООО ПКФ «Дружба» Камызякского района, К(Ф)Х «Чапчачи», ООО «Астраханские племенные ресурсы» Наримановского района. Производство говядины в год составляет около 40 тыс. тонн.

Однако в связи с особенностями природно-климатических условий Астраханской области, кормопроизводство в регионе недостаточно развито, при этом физиологические потребности поголовья сельскохозяйственных животных в кормах удовлетворяются на недостаточном уровне, поэтому и обеспечение использования их генетического потенциала составляет 50–70 %. В 2015 году площадь естественных сенокосов составила 340 тыс. га; общая площадь уборки кормовых (однолетние, многолетние, корнеплоды) – 11,8 тыс. га, пастбища – 2300 тыс. га, на уборке кормов было задействовано порядка 1250 единиц сельскохозяйственной техники [8]. При этом на 1 условную голову было заготовлено 1,5 центнера кормовых единиц и всего, с учетом пастбищных кормов, на 1 условную голову – 9,4 центнеров кормовых единиц, а также с учетом качества кормов, технологий их скармливания и потерь, потребность в кормах была закрыта на 60 % поголовья. Таким образом, в настоящее время, для осуществления запланированных темпов роста продукции животноводства, в целях удовлетворения сельскохозяйственных животных в питательных веществах и создания предпосылок для проявления их максимальной продуктивности, а также снижения финансовой нагрузки на сельхозтоваропроизводителей, необходимо создание производства кормов на основе местных дикорастущих растений, таких как тростник южный (*Phragmites australis*), рогаз (*Typha*) и др. [10].

Наряду с ростом численности мясного скота, в Астраханской области наблюдается повышенный спрос на мясо кроликов. Крольчатина является диетическим продуктом, в нем содержится легкоусвояемый белок, небольшое количество холестерина. Мясо кролика не имеет противопоказаний для употребления при различных заболеваниях. Однако в Астраханской области нет предприятий по разведению кроликов на промышленной основе. Разведение пушных зверей происходит в подсобных хозяйствах, преимущественно с помощью шедовой системы содержания. Кролики, как и любые другие виды сельскохозяйственных животных, нуждаются в постоянном притоке энергии. Основным источником энергии являются органические вещества корма. В Астраханской области кормление кроликов осуществляется с помощью зеленого корма и гранулированного комбикорма.

Зеленый корм может включать в себя свежие древесные побеги, листья, траву. Для кормления кроликов используют дикорастущие виды растений: пастушью сумку, подорожник, клевер, полынь, пырей, одуванчик, щавель конский и другие дикорастущие травы [7]. Один из самых ранних зеленых кормов – тростник южный. Молодые побеги рубят небольшими кусочками и дают животным в подвяленном виде.

Комбикорма для кроликов обычно гранулируют. В составе на долю концентрированных кормов приходится 70-80 %, травяной муки – 20-30 %. Из зерновых кормов применяют кукурузу, овес, пшеницу, ячмень. Также вносят корма, богатые белком – шрот соевый, жмых подсолнечный, дрожжи, мясокостная мука. Необходимым является внесение минеральных компонентов, таких как трикальцийфосфат, премикс для кролей, мел, поваренная соль [6].

Производство комбикорма на территории региона актуальная тема, так как этим занимаются единицы, например, ОАО «Комбинат хлебопродуктов». При этом, остро стоит вопрос окупаемости процесса, так как приходится закупать дорогостоящее сырье в других областях. Кроме того, фермеры используют привозной комбикорм, что с экономической точки зрения этот процесс для подсобных хозяйств не выгоден, так как качество привозных комбикормов не отвечает требованиям, что соответственно влияет на дальнейшее увеличение поголовья кроликов в хозяйствах астраханского региона.

Результаты. При производстве кормов на основе местного дикорастущего сырья (тростник южный, рогоз) позволит не только увеличить фермерские хозяйства в области, но и в дальнейшем создать промышленное конкурентноспособное предприятие.

Установлено, что по своему химическому составу тростник южный является прекрасной основой для производства кормов, так как по содержанию белков, жиров и углеводов в наземных частях не уступает зерну [10]. Кроме того, химический состав наземных частей растений *Phragmites australis*, собранных до цветения, отличается от химического состава наземных частей растений в период полного созревания метелки: по мере созревания в растениях увеличивается содержание протеина, жиров, клетчатки [10].

Подвергая корм на основе тростника южного соответствующей подготовке, можно увеличить в нем содержание питательных веществ в доступной форме и, следовательно, повысить эффективность кормления. Кроме того, путем механического, термического воздействия на корма из тростника южного, а также внесения в них вкусовых добавок можно увеличить их поедаемость животными. Основные способы и технологии приготовления кормов на основе тростника южного к скармливанию следующие: физические (измельчение, сдобривание, запаривание, заваривание); биологические (самонагревание, совместное силосование с кукурузой); химические (кальцинирование, обработка щелочами и другими химическими средствами) [7].

Важными параметрами, влияющими на процесс подготовки тростника южного, являются высота растений, их масса, длина метелки и ее масса. Исследования размерно-массовых характеристик растений тростника южного проводились в

Кировском районе Астраханской области, произрастающих вдоль р. Кутум. Исследования проводились в 2 периода созревания растений тростника южного: 1. молодые растения тростника южного до выброса метелки (конец июня); 2. растения в период полного созревания метелки (конец сентября). Методика проведения эксперимента заключалась в следующем:

1. Выбирались участки вдоль реки шириной 10 м и длиной 20 м (площадь 0,02 га). На участках выбирали делянки визуальным образом, чтобы стеблестой и влажность растений были характерными для данного массива. Отбор проб осуществляли с помощью специальной рамки размером 1×1 м². При взятии проб рамку укладывали по диагонали участка. Все растения из проб разделяли на классы по длине – стебель, метелка; по диаметру – комель, ножка метелки; длину растений измеряли с помощью классификатора, изготовленного из деревянной рейки размером 3 000×100×20 мм³, шаг шкалы 1 см; длину метелки измеряли тем же классификатором. Высоту растений изучали замером их с десятикратной повторностью по диагонали участка. Кроме того, определяли высоту и массу растений в зависимости от расстояния их до воды (– 5 м – в воде, 0 м – граница воды, +5 м, + 10 м) с трехкратной повторностью.

2. Урожайность, отношение массы растений к массе метелок рассчитывали после взвешивания компонентов на весах.

3. Влажность листостебельной массы определяли согласно ГОСТ 20915-87 [1].

4. Статистическая обработка полученных данных проводилась по стандартной программе.

Результаты определения размерно-массовых характеристик приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Размерно-массовые характеристики *Phragmites australis*,
Кировский район, Астраханская область, р. Кутум

Период созревания	Число замеров	Высота растения, м	Диаметр стебля у основания, мм	Масса наземной части растения, кг	Длина метелки, м	Масса метелки, кг
До цветения	3 (по 50 растений)	1,97	9	0,0715	-	-
Полное созревание метелки		4,98	12	0,1085	0,40	0,0160

Высота растений тростника южного, произрастающего в Кировском районе, составляет: до выброса метелок – 1,5-2 м, разброс по высоте 0,5 м; в период полного созревания метелок – 4,5-5 м, разброс по высоте 0,5 м.

Молодой тростник (июнь месяц), находящийся в воде (0 м), имел среднюю влажность до 65 %, а на расстоянии от воды в 20 м – до 45 %. Тростник в сентябре в воде имел влажность 42 %, а на расстоянии в 20 м – 26-27 %. Известно, что тростник гигроскопичен. Влажный тростник даже при незначительном изменении температуры и ветра быстро теряет влагу. При заготовке скошенный и уплотненный тростник с начальной влажностью до 30 % через месяц имеет влажность 15-18 % [6].

Измельчение растений тростника южного проводили с помощью измельчителя травы «Кубанец» в 4-кратным повторением для достижения необходимой фракции до 5 мм для дальнейшего гранулирования (рисунок 1). Гранулирование осуществлялось на установке ZLSP D-Type 120 (рисунок 2) без наличия каких-либо химических закрепителей и добавок. В результате исследований установлено, что наличие метелок не только засоряет кормовую смесь, но и влияет на технические параметры установок: ножи измельчителя травы «Кубанец» останавливались от невозможности осуществлять

вращение, матрица гранулятора «забивалась» сырьем и работа установки также прекращалась. На рисунке 3 показаны полученные гранулы из тростника южного без метелок (рисунок 3а) и гранулы с присутствием в сечке метелок тростника южного (рисунок 3б).



Рисунок 1 – Сечка тростника южного



Рисунок 2 – Малый пресс-гранулятор модель ZLSP D-Type 120



а



б

Рисунок 3 – Гранулы из тростника южного из растений: а – без метелки; б – с наличием метелок

Размеры полученных гранул 5–10 мм в диаметре и 8–15 мм длиной. Технологические параметры полученных гранул – влажность – 7-10 %, плотность – 1,5 г/см³ соответствуют требованиям к концентрированным комбикормам для крупного рогатого скота [2].

Обсуждение. Химический состав тростника южного (*Phragmites australis*) позволяет использовать его в кормопроизводстве без дополнительных затрат на обработку или изменения технологического режима производства. Содержание белков, жиров и углеводов в нем и в зерновых культурах примерно одинаковое [3]. Известно, что для лучшего поедания крупным рогатым скотом сено тростника южного, как и солому, измельчают на частицы 4-6 см, смачивают 1-2 %-ым раствором соли, патоки (на 1 часть патоки 3-4 части воды), болтушкой из вареного картофеля или заваривают

кипятком и сутки выдерживают в закрытой емкости с теплоизоляцией [5]. Таким образом, при кормлении крупного рогатого скота в основном в любой технологии будет использоваться тростниковая сечка, которая представляет собой рубленные на мелкие фракции стебли тростника, химический состав которого гарантирует использование его как основы для кормовой базы крупного рогатого скота.

Заключение. В Астраханском регионе существует потребность в высококачественных кормах, которые способны обеспечить физиологические потребности организма, необходима как для крупного рогатого скота, так и для пушных зверей, при этом возможно применение как традиционных кормов, так и нетрадиционных на основе местного растительного сырья, содержащих в своем составе все необходимые микро- и макроэлементы. При использовании сбалансированных по всем питательным веществам комбикормов продуктивность животных повышается на 10-12 %, а при обогащении их витаминами, микроэлементами и другими стимулирующими веществами – на 25-30 %, по сравнению с тем, когда животным скармливают отдельные виды зернофуража [11], поэтому вопрос разработки оптимальной рецептуры на основе тростника южного для кормления сельскохозяйственных животных является актуальным для Астраханского региона.

Библиографический список

1. ГОСТ 20915–87 СТ СЭВ5630-86. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний [Текст]. Издание официальное. Государственный комитет Стандартов Совета Министров СССР. – М., 1987. – 24 с.
2. ГОСТ 9268-90. Комбикорма-концентраты для крупного рогатого скота [Электронный ресурс] / ЗАО «Кодекс». – 2012. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document>.
3. Давыдова, С.А. Совершенствование технологии и технических средств производства пеллет из тростника южного на корм крупному рогатому скоту [Текст] : дисс. на соискание учен. ст. канд. техн. наук /С.А. Давыдова. – Волгоград, 2013. – 148 с.
4. За 2015 год в Астраханской области сократилось поголовье рогатого скота // Астрахань-Онлайн: [Электронный ресурс]. – Copyright. – © Региональное информационное агентство Астрахань-Онлайн. – 2012–2017. – Режим доступа: http://www.astrakhan-online.ru/economy/za_2015_god_v_astrahanskoj_oblasti_sokratilos_pogolove_rogatogo_skota/
5. И камыш – корм [Электронный ресурс]// Корма и кормление с/х животных. – Copyright. – 22.03.2011. – Режим доступа: <http://www.russiangoats.com>
6. Калугин, Ю.А. Кормление кроликов [Текст] / Ю.А. Калугин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 248 с.
7. Кролиководство [Текст]/ Н.А. Балакирев, Е.А. Тинаева, Н.И. Тинаев, Н.Н. Шумилина; под ред. Н.А. Балакирева. – М.: КолосС, 2007. – 232 с.
8. Перспективы производства кормов в условиях аридной зоны Российской Федерации : сборник научных статей [Текст]/ Под общ. ред. М.Ю. Пучкова, Д.С. Кадралиева. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2015. – 144 с.
9. Поголовье скота за год в Астраханской области сократилось на 4% [Электронный ресурс]// Астрахань-Онлайн. – Copyright. – © BezFormata.Ru. – 2008–2016. – Режим доступа: <http://astrahan.bezformata.ru/listnews/pogolove-skota-za-god-v-astrahanskoj/38438453/>.
10. Ряднов, А.И. Возможность использования тростника южного в качестве корма для крупного рогатого скота [Текст]/ А.И. Ряднов, С.А. Давыдова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – Вып. № 1(29). – С. 115-120.
11. Хохрин, С.Н. Кормление крупного рогатого скота, овец, коз и лошадей [Текст] : справочное пособие / С.Н. Хохрин. – СПб.: ПрофиКС, 2003. – 452 с.

Reference

1. GOST 20915-87 ST SJeV5630-86. Sel'skohozyajstvennaya tehnika. Metody opredeleniya uslovij ispytaniy [Tekst]. Izdanie oficial'noe. Gosudarstvennyj komitet Standartov Soveta Ministrov SSSR. - M., 1987. - 24 s.

2. GOST 9268-90. Kombikorma-koncentraty dlya krupnogo rogatogo skota [Elektronnyj resurs] / ZAO "Kodeks". – 2012. – Rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document>.
3. Davydova, S. A. Sovershenstvovanie tehnologii i tehniceskikh sredstv proizvodstva pellet iz trostnika yuzhnogo na korm krupnomu rogamu skotu [Tekst] : diss. na soiskanie uchen. st. kand. tehn. nauk / S. A. Davydova. – Volgograd, 2013. – 148 s.
4. Za 2015 god v Astrahanskoj oblasti sokratilos' pogolov'e rogatogo skota // Astrahan'-Onlajn: [Elektronnyj resurs]. – Copyright. – © Regional'noe informacionnoe agentstvo Astrahan'-Onlajn. – 2012-2017. – Rezhim dostupa: http://www.astrakhan-online.ru/economy/za_2015_god_v_astrahanskoj_oblasti_sokratilos_pogolove_rogatogo_skota/
5. I kamysh - korm [Elektronnyj resurs]// Korma i kormlenie s/h zhivotnyh. – Copyright. – 22.03.2011. – Rezhim dostupa: <http://www.russiangoats.com>
6. Kalugin, Yu. A. Kormlenie krolikov [Tekst] / Yu. A. Kalugin. – M.: Agropromizdat, 1985. – 248 s.
7. Krolikovodstvo [Tekst]/ N. A. Balakirev, E. A. Tinaeva, N. I. Tinaev, N. N. Shumilina; pod red. N. A. Balakireva. – M.: KolosS, 2007. – 232 s.
8. Perspektivy proizvodstva kormov v usloviyah aridnoj zony Rossijskoj Federacii : sbornik nauchnyh statej [Tekst]/ Pod obsch. red. M. Yu. Puchkova, D. S. Kadrallieva. – Astrahan' : Izd-vo AG-TU, 2015. – 144 s.
9. Pogolov'e skota za god v Astrahanskoj oblasti sokratilos' na 4% [Elektronnyj resurs]// Astrahan'-Onlajn. – Copyright. – © BezFormata.Ru. – 2008-2016. – Rezhim dostupa: <http://astrahan.bezformata.ru/listnews/pogolove-skota-za-god-v-astrahanskoj/38438453/>.
10. Ryadnov, A. I. Vozmozhnost' ispol'zovaniya trostnika yuzhnogo v kachestve korma dlya krupnogo rogatogo skota [Tekst]/ A. I. Ryadnov, S. A. Davydova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2013. – Vyp. № 1(29). – S. 115-120.
11. Hohrin, S. N. Kormlenie krupnogo rogatogo skota, ovec, koz i loshadej [Tekst] : spravochnoe posobie / S. N. Hohrin. – SPb.: ProfiKS, 2003. – 452 s.

E-mail: alex.rjadnov@mail.ru

УДК 631.517:635.61

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА
ОРУДИЯ ДЛЯ УКЛАДКИ-РАСКЛАДКИ ПЛЕТЕЙ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР
DETERMINATION OF BODY WORK TOOLS KINEMATIC PARAMETERS
FOR SCOURGE-MELONS INSTALLATION LAYOUTS**

М.Н. Шапров, доктор технических наук, профессор

И.С. Мартынов, кандидат технических наук, доцент

M.N. Shaprov, I.S. Martynov

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Нижнее Поволжье, Кубань и Северный Кавказ являются основными зонами возделывания бахчевых культур. Получение высоких урожаев в значительной мере зависит от качества ухода за посевами. Для ухода за ними требуется выполнять ряд специфичных операций. В течение всего вегетационного периода должно быть проведено три-четыре междурядных обработки почвы и прополки сорняков в междурядьях и рядах. При третьей и особенно четвертой обработке плети разрастаются настолько, что затрудняют проезд агрегата по полю и возможность обработки почвы под плетями. Поэтому перед культивацией необходимо сместить плети с междурядья на рядок, а после обработки их надо сразу же разложить на междурядье. В статье рассмотрен процесс перемещения плетей рабочим органом и найдены условия, при которых этот процесс выполняется с их минимальным травмированием. Установлено, что плеть можно

перемещать в заданное положение с минимальными повреждениями, если величина, определяющая расстояние от корня плети до точки контакта с ней рабочего органа, будет удовлетворять следующему условию $n_{\min} \leq n \leq n_{\max}$. а траектория движения рабочего органа будет циклоида. Качество укладки, а еще в большей мере раскладки плетей, зависит от формы этой циклоиды, которая, в свою очередь, зависит от отношения окружной скорости пальцев рабочего органа к поступательной скорости его перемещения.

Lower Volga, Kuban and the North Caucasus are the basics-governmental areas of cultivation of melons. Obtaining high yields is largely dependent on the quality of care for the crops. To care for them need to perform a number of specific operations. Throughout the growing season should be conducted three to four inter-row cultivation and weeding between the inter-rows and rows. In the third and especially the fourth processing lashes grow so much that impede travel unit on the field and the possibility of cultivation under the lashes. Therefore, it is necessary to shift to the cultivation of vines in the row of the aisle, and after processing they must be immediately broken down into the aisle. The article describes the process of moving the lashes working body and found the conditions under which this process is of so minimal injury. It was established that the whip can be moved to a predetermined position with minimal damage, if the value determined by the distance from the root of the lash to the point of contact with its working body, will meet the following condition $n_{\min} \leq n \leq n_{\max}$. and the trajectory of the working body movement will cycloid. Quality styling and even more so layouts lashes, depending on the shape of the cycloid, which in turn depends on the ratio of the circumferential speed of the working body of the fingers to move forward speed.

Ключевые слова: бахчевые культуры, плеть, укладка, раскладка, травмирование, траектория.

Key words: melons, whip, styling, layout, injury, trajectory.

Введение. Получение высоких урожаев при возделывании бахчевых в значительной мере зависит от качества ухода за посевами. Бахчевые культуры обладают своеобразными формами, размерами и физико-механическими свойствами. Поэтому для ухода за ними требуется выполнять ряд специфических операций. В течение всего вегетационного периода должно быть проведено три-четыре междурядных обработки почвы и прополки сорняков в междурядьях и рядах. При третьей и особенно четвертой обработке плети разрастаются настолько, что затрудняют проезд агрегата по полю и возможность обработки почвы под плетями. Поэтому перед культивацией необходимо сместить плети с междурядья на рядок, а после обработки их надо сразу же разложить на междурядье [6]. Раскладка плетей позволяет уменьшить взаимное затенение растений, улучшить их фотосинтетическую деятельность, а также снизить испарение влаги из почвы [1, 5]. Для частичного смещения плетей в междурядье с целью образования прохода трактора с культиватором разработан ряд плетеотводов как пассивного, так и активного типа [2]. В США выпускается машина для ориентации плетей поперек рядка при возделывании дыни [11]. С целью выявления возможности осуществления укладки плетей, обеспечивающей образование свободной зоны для эффективной работы культиватора, а также возможности их последующей раскладки, был рассмотрен процесс перемещения плетей рабочим органом и получены зависимости для определения кинематических параметров орудия, при которых эти процессы выполняются с минимальным травмированием плетей.

Материалы и методы. Повреждаемость плетей, являющаяся основным критерием, характеризующим операции их укладки и раскладки, зависит от многих факторов и, в первую очередь, от параметров динамического воздействия на плеть рабочего органа орудия. Вторым показателем, по которому оценивается качество выполнения этих операций, является размещение плетей в требуемом положении.

Целью работы было определить такие кинематические параметры орудия, как допустимая поступательная скорость движения и отношение окружной скорости пальцев рабочего органа к его поступательной скорости.

Результаты и обсуждение. Главной задачей кинематического расчета является определение допустимого значения скорости движения орудия v при соблюдении агротехнических требований повреждаемости плетей и коэффициента λ , определяющего форму траектории движения рабочего органа и влияющего как на качество выполнения рабочего процесса, так и на повреждаемость плетей при выполнении этого процесса [10].

Вход пальцев в плети и выход из плетей сопровождается ударом по ним в момент касания пальца с плетью. Основной характеристикой удара является величина ударного импульса [6, 7]. Зная максимально допустимое значение ударного импульса G_g , с которым мы можем воздействовать на плеть, допустимая скорость плети после удара V_g определяется по формуле:

$$V_g = V_0 + G_g/m, \quad (1)$$

где m – масса плети, V_0 – скорость плети до удара.

На основании закона изменения кинетической энергии при ударе получим, что допустимая скорость плети после удара V_g должна быть равна абсолютной скорости пальца V в момент удара, которая в свою очередь определяется как произведение абсолютной угловой скорости ω пальца на расстояние b от точки контакта пальца с плетью до мгновенной оси вращения.

Абсолютная угловая скорость является векторной суммой угловой скорости ω_1 вращения пальцев вокруг вертикальной оси и угловой скорости ω_2 вращения пальцев вокруг лучей [3]. Так как векторы этих скоростей взаимно перпендикулярны, то $\omega = \omega_1 / \sin \varepsilon$.

Так как скорость движения орудия определяется по формуле $v = \omega_1 R / \lambda$, то с учетом предыдущих выражений получим следующее уравнение для ее определения:

$$V = [R(G_g + mV_0) \sin \varepsilon] mb \lambda, \quad (2)$$

где R – радиус рабочего органа, ε – угол между векторами угловых скоростей ω и ω_2 .

В расчетах допустимое значение скорости движения орудия определяем для случая входа пальцев в плети, так как в этом случае скорость плети до удара равна нулю. Формула (2) в этом случае имеет вид:

$$V = (RG_g \sin \varepsilon) mb \lambda. \quad (3)$$

Величина b , являющаяся расстоянием от точки удара до мгновенной оси вращения, определяется отдельно для процессов укладки и раскладки плетей.

Рассмотрим более подробно процессы раскладки плетей на междурядье и укладки к оси рядка.

Процесс раскладки плетей. После укладки плети находятся в строго ориентированном положении (рисунок 1). Палец E , установленный на луче на расстоянии r от оси вращения, контактирует с плетью длиной L в точке C , удаленной от корня на расстоянии l . Движение орудия осуществляется со скоростью v .

Как уже выше отмечалось, плеть необходимо переместить по дуге окружности. Она после раскладки должна занять положение $A'D$.

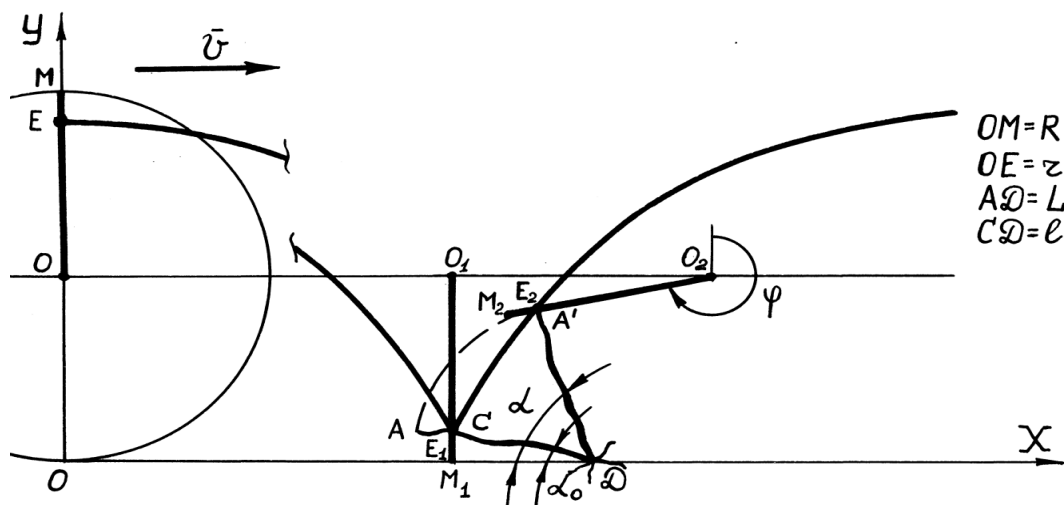


Рисунок 1 – Схема для расчета коэффициента λ при раскладке плетей

Значит траектория движения пальца E_1 должна проходить через точки C и A' , а для этого необходимо определить соответствующее значение коэффициента λ . В принятой нами системе координат запишем уравнение движения пальца в следующем виде:

$$\begin{aligned} X_E &= R\varphi/\lambda + r \sin\varphi, \\ Y_F &= R + r \cos\varphi. \end{aligned} \quad (4)$$

В этой же системе координат запишем и уравнение траектории движения точки A плети:

$$\begin{aligned} X_A &= \pi R/\lambda + l \cos \alpha_0 - L \cos \alpha \\ Y_A &= L \sin \alpha \end{aligned} \quad (5)$$

Если точка контакта смещается до вершины плети в процессе ее укладки, то величина смещения равна $\Delta=L-l$. В этом случае уравнение перемещения точки контакта вдоль плети в полярных координатах будет иметь следующий вид:

$$l_i = \Delta \frac{\alpha - \alpha_i}{\alpha - \alpha_0} + 1, \quad (6)$$

где l_i и α_i – текущие значения расстояния точки контакта от корня и угла, определяющего положение плети относительно оси ряда.

Так как траектория пальца E и точки A плети пересекаются при определенных значениях угла α , то можно записать:

$$\begin{aligned}(R\varphi/\lambda) + r \sin\varphi &= (\pi R/\lambda) + l \cos\alpha_0 - L \cos\alpha, \\ R + r \cos\varphi &= L \sin\alpha.\end{aligned}\quad (7)$$

Решим эту систему относительно λ , учитывая что $\varphi = 2\pi - \arccos[(L\sin\alpha - R)/r]$ и $(\varphi \geq \pi)$.

Тогда для процесса раскладки:

$$\lambda_p = \frac{R\{\pi - \arccos[(L \sin \alpha - R)/r]\}}{l \cos \alpha_0 - L \cos \alpha - r \sin\{2\pi - \arccos[(L \sin \alpha - R)/r]\}}. \quad (8)$$

Основной переменной в этом уравнении является значение угла α , обуславливающего положение плети после раскладки.

Определим, как можно получить требуемое положение плети. Для этого найдем значение угла α из первого уравнения системы (7):

$$\alpha = \arccos\{[(\pi R/\lambda) - (R\varphi/\lambda) - r \sin\varphi + l \cos\alpha] / L\}. \quad (9)$$

Обозначив $(\pi R/\lambda) - (R\varphi/\lambda) - r \sin\varphi = l_0 \cos\alpha_0$, получаем:

$$\alpha = \arccos[(l_0 \cos\alpha_0 + l \cos\alpha) / L], \quad (10)$$

где l_0 - расстояние от корня до точки контакта плети с пальцем при условии, что в этом случае плеть после раскладки будет перпендикулярна оси рядка.

Учитывая также, что $l = nL$, $l_0 = n_0L$, где n и n_0 коэффициенты, показывающие, какую часть составляют l и l_0 , от полной длины плети L , получим:

$$\alpha = \arccos[(n - n_0)\cos\alpha_0], \quad 0 \leq n \text{ (} n_0 \text{)} \leq 1. \quad (11)$$

При раскладке плетей палец рабочего органа может контактировать с плетью по всей ее длине, то есть коэффициент n может принимать любые значения от 0 до 1.

Определим минимальное и максимальное значение угла α . Из выражения (11) видно, что $\alpha_{\min} = \alpha_0$ при условии $n - n_0 = 1$. Это возможно, если $n = 1$, а $n_0 = 0$. При других значениях n_0 минимальное значение угла α можно определить по формуле:

$$\alpha_{\min} = \arccos[(1 - n_0)\cos\alpha_0]. \quad (12)$$

Максимальное значение угла α будет при условии, что $n - n_0 = -1$, то есть $n = 0$, а $n_0 = 1$. В этом случае $\alpha_{\max} = \pi - \alpha_0$. Тогда $\alpha_{\max}$ можно определить по формуле:

$$\alpha_{\max} = \arccos[(0 - n_0)\cos\alpha_0] = \arccos[n_0 \cos(\pi - \alpha_0)]. \quad (13)$$

Из рисунка 2 также следует, что угол α_0 равен:

$$\alpha_0 = \arcsin[(R - r)/l] = \arcsin[(R - r)/nL]. \quad (14)$$

Таким образом, начальное положение плети определяется выражением (14), а максимально возможное значение угла α при данных значениях L , R и r равно:

$$\alpha_{\max} = \pi - \arcsin[(R - r)/nL]. \quad (15)$$

Построим для выражения (11) графики изменения значений угла (рисунок 2) α в зависимости от значений n и n_0 [9].

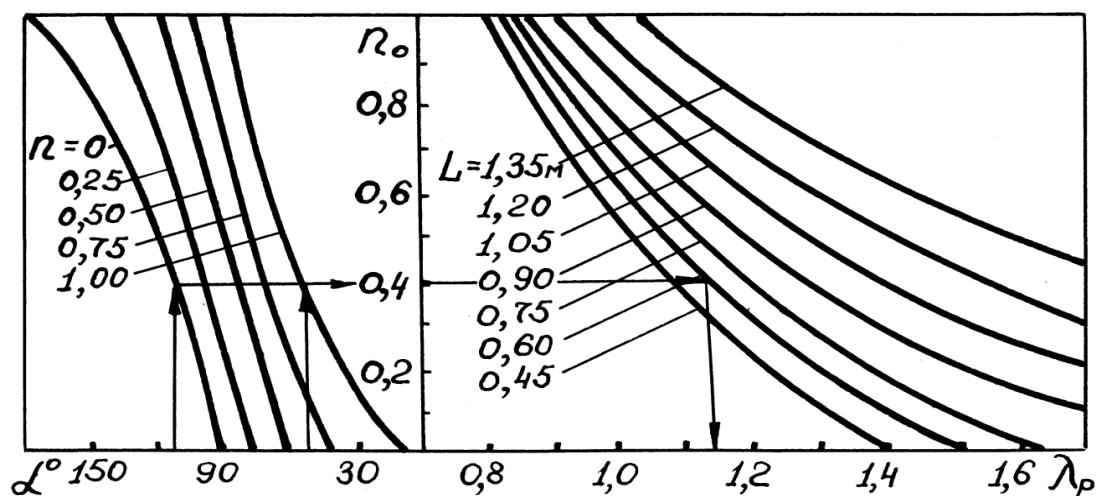


Рисунок 2 – Номограмма для определения коэффициента λ

Задаваясь теперь определенными значениями углов $\alpha_{\min}$ и $\alpha_{\max}$, определяющими положение плетей на междурядье после раскладки, находим величину n_0 , то есть мы можем определить значение l_0 , при котором угол α равен 90° .

Зная эти величины, строим графики зависимости λ_p для плетей различной длины. В результате получаем номограмму, порядок пользования которой следующий. Задаемся требуемым положением плетей на междурядье (значениями $\alpha_{\min}$ и $\alpha_{\max}$). По этим данным и допустимым значениям n определяем величину n_0 , и, соответственно, значения коэффициента λ_p для плети определенной длины.

Качество выполнения операции раскладки плетей зависит от того, происходит ли перемещение всех плетей на заданный угол. Если необходимо, чтобы все плети перемещались на угол α (рисунок 3), то точки контакта должны находиться для всех плетей на одном расстоянии от корня, то есть коэффициент n будет иметь одинаковое значение. Это возможно, если шаг лучей S_n равен шагу посадки растений S_n , то есть:

$$S_n = S_n = S/z = 2\pi R / \lambda z, \quad (16)$$

где S – перемещение рабочего органа по полю за один его оборот, z – количество лучей на рабочем органе.

Отсюда:

$$z = 2\pi R / \lambda S_n. \quad (17)$$

Когда длина плетей становится больше ширины междурядий, их необходимо перемещать на разные углы, чтобы они не переплетались в соседних рядах. Этого можно достигнуть определенной расстановкой лучей на рабочем органе.

Схема может быть разной, в зависимости от требуемого положения плетей. Пусть требуется, чтобы угол перемещения плетей плавно возрастал от минимально допустимого до максимально допустимого значения.

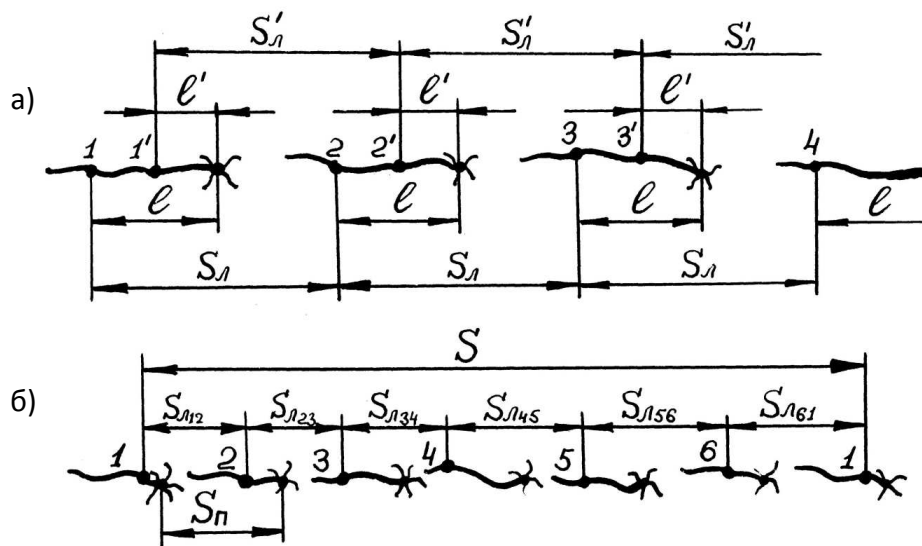


Рисунок 3 – Схема для определения шага расстановки лучей при раскладке плетей:

а – перемещение плетей на один угол; б – перемещение плетей на разные углы;
1, 2, 3, ... 6 – точки контакта лучей с плетью

В этом случае рабочий орган должен контактировать с плетью по всей ее длине в пределах, определяемых выражением $n_{\min} \leq n \leq n_{\max}$.

Как следует из схемы (рисунок 3) число точек касания в этом случае равно $i = 0,5z + 1$. Плеты будут перемещены в заданное положение, если $i-1$ шагов между лучами S_i будут меньше S_n , а следующие $i-1$ шагов больше S_n и так далее. В общем случае шаг лучей равен:

$$S_i = S_n \pm \frac{(n_{\max} - n_{\min})L}{i-1}. \quad (18)$$

Процесс укладки плетей. Плеть перед укладкой может занимать одно из трех положений (рисунок 4). Самое неблагоприятное для укладки это положение III. В этом случае угол $\alpha \gg 90^\circ$. Для того, чтобы не было пропуска плети, зону укладки увеличиваем еще на 90° , то есть вся зона составляет угол от 270° до 90° .

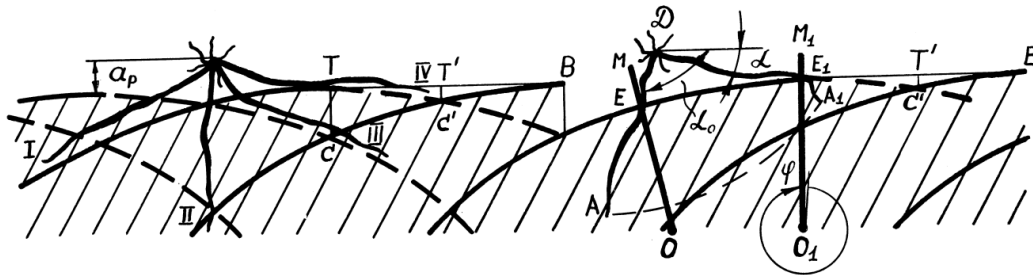


Рисунок 4 – Схема укладки плетей

На участке $0 \dots 90^\circ$ происходит перемещение плети из положения I в положение III, из которого плетя перемещается в положение IV на участке $270^\circ \dots 360^\circ$ траектории пальца следующим лучом. И хотя при укладке в этой зоне плетя перемещается относительно рабочего органа, что, конечно, повышает возможность ее повреждения, первая точка контакта пальца с плетью будет около вершины плети, что значительно уменьшает возможность ее отрыва или выдергивания.

Таким образом, увеличение зоны укладки целесообразно только в том случае, если все плети располагаются под углом больше 90° к оси рядка. Во всех других случаях зона укладки находится на участке $270^\circ \dots 360^\circ$ траектории пальца. Все дальнейшие расчеты будем вести для этой зоны.

Аналогично процессу раскладки плетей для точек пересечения траекторий пальца рабочего органа и любой точки плети система уравнений в этой точке имеет вид

$$\begin{aligned} (R\varphi/\lambda) + r \sin\varphi &= (\pi R/\lambda) + l_0 \cos\alpha_0 - l_i \cos\alpha, \\ R + r \cos\varphi &= 2R - l_i \sin\alpha. \end{aligned} \quad (19)$$

Отсюда определим значение коэффициента λ_y :

$$\lambda_y = \frac{R \arccos[(R - l_i \sin\alpha)/r]}{l_0 \cos\alpha_0 - l_i \cos\alpha - r \sin\{2\pi - \arccos[(R - l_i \sin\alpha)/r]\}}, \quad (20)$$

где угол $\varphi = 2\pi - \arccos[(R - l_i \sin\alpha)/r]$ и $(\pi \leq \varphi \leq 2\pi)$.

При укладке плетей образуется участок пропуска TBC (рисунок 4), на котором плетя не перемещается. Качество укладки тем выше, чем меньше высота $TC = a_z$ этого участка, которая зависит как от величины коэффициента λ_y , так и от числа лучей на рабочем органе.

Из уравнения (21) следует, что координаты точки C равны:

$$\begin{aligned} Y_c &= R + r \cos\varphi, \\ X_c &= (R\varphi/\lambda) + r \sin\varphi, \end{aligned} \quad (21)$$

где $r = R - a_p$, где a_p – половина ширины полосы уложенных плетей.

Учитывая, что шаг лучей $S_l = TB = (2\pi R/\lambda) - X_c$, получаем:

$$S_l = (2\pi - \varphi) (R/\lambda) - r \sin \varphi. \quad (22)$$

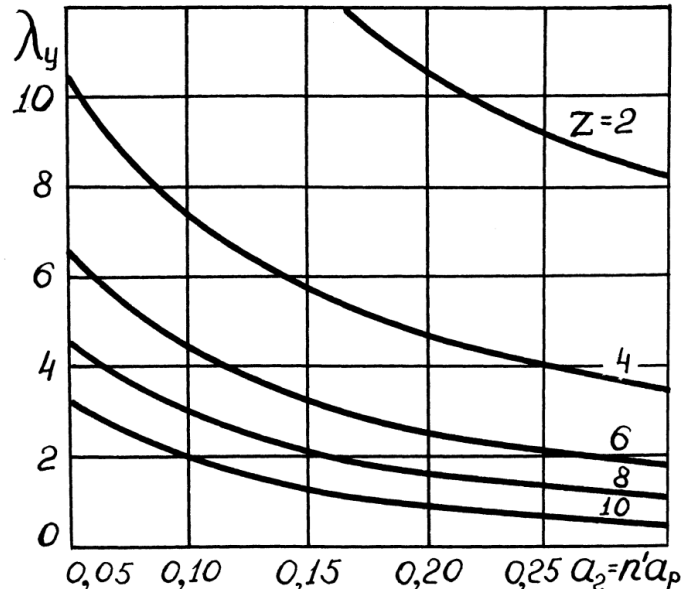


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента λ от числа лучей z и высоты участка пропуска a_z ($a_p = 0,2$ м)

С достаточной точностью можно принять $\sin \varphi \sim \varphi - 2\pi$. Значение угла φ определим из первого уравнения системы (21), учитывая, что $Y_c = 2R - a$, где $a = a_p + a_z$:

$$\varphi = \arccos[(R - a)/(R - a_p)]. \quad (23)$$

Тогда с учетом вышесказанного уравнение (22) примет вид:

$$S_l = \{2\pi - \arccos[(R - a)/(R - a_p)]\}[(R - R\lambda - a_p\lambda)/\lambda], \quad (24)$$

а выражение для определения λ_y :

$$\lambda_y = \frac{R\{2\pi(1-z) + z \arccos[(R - a)/(R - a_p)]\}}{z(R - a_p)[2\pi - \arccos[(R - a)/(R - a_p)]}. \quad (25)$$

Здесь переменными являются: число лучей z , ширина ряда a_p , высота участка пропуска a_z . Ее лучше выражать в долях a_p , то есть $a_z = n'a_p$. Зависимости коэффициента λ_y от этих величин приведены на рисунке 5.

Закключение. В результате, из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы.

Основными параметрами определяющими величину коэффициента λ_p , являются значение угла α , обуславливающего положение плети после раскладки, и ее длина. Когда длина плетей становится больше ширины междурядий, их необходимо перемещать на разные углы, чтобы они не переплетались в соседних рядах. Этого можно достигнуть определенной расстановкой лучей на рабочем органе.

При укладке плетей величина коэффициента λ_y зависит от числа лучей z , ширины ряда a_p , высоты участка пропуска a_z . Если рабочий орган будет иметь не менее шести лучей, то для того, чтобы $a_z = 0,03 \dots 0,05$ м, коэффициент λ_y должен быть в пределах $2,3 \dots 3,0$ для $a_p = 0,2$ м и $\lambda_y = 2,5 \dots 3,5$ для $a_p = 0,4$ м. Такое же значение a_z у рабочего органа с восемью лучами можно получить при значениях коэффициента λ_y , соответственно, $\lambda_y = 1,4 \dots 2,2$ ($a_p = 0,2$ м) и $\lambda_y = 1,4 \dots 2,0$ ($a_p = 0,4$ м).

Библиографический список

1. Авакян, А.Г. Биологические особенности роста и развития важнейших овощных и бахчевых культур [Текст]: автореферат дис. ... докт. биол. наук / А.Г. Авакян. – Ереван, 1964, – 42 с.
2. Белик, В.Ф. Бахчевые культуры [Текст] / В.Ф. Белик. – М.: Колос, 1975. – 270 с.
3. Бать, М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах [Текст] / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, Г.Ю. Кельзон. – 8-е изд., перераб. – М.: Наука, 1991. – 640 с.
4. Иванов, М.Н. Детали машин [Текст] / М.Н. Иванов, В.А. Финогенов. – М.: Высшая школа, 2008. – 408 с., ил.
5. Колебошина, Т.Г. Новые агроприемы возделывания арбуза и их влияние на урожайность и качество плодов арбуза в условиях Волгоградского Заволжья [Текст] / Т.Г. Колебошина, С.И. Белов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 3 (39). – С. 60-64.
6. Комплексная механизация бахчеводства на основе инновационных технологий [Текст] / М.Н. Шапоров, А.Н. Цепляев, В.Г. Абезин, В.А. Цепляев // Известия Нижневолжского агроинженерного комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2008. – №4. – С. 172-178.
7. Пановко, Я.Г. Введение в теорию механического удара [Текст] / Я.Г. Пановко. – М.: Наука, 1977. – 232 с.
8. Рекач, В.Г. Руководство к решению задач прикладной теории упругости [Текст] / В.Г. Рекач. – М.: Libroком, 2010. – 216 с.
9. Хованский, Г.С. Основы номографии [Текст] / Г.С. Хованский. – М.: Наука, 1976. – 351 с.
10. Шапоров, М.Н. Обоснование возможности укладки-раскладки плетей при уходе за бахчевыми культурами [Текст] / М.Н. Шапоров, И.С. Мартынов // Известия Нижневолжского агроинженерного комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №2. – С. 248-255.
11. Grounds, R. Machines for melons the big step forward. / R. Grounds// W. Grower Shipper. – 1992. – Vol 43. – №8. – P.18-19.

Reference

1. Avakyan, A. G. Biologicheskie osobennosti rosta i razvitiya vazhnejshih ovosch-nyh i bahchevyh kul'tur [Tekst]: avtoreferat dis. ... dokt. biol. nauk / A. G. Avakyan. - Erevan, 1964, - 42 s.
2. Belik, V. F. Bahchevye kul'tury [Tekst] / V. F. Belik. - M.: Kolos, 1975. - 270 s.
3. Bat', M. I. Teoreticheskaya mehanika v primerah i zadachah [Tekst] / M. I. Bat', G. Yu. Dzhanelidze, G. Yu. Kel'zon. - 8-e izd., pererab. - M.: Nauka, 1991. - 640 s.
4. Ivanov, M. N. Detali mashin [Tekst]/ M. N. Ivanov, V. A. Finogenov. - M.: Vysshaya shkola, 2008. - 408 s.; il.
5. Kaleboshina, T. G. Novye agropriemy vozdel'yvaniya arbuza i ih vliyanie na urozhajnost' i kachestvo plodov arbuza v usloviyah Volgogradskogo Zavolzh'ya [Tekst] / T. G. Kaleboshina, S. I. Belov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - № 3 (39). - S. 60-64.
6. Kompleksnaya mehanizatsiya bahchevodstva na osnove innovatsionnyh tehnologiy [Tekst] / M. N. Shaprov, A. N. Ceplyaev, V. G. Abezin, V. A. Ceplyaev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agroinzhenernogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2008. - №4. - S. 172-178.
7. Panovko, Ya. G. Vvedenie v teoriyu mehanicheskogo udara [Tekst] / Ya. G. Panovko. - M.: Nauka, 1977. - 232 s.
8. Rekach, V. G. Rukovodstvo k resheniyu zadach prikladnoj teorii uprugosti [Tekst] / V. G. Rekach. - M.: Librokom, 2010. - 216 s.
9. Hovanskij, G. S. Osnovy nomografii [Tekst] / G. S. Hovanskij. - M.: Nauka, 1976. - 351 s.
10. Shaprov, M. N. Obosnovanie vozmozhnosti ukladki-raskladki pletej pri uhode za bahchevymi kul'turami [Tekst] / M. N. Shaprov, I. S. Martynov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agroinzhenernogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - №2. - S. 248-255.
11. Grounds, R. Machines for melons the big step forward. / R. Grounds// W. Grower Shipper. - 1992. - Vol 43. - №8. -- P.18-19.

E-mail: m.shaprov@yandex.ru

УДК 631.671+631.674

**ПАРАМЕТРЫ ВОДНОГО РЕЖИМА КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ АРБУЗА В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ**
**THE PARAMETERS OF THE WATER REGIME OF DRIP IRRIGATION
IN THE CULTIVATION OF MELONS IN ARID CONDITIONS**

В.В. Бородычев академик РАН*доктор сельскохозяйственных наук, профессор***Э.Б. Дедова** доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН**А.А. Дедов****V.V. Borodychiev, E.B. Dedova, A.A. Dedov***Всероссийский научно-исследовательский институт**гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова (Волгоградский филиал)**All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land
Reclamation of A.N. Kostyakov*

На основании проведенных экспериментальных исследований разработаны параметры поливного режима посевов арбуза при капельном орошении для условий аридной зоны Калмыкии. Установлено, что для получения гарантированных урожаев плодов арбуза на уровне 50...60 т/га при капельном орошении поливной режим должен быть дифференцирован по основным межфазным периодам развития растений. Так, от момента посадки до образования 5...6 листьев – влажность в расчетном слое почвы 0,2 м на уровне 70...75 % НВ, далее до фазы плетеобразования (но уже в слое 0,4 м); в период от цветения до плодообразования (в слое 0,5 м) – 80-85% НВ; в период созревания плодов – 75-80 % НВ. Общее количество 21-35 поливов, поливные нормы 21-168 м³/га, оросительные – 2142-3423 м³/га. Выявлено, что расход воды в процессе транспирации изменяется в зависимости от динамики роста растений и формирования листового аппарата арбуза. Наибольшее значение ассимиляционной поверхности арбуза достигало в период цветения, которая в среднем по годам исследований варьировала по вариантам опыта от 12,5 до 15,0 тыс. м²/га. Урожайность арбуза на уровне 57,1-62,5 т/га формируется в варианте с предполивной влажностью почвы 75-85-75 % НВ при внесении минеральных удобрений в дозе N₁₅₀P₈₀ кг/га д.в., снижение предполивной влажности почвы до уровня 70-80-70 % НВ продуктивность уменьшается на 19,5-29,1 %. В наших опытах суммарное водопотребление посевами арбуза варьировало от 3581 до 4764 м³/га. В структуре суммарного водопотребления посевами арбуза за весь период вегетации на долю атмосферной влаги приходилось 9,6-16,8 %; почвенные запасы влаги – 16,4-23,3 %. Суммарное водопотребление посевов на 59,9-72,2 % осуществлялось за счёт поливных вод. Установлено наименьшее значение коэффициента водопотребления посевами арбуза 63,0-79,3 м³/т в варианте с предполивной влажностью почвы на уровне 75-85-75 % НВ на фоне внесения удобрений в дозе N₁₅₀P₈₀ кг/га д.в.

Ключевые слова: аридная зона, капельное орошение, режим орошения, предполивная влажность почвы, дозы минеральных удобрений, арбуз.

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

Введение. В современных условиях все возрастающий дефицит водных ресурсов выдвигает необходимость использования водо- и энергосберегающих технологий орошения сельскохозяйственных культур. Анализ теоретических разработок и практический опыт развития орошаемого земледелия в аридных условиях нашей страны и за рубежом [1, 2, 5, 6, 8, 10-12, 15] показывают, что наиболее рациональными являются оросительные системы очагового (оазисного) типа, так как строительство и эксплуатация крупных ирригационных систем не позволяет осуществлять экологически безопасную мелиоративную деятельность и приводит к разрушению хрупких аборигенных экосистем.

Республика Калмыкия относится к крайне аридным и сильно аридным территориям европейской части РФ с коэффициентами аридности 0,11-0,30 [3, 7, 14]. Для аридных территорий характерны неблагоприятные природно-климатические условия, которые обуславливаются не только засушливостью климата, но и низким природным плодородием почв. При этом почвенный покров характеризуется комплексностью с высокой долей засоленных и солонцеватых почв, высоким запасом солей в почвенном профиле и зоне аэрации, высокой степенью дефляционной опасности и др. Однако, для того чтобы противостоять снижению экологической устойчивости агроландшафтов, необходимо использовать многоцелевые гидромелиоративные системы оазисного типа. В условиях дефицита водных ресурсов такие системы позволяют рационально использовать все имеющиеся их виды для орошения [7, 13-14]. Функционирование многоцелевых гидромелиоративных систем оазисного типа обеспечивает комплексное регулирование мелиоративных режимов почв (водно-солевого, гидротермического, пищевого и др.) и создают условия для формирования высокопродуктивных агроэкосистем, полностью вписывающихся в природные циклы и кругообороты энергии и веществ с соблюдением экологической безопасности.

Одним из наиболее перспективных способов орошения в аридных условиях Республики Калмыкия является капельный полив. Данный способ полива способствует локальному и постоянному увлажнению корнеобитаемого слоя, за счёт возможности строгого нормирования и регулирования подачи воды (в зависимости от конкретных потребностей растений в различные фазы их развития). Поэтому достигается значительная экономия оросительной воды на 40-50 %, по сравнению с дождеванием, и на 50-60 %, по сравнению с поверхностными способами полива. Как показывает научно-практический опыт [2-4, 9], на системах капельного орошения обеспечивается оптимальный водно-пищевой режим в корнеобитаемом слое почвы, строго нормированный в соответствии с конкретными потребностями сельскохозяйственных растений на данный период их развития.

При капельном орошении отсутствует процесс вымывания питательных элементов в нижележащие слои почвы. За счет внесения минеральных удобрений и эффекта точечного способа полива формируется достаточно мощная корневая система растений, которая обогащает почву своими остатками, все это способствует повышению содержания питательных элементов в почве.

В связи с этим, целью наших исследований являлась разработка параметров водного режима капельного орошения при возделывании арбуза в условиях аридной зоны Калмыкии.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в полупустынной зоне Калмыкии в зоне действия Сарпинской обводнительно-оросительной системы. Почвенный покров опытного участка представлен бурыми среднесуглинистыми полупустынными почвами, которые характеризуются следующими показателями: плотность сложения пахотного слоя 1,24-1,28 т/м³, вниз по профилю она увеличивается и в среднем в метровом слое равна 1,61 т/м³; содержание гумуса в слое 0-0,4 м 1,32-1,42 %; содержание аммонийного азота в пахотном слое низкое (63,1-84,3 мг/кг), подвижного фосфора среднее (57,2-63,5 мг/кг), обменного калия высокое (475-510 мг/кг). Схема двухфакторного полевого опыта включала два варианта режима орошения (фактор А): А₁ – основывался на поддержании дифференцированной влажности почвы: в период «посадка – 5-6 листьев» в слое 0-0,2 м и в период «5-6 листьев – плетеобразование» в слое 0-0,4 м на уровне 70-75 % НВ; в период «плетеобразование – цветение» в слое 0-0,5 м и «цветение – плодообразование» – 75-80 % НВ, в период «плодообразование – созревание» в слое 0-0,5 м – 70-75 % НВ. А₂ – основывался на поддержании дифференцированной влажности почвы: в период «посадка – 5-6 листьев» в слое 0-0,2 м и в пе-

риод «5-6 листьев – плетеобразование» в слое 0-0,4 м на уровне 75-80 % НВ; в период «плетеобразование – цветение» в слое 0-0,5 м и «цветение – плодообразование» – 80-85 % НВ, в период «плодообразование – созревание» в слое 0-0,5 м – 75-80 % НВ.

Фактор В (доза минеральных удобрений): V_1 – без удобрений (контроль); V_2 – внесение $N_{90}P_{40}$ – для формирования планируемой урожайности 40 т/га; V_3 – внесение $N_{150}P_{80}$ – для формирования планируемой урожайности 60 т/га. Повторность опытов четырехкратная.

Агротехнические приемы возделывания арбуза в полевых опытах разрабатывались на основе действующих зональных рекомендаций с дополнениями их вариантами изучаемых факторов. Посев проводили в II-III декаде апреля, по схеме 2,1 х 1,4 м, нормой высева семян – 1,6 кг/га или 3000 шт./га. В каждую лунку при посеве вносили минеральные удобрения: фосфорных – 80 % и азотных – 25 % от всей расчетной нормы. Раскладка поливной сети и посев семян осуществляли в первой декаде апреля. Для получения ранних плодов арбуза после посадки проводили временное пленочное укрытие (фото 1). Укрытие снимали, когда температура воздуха достигала 22...25 °С (фото 2).



Фото 1 – Участок капельного орошения на территории Октябрьского района Республики Калмыкия



Фото 2 – Разрезание пленочного укрытия растений арбуза (фаза «шатрика»)

Результаты и обсуждение. Результаты полевых исследований показали, что, несмотря на высокую засухоустойчивость, бахчевые культуры хорошо отзываются на орошение более интенсивным ростом и формированием высокого урожая. Орошение благоприятно влияет, прежде всего, на повышение содержания воды в растении, на устойчивость их водного режима в течение дня и межполивного периода.

Высокая транспирация позволяет бахчевым растениям лучше охлаждать свои ткани, защищать их от перегрева и поэтому выдерживать высокие температуры. В связи с интенсивной транспирацией, арбузы расходуют много воды. Знание физиологических особенностей растений позволяет разработать научно обоснованный режим орошения арбуза в данной зоне. Расход воды в процессе транспирации изменяется в зависимости от динамики роста растений формирования листового аппарата. Так, наблюдения за динамикой ассимиляционной поверхности арбуза по фенологическим фазам показывает, что наибольшее значение достигало в период цветения, которая в среднем по годам исследований варьировала по вариантам опыта от 12,5 до 15,0 тыс. м²/га. При этом максимальная площадь листовой поверхности отмечена в период роста плода в варианте $N_{150}P_{80}$ кг/га действующего вещества при поддержании влажности почвы на уровне 75-85-75 % НВ, что

на 2,4-2,9 тыс. м²/га меньше с контрольным вариантом – без внесения минеральных удобрений и на 1,2 тыс. м²/га меньше, по сравнению с вариантом N₉₀P₄₀ кг/га действующего вещества. По мере созревания плодов происходит уменьшение ассимиляционной поверхности: так, уже к моменту созревания плодов арбуза площадь листовой поверхности достигает в варианте при естественном фоне питания растений в среднем по годам исследований в варианте поддержания влажности почвы на уровне 70-80-70 % НВ – 6,6-7,6 тыс. м²/га, в варианте поддержания влажности почвы на уровне 75-85-75 % НВ – 6,3-8,1 тыс. м²/га. В вариантах внесения минеральных удобрений в период созревания площадь ассимиляционной поверхности составляет в среднем за два года исследований в варианте поддержания влажности почвы на уровне 70-80-70 % НВ – 8,4-9,0 тыс. м²/га, а в варианте поддержания влажности почвы на уровне 75-85-75 % НВ – 7,9-9,5 тыс. м²/га.

В наших опытах сроки проведения и нормы поливов определялись с учетом фазы развития растений арбуза, запасов влаги в почве, накопленных за счет атмосферных осадков и сложившихся метеорологических условий вегетационного периода. Характеристика параметров режимов капельного орошения посевов арбуза по годам исследований представлена в таблице 1.

Результаты исследований показали, что в начальный период развития растений арбуза «посадка – 5-6 листьев» в варианте с поддержанием предполивного порога увлажнения на уровне 70-80-70 % НВ оросительная норма в годы исследований варьировала от 42 до 105 м³/га, при этом количество поливов составило 2-5, продолжительностью 2-3 часа каждый полив с нормой 21 м³/га.

Таблица 1 – Характеристика параметров режима капельного орошения посевов арбуза по годам исследований

Варианты предполивной влажности почвы, % НВ	Межфазные периоды												Общее число поливов, шт.	Оросительная норма, м ³ /га
	посадка – 5-6 листьев			5-6 листьев – плетеобразо-вание			плетеобразование – цветение			цветение – созревание				
	Продолжительность полива, час	Поливная норм, м ³ /га	Количество поливов, шт.	Продолжительность полива, час	Поливная норм, м ³ /га	Количество поливов, шт.	Продолжительность полива, час	Поливная норм, м ³ /га	Количество поливов, шт.	Продолжительность полива, час	Поливная норм, м ³ /га	Количество поливов, шт.		
2012 год														
70...80...70	3	21	4	8	84	5	8	126	9	16	168	6	24	2646
75...85...75	6	42	3	8	84	8	8	105	12	12	126	9	32	3192
2013 год														
70...80...70	2	21	2	4	42	6	4	126	8	16	168	5	21	2142
75...85...75	4	42	2	4	42	9	4	105	11	12	126	8	30	2625
2014 год														
70...80...70	3	21	5	4	84	6	4	126	10	16	168	7	28	3045
75...85...75	6	42	4	4	84	9	4	105	13	12	126	9	35	3423

В варианте режима орошения 75-85-75 % НВ в начальный период роста и развития растений арбуза было проведено в зависимости от метеорологических условий от 2 до 4 поливов, нормой 42 м³/га. При этом оросительная норма в 2012 году составила 126 м³/га, в 2013 году – 84 м³/га и в 2014 году – 168 м³/га.

Во второй межфазный период «5-6 листьев – плетеобразование» в 2013 году было проведено 6-9 поливов, нормой 42 м³/га. В 2012 и 2014 годах 5-9 поливов нормой 84 м³/га, каждый полив в вариантах проводился в течение 4-8 часов. В период «плетеобразование – цветение» в варианте 70-80-70 % НВ оросительная норма составила в 2012 году – 1134 м³/га, в 2013 году – 1008 м³/га, в 2014 году – 1260 м³/га. При этом полив проводился нормой 126 м³/га. В варианте 75-85-75 % НВ поливная норма составила 105 м³/га, число поливов 11-13 шт.

В межфазный период «цветение-созревание» в варианте с режимом орошения 70-80-70 % НВ было проведено 5-7 поливов, продолжительность каждого полива 16 часов нормой 168 м³/га. Поливы осуществлялись через день, либо ежедневно. В варианте с режимом орошения 75-85-75 % НВ проведено 8-9 поливов, при этом поддержание влажности почвы на уровне 85 % НВ обеспечивалось поливными нормами 126 м³/га продолжительностью 12 часов. Следует отметить, что за 7-10 дней до сбора плодов арбуза поливы прекращались. Таким образом, наибольшая урожайность арбуза за годы исследований 57,1-62,5 т/га обеспечивается с режимом орошения 75-85-75 % НВ на фоне внесения удобрений в дозе N₁₅₀P₈₀ кг/га д.в., а в варианте поддержания влажности почвы на уровне 70-80-70 % НВ получено 40,3-50,3 т/га плодов. Разница в урожайности по вариантам опыта статистически достоверна: НСР₀₅ А (режим орошения) – 0,86 т/га, НСР₀₅ В (дозы удобрений) – 1,05 т/га, НСР₀₅ АВ (взаимодействие факторов) – 1,49 т/га. Установлена линейная зависимость урожайности плодов арбуза от величины оросительной нормы и дозы минеральных удобрений, которая выражается уравнением:

$$Y = 20,568 + 0,0901 \cdot N + 0,0043 \cdot O,$$

где Y – урожайность плодов арбуза, т/га; N – доза минеральных удобрений, кг/га д.в.; O – оросительная норма, м³/га.

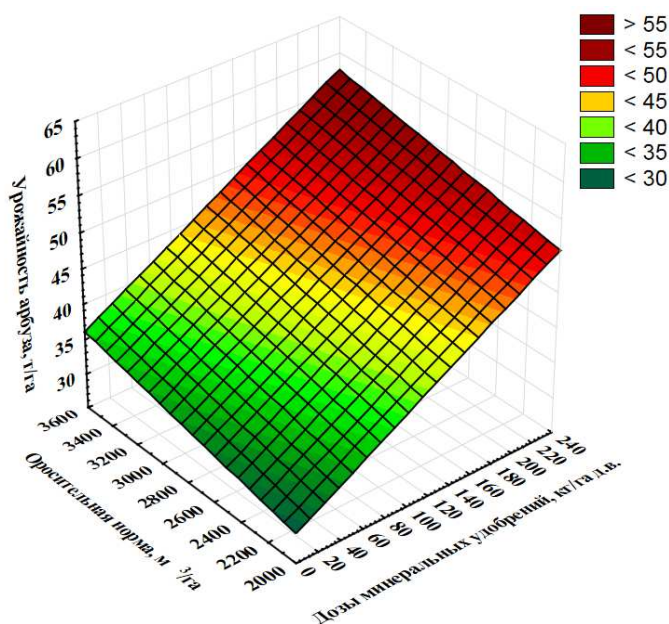


Рисунок 1 – Модель зависимости урожайности плодов арбуза от оросительной нормы и дозы минеральных удобрений

В наших исследованиях в структуре водного баланса арбуза учитывались атмосферные осадки, доступная для растений влага почвы и оросительная норма. Водопотребление посевов арбуза при капельном орошении за вегетационный период показывает, что доля атмосферных осадков в суммарном водопотреблении по вариантам опыта составляла в 2013 году 15,3-16,8 %, что больше на 3,9-4,3 %, чем в 2012 году и на 5,7-6,4 %, чем в 2014 году (таблица 2).

Таблица 2 – Структура суммарного водопотребления посевами арбуза при капельном орошении

Режим орошения, % НВ	Суммарное водопотребление, м³/га	Среднесуточное водопотребление, м³/га	Использовано					
			атмосферных осадков		почвенной влаги		оросительная норма	
			м³/га	%	м³/га	%	м³/га	%
2012 год								
70...80...70	4023	39,1	504	12,5	873	21,7	2646	65,8
75...85...75	4421	42,9	504	11,4	725	16,4	3192	72,2
2013 год								
70...80...70	3581	35,5	603	16,8	836	23,3	2142	59,9
75...85...75	3939	39,0	603	15,3	711	18,1	2625	66,6
2014 год								
70...80...70	4409	44,1	459	10,4	905	20,5	3045	69,1
75...85...75	4764	47,6	459	9,6	884	18,6	3423	71,8

На долю почвенной влаги приходится в среднем по годам исследований 16,4-23,3 % от суммарного водопотребления. Результаты проведенных исследований показали, что в структуре суммарного водопотребления за период вегетации растений арбуза на оросительные воды приходится наибольшая доля. Так в варианте с режимом орошения 70-80-70 % НВ оросительная норма составила 2142-3045 м³/га или 59,9-69,1 % от суммарного водопотребления, в варианте 75-85-75 % НВ – 2625-3423 м³/га или 66,6-72,2 %.

Таким образом, суммарное водопотребление посевами арбуза по вариантам опыта составило в 2012 году 4023-4421 м³/га, в 2013 году – 3581-3939 м³/га, в 2014 году – 4409-4764 м³/га. Среднесуточное водопотребление варьировало в зависимости от режима орошения и метеоусловий года. Так, на варианте орошения 70-80-70 % НВ растения потребляли 35,5-44,1 м³/га, при орошении 75-85-75 % НВ – 39,0-47,6 м³/га.

Коэффициент водопотребления, характеризующий расход воды на создание единицы урожая, в годы проведения исследований, наименьшее его значение было в варианте – 75-85-75 % НВ на фоне внесения удобрений в дозе N₁₅₀P₈₀ кг/га д.в., что составляло 63,0-79,3 м³/т. Это на 12,2-19,7 % и на 40,0-56,5 % меньше соответственно, по сравнению с дозой удобрений N₉₀P₄₀ кг/га д.в. и контрольным вариантом. В варианте с режимом орошения 70-80-70 % НВ коэффициент водопотребления составил в среднем по годам исследований при внесении минеральных удобрений в дозах N₉₀₋₁₅₀P₄₀₋₈₀ кг/га д.в. 83,4-104,7 м³/т.

Наибольший коэффициент водопотребления отмечен в контрольном варианте на естественном фоне – 121,2-133,3 м³/т.

Заключение. Анализ теоретических разработок и системное обобщение работ отечественного и зарубежного опыта показывает, что технологии малообъемного орошения являются неотъемлемой составной частью гидромелиоративных систем нового поколения, адаптированных к условиям аридной зоны Европейской части России. Для обеспечения рационального и оптимального расходования воды режим орошения ово-

щебахчевых культур при капельном орошении, должен быть строго увязан с потребностями конкретной культуры в данную фазу развития растений, соответственно должен регламентироваться и необходимый слой увлажнения почвы. На основании проведенных экспериментальных исследований разработаны параметры поливного режима посевов арбуза при капельном орошении для условий аридной зоны Калмыкии. Для получения гарантированных урожаев плодов арбуза на уровне 50-60 т/га при капельном орошении поливной режим должен быть дифференцирован по основным межфазным периодам развития растений. Так, от момента посадки до образования 5-6 листьев – влажность в расчетном слое почвы 0,2 м на уровне 70-75 % НВ, далее до фазы плетения (но уже в слое 0,4 м); в период от цветения до плодообразования (в слое 0,5 м) – 80-85 % НВ; в период созревания плодов – 75-80 % НВ. Общее количество 21-35 поливов, поливные нормы – 21-168 м³/га, оросительные – 2142-3423 м³/га.

Библиографический список

1. Абезин, В.Г. Система капельного орошения нового поколения [Текст] / В.Г. Абезин, В.В. Карпунин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2001. – №6. – С. 34-36.
2. Бородычев, В.В. Применение мелкодисперсного дождевания сельскохозяйственных культур в условиях Волгоградской области [Текст] // Использование орошаемых земель в Поволжье: сб. науч. тр. ВолжНИИГиМ. – М.: ВНИИГиМ, 1983. – С. 83-87.
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. 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 Международной научно-практической конференции. – Тверь, 2015. – С. 26-30.
5. Губер, К.В. Оценка работы систем капельного орошения в Волгоградской области [Текст] / К.В. Губер, Е.В. Шенцева // Проблемы устойчивого развития мелиорации и рационального природопользования. Том I: материалы юбилейной Междунар. науч.-практ. конф. (Костяковские чтения). – М.: Изд. ВНИИА, 2007. – С. 155-159.
6. Дедова, Э.Б. Малообъемное орошение овощебахчевых культур в Калмыкии [Текст] / Э.Б. Дедова, М.А. Сазанов, Г.Н. Кониева // Хроники объединенного фонда электронных ресурсов «Наука и образование». – 2013. – №6(49). – 120 с.
7. Дедова, Э.Б. Хозяйственно-мелиоративная оценка оросительных систем Республики Калмыкия [Текст] / Э.Б. Дедова, В.В. Бородычев, А.В. Шуравилин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – №4. – С. 11-13.
8. Нугмагов, Г.Н. Технология возделывания арбуза [Текст] / Г.Н. Нугмагов // Картофель и овощи. – 1991. – № 4. – С. 42-43.
9. Рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур при капельном орошении [Текст]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 48 с.
10. Сазанов, М.А. Технологии капельного орошения в полупустынной зоне [Текст] / М.А. Сазанов, Н.Д. Арнаев // Проблемы устойчивого развития мелиорации и рационального природопользования: материалы юбилейной Междунар. науч.-практ. конф. (Костяковские чтения). – М.: Изд-во ВНИИА, 2007. – Том II. – С. 74-78.
11. Храбров, М.Ю. Технология малообъемного орошения [Текст] / М.Ю. Храбров // Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 4. – С. 30-32.
12. Ясонида, О.Е. Эффективность капельного орошения на Северном Кавказе [Текст] / О.Е. Ясонида, Н.М. Макарова // Земледелие. – 2003. – № 6. – С. 45.
13. Borodychev, V.V. Water resources of the Republic of Kalmykia and measures to improve its water complex / V.V. Borodychev, E.B. Dedova, M.A. Sazanov // Russian Agricultural Sciences, 2015, №5 - pp. 369-373.

14. Okonov, M.M. Assessment of the current state of meliorative regime of natural and anthropogenic complexes in Kalmykia / M.M. Okonov, E.B. Dedova// BBRA-OSPS – Biosciences, Biotechnology Research Asia (ISSN09731245 – India-Scopus Vol.12 (3). – 2015. T 12. №3. – pp. 2441-2449.

15. Hunter C. Trickle irrigation for row crops using Agro-drip / C. Hunter, P. Mitchell / Irrigation Engineer. – 1979. – V. 6. – № 2. – P.19.

Reference

1. Abezin, V. G. Sistema kapel'nogo orosheniya novogo pokoleniya [Tekst] / V. G. Abezin, V. V. Karpunin // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. – 2001. – №6. – S. 34-36.

2. Borodychev, V. V. Primenenie melkodispersnogo dozhdevaniya sel'skohozyaj-stvennykh kul'tur v usloviyakh Volgogradskoj oblasti [Tekst] // Ispol'zovanie oroshaemykh zemel' v Povolzh'e: sb. nauch. tr. VolzhNIIGiM. – M.: VNIIGiM, 1983. – S. 83-87.

3. Borodychev, V. V. Vliyanie agrotehnicheskikh priemov na produktivnost' arbuzov pri kapel'nom oshenii [Tekst] / V. V. Borodychev, J. B. Dedova, A. A. Dedov// Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. – 2015. – №2. – S. 11-13.

4. Borodychev, V. V. Produkcionnyj process i urozhajnost' arbuzov pri kapel'nom oshenii v usloviyakh Kalmykii [Tekst] / V. V. Borodychev, A. A. Dedov// Ispol'zovanie meliorirovannykh zemel' - sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya meliorativnogo zemledeliya: sbornik Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Tver', 2015. – S. 26-30.

5. Guber, K. V. Ocenka raboty sistem kapel'nogo orosheniya v Volgogradskoj oblasti [Tekst] / K. V. Guber, E. V. Shenceva// Problemy ustojchivogo razvitiya melioracii i racional'nogo prirodo-pol'zovaniya. Tom I: materialy yubilejnoj Mezhdunar. nauch. -- prakt. konf. (Kostyakovskie chteniya). – M.: Izd. VNIIA, 2007. – S. 155-159.

6. Dedova, J. B. Maloob'emnoe oshenie ovoschabahchevykh kul'tur v Kalmykii [Tekst] / J. B. Dedova, M. A. Sazanov, G. N. Konieva // Hroniki ob'edinennogo fonda Jlektronnykh resursov "Nauka i obrazovanie". – 2013. – №6 (49). – 120 s.

7. Dedova, J. B. Hozyajstvenno-meliorativnaya ocenka orositel'nykh sistem Respubliki Kalmykiya [Tekst] / J. B. Dedova, V. V. Borodychev, A. V. Shuravilin// Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. – 2011. – №4. – S. 11-13.

8. Nugmagov, G. N. Tehnologiya vzdelyvaniya arbuza [Tekst] / G. N. Nugmagov // Kartofel' i ovoschi. – 1991. – № 4. – S. 42-43.

9. Rekomendacii po vzdelyvaniyu sel'skohozyajstvennykh kul'tur pri kapel'nom oshenii [Tekst]. – M.: FGNU "Rosinformagroteh", 2003. – 48 s.

10. Sazanov, M. A. Tehnologii kapel'nogo orosheniya v polupustynnoj zone [Tekst] / M. A. Sazanov, N. D. Arnaev // Problemy ustojchivogo razvitiya melioracii i racional'nogo prirodo-pol'zovaniya: materialy yubilejnoj Mezhdunar. nauch. -- prakt. konf. (Kostyakovskie chteniya). – M.: Izd-vo VNIIA, 2007. – Tom II. – S. 74-78.

11. Hrabrov, M. Yu. Tehnologiya maloob'emnogo orosheniya [Tekst] / M. Yu. Hrabrov // Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. – 2000. – № 4. – S. 30-32.

12. Yasonidi, O. E. Jffektivnost' kapel'nogo orosheniya na Severnom Kavkaze [Tekst] / O. E. Yasonidi, N. M. Makarova // Zemledelie. – 2003. – № 6. – S. 45.

13. Borodychev, V.V. Water resources of the Republic of Kalmykia and measures to improve its water complex / V.V. Borodychev, E.B. Dedova, M.A. Sazanov// Russian Agricultural Sciences, 2015, №5 – pp. 369-373.

14. Okonov, M.M. Assessment of the current state of meliorative regime of natural and anthropogenic complexes in Kalmykia / M.M. Okonov, E.B. Dedova// BBRA-OSPS - Biosciences, Biotechnology Research Asia (ISSN09731245 - India-Scopus Vol.12 (3). – 2015. T 12. №3. – pp. 2441-2449.

15. Hunter C. Trickle irrigation for row crops using Agro-drip / C. Hunter, P. Mitchell / Irrigation Engineer. -- 1979. – V. 6. -- № 2. -- P.19.

E-mail: kf_vniigim@mail.ru

УДК 621.43 (075.9)

**СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
ВОЗДУХООЧИСТИТЕЛЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ
MAINTENANCE STRATEGIES AIR CLEANER ENGINE
INTERNAL COMBUSTION****А.И. Ряднов**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**О.А. Федорова**, кандидат технических наук, доцент**В.А. Кочергин**, инженер**A.I. Ryadnov, O.A. Fedorova, V.A. Kochergin***Волгоградский государственный аграрный университет*

Volgograd State Agrarian University

В статье рассмотрены актуальные вопросы технического обслуживания (ТО) воздухоочистителей двигателей внутреннего сгорания (ДВС) тракторов, автомобилей и других самоходных машин. На основе анализа научных работ рассмотрены две стратегии ТО воздухоочистителей ДВС: по наработке и по потребности или по состоянию. Первая стратегия характеризуется тем, что ТО воздушных фильтров двигателей осуществляется в строгом соответствии с периодичностью, определенной заводом-изготовителем машины, а вторая – тем, что перечень операций ТО и их периодичность определяются фактическим техническим состоянием ДВС на момент ТО. Подробно описаны три возможных случая поведения системы ТО воздухоочистителей ДВС: – к назначенному времени не будет зафиксирован с помощью индикатора или датчика засоренности факт достижения воздушным фильтром такой засоренности, при которой он требует обслуживания, и в данный момент начинается плановое ТО двигателя; – засоренность воздушного фильтра произошла до планового ТО-1 машины, но по какой-то причине индикатор засоренности фильтра этот факт не показал, засоренность воздушного фильтра может быть обнаружена через некоторое время; – засоренность воздушного фильтра произошла до планового ТО-1 машины, данный факт зафиксирован и в момент обнаружения засоренности воздушного фильтра начинается неплановое профилактическое обслуживание. Предложена конструкция воздухоочистителя ДВС, позволяющая исключить случаи работы двигателя с предельно загрязненным воздушным фильтром.

In the article there are considered the topical issues of the technical maintenance of air-cleaners of internal combustion engines of tractors, trucks and other self-propelled machinery. Based on the analysis of works there are considered two strategies of the technical maintenance of air-cleaners: on elaboration; by needs or by condition. The first strategy is characterized by that the technical maintenance of air-filters of engines is carried out in strict conformity with a periodicity which was set by the manufacturing plant of machinery. The second strategy is characterized by that the list of operations of the technical maintenance and their periodicity are fixed by the actual technical condition of internal combustion engines at the time of the technical maintenance. There are described in details three cases of conduct of a system of the technical maintenance of internal combustion engines:

- if a fact of an achievement of an obstruction of the air-filter doesn't fixed by a sensor of the obstruction, the planned technical maintenance of the engine will begin at the time. if the obstruction of the air-filter is happened before the planned technical maintenance of the machine but the sensor of the obstruction doesn't show it, the obstruction of the air-filter might be discovered after some time. if the obstruction of the air-filter is happened before the planned technical maintenance of the machine and this fact is fixed, the unplanned preventative maintenance will begin during the moment of the discovering of the obstruction of the air-filter. There is proposed a structure of the air-cleaner of the internal combustion engine which is allowing exclude cases of an engine operation with the extremely polluted air-filter/

Ключевые слова: стратегия технического обслуживания, воздухоочиститель, воздушный фильтр, двигатель внутреннего сгорания.

Key words: a strategy of the technical maintenance, air-cleaner, air-filter, an internal combustion engine.

Введение. При выполнении сельскохозяйственных работ машинно-тракторные агрегаты работают, как правило, при большой запыленности воздуха. При накоплении пыли в воздухоочистителе двигателя внутреннего сгорания (ДВС) сопротивление прохождению воздуха в цилиндры двигателя возрастает, заряд воздуха уменьшается, снижая мощность двигателя и увеличивая расход топлива на 10-15 %. При росте сопротивления воздухоочистителя от 0 до 7 кПа мощность двигателя снижается на 10 %, удельный расход топлива увеличивается на 16 % [10]. Повышается вероятность появления неисправностей и отказов ДВС.

Для получения максимального эффекта от использования ДВС и предупреждения возникновения неисправностей и отказов необходимо выполнять организационные, технические и экономические мероприятия, относящиеся к мероприятиям профилактического характера как ДВС в целом, так и его систем и механизмов.

Материалы и методы. Методической базой для разработки стратегий ТО воздушных фильтров ДВС послужили положения теорий эффективности технических средств [3] и ТО машин [4, 13], а также материалы нормативных документов [2]. Использован аналитический метод.

Результаты. Известно, что для полного сгорания горючей смеси в камере сгорания ДВС необходимо, чтобы масса воздуха в ее составе была больше массы топлива в 15-20 раз. Если очистку воздуха не осуществлять, то находящаяся в нем твердая взвесь, в первую очередь, пыль, поступит в цилиндры двигателя. Твердая взвесь будет воздействовать на элементы, например, цилиндро-поршневой группы поршневого двигателя как абразив. Указанные элементы двигателя будут интенсивно изнашиваться, что приведет к снижению мощности двигателя, увеличению расхода топлива, отказам и неисправностям и другим негативным последствиям. В связи с этим, в конструкциях двигателей тракторов, зерноуборочных комбайнов, автомобилей и других самоходных машинах используется воздушный фильтр. Воздушный фильтр выполняет также функцию глушителя шума, а в бензиновых двигателях – еще и регулятора температуры горючей смеси.

Качественное ТО воздушного фильтра ДВС является одним из важнейших факторов, оказывающих существенное влияние на технико-эксплуатационные и экономические показатели работы двигателя.

Однако до настоящего времени не обоснованы возможные стратегии обслуживания воздушных фильтров, что не позволяет решить оптимизационную задачу их ТО.

Техническое обслуживание воздушных фильтров ДВС может осуществляться по следующим стратегиям:

1. Техническое обслуживание воздушных фильтров двигателей осуществляется в строгом соответствии с периодичностью, определенной заводом-изготовителем машины (трактора, зерноуборочного комбайна, автомобиля или другой самоходной машины) и указанной в инструкции по ее эксплуатации. Такая стратегия называется стратегией ТО по наработке [1]. Данная стратегия для всех однотипных машин предусматривает единые перечень и периодичность операций ТО. При этом:

- машина выводится из процесса использования;
- определяется работоспособность и другие виды состояний двигателя путем диагностирования технического состояния;
- выполняются операции по настройке и регулировке механизмов и элементов систем ДВС.

Все указанные составляющие стратегии ТО по наработке характеризуются продолжительностью и трудоемкостью выполнения работ.

При выполнении ТО возможен случай, когда в процессе диагностирования ДВС обнаруживаются неисправности или отказ какого-то элемента его механизма или системы. В этом случае назначаются дополнительные работы по замене и дополнительные работы по регулировке.

2. Техническое обслуживание воздушных фильтров двигателей осуществляется по потребности или по состоянию. Стратегия ТО по потребности или по состоянию характеризуется тем, что перечень операций ТО и их периодичность определяется фактическим техническим состоянием ДВС на момент ТО. В этом случае техническое обслуживание воздухоочистителя проводится по показаниям индикатора или датчика засоренности. При этом строгой периодичности выполнения ТО нет. Сроки выполнения работ по обслуживанию воздухоочистителя зависят, в первую очередь, от условий эксплуатации машины. Эти сроки, как правило, не соответствуют срокам выполнения плановых ТО машины. ДВС находится в так называемом предотказном состоянии [9]. В документации на ДВС должны быть указаны значения параметра, которые характеризуют предотказное состояние. В этом случае назначаются операции замены, регулировок и текущего ремонта.

Стратегия ТО по потребности или по состоянию предполагает:

- контроль технического состояния ДВС на местах использования машины с данным двигателем;
- определение объема работ по выполнению операций ТО;
- регулировка соответствующего механизма ДВС на месте его функционирования;
- контроль технического состояния.

Объем необходимых работ по ТО ДВС полностью определяется результатами диагностирования.

Авторы работы [11], основываясь на анализе материала, представленного в [7, 8, 12], пришли к выводу, что при выборе стратегии ТО следует руководствоваться не только сиюминутной выгодой по производительности и затратам, но и оценивать уровень качества и надежности во всех периодах (оперативном, среднесрочном, долгосрочном) рассмотрения.

Предположим, что в момент времени $t=0$ начинается эксплуатация машины с исследуемым воздухоочистителем. При этом инструкцией по эксплуатации машины назначено плановое ТО через наработку η (первая стратегия ТО). Эта наработка, например, для современных отечественных тракторов соответствует периодичности планового ТО-1, и равна $\eta_{тр} = 125$ мото-часов, а для зерноуборочных комбайнов, например, АКРОС, $\eta_{зук} = 50$ мото-часов.

Предположим, что время η распределено по закону $G(\eta) = P(\eta < x)$.

Рассмотрим несколько случаев поведения системы ТО.

Первый случай. Допустим, что к назначенному времени η не будет зафиксирован с помощью индикатора или датчика засоренности факт достижения воздушным фильтром такой засоренности, при которой он требует обслуживания (произошло событие $\xi > \eta$), то в момент η начинается плановое ТО машины, следовательно, и двигателя. В этом случае, мастер-наладчик, тракторист или комбайнер, как показал опыт обслуживания машин, обязательно осуществит продувку основного фильтр-патрона воздушного фильтра. При этом будем считать, что система полностью обновится.

Обозначим продолжительность этой плановой операции по ТО $\gamma_{п.п.}$, тогда $F_{п.п.}(t) = P(\gamma_{п.п.} < t)$ есть функция распределения событий ТО.

Второй случай. Машина эксплуатируется в условиях повышенной запыленности, например, сплошная культивация, вспашка, уборка зерновых культур и т.п. Засоренность воздушного фильтра произошла до планового ТО-1 машины, но по какой-то

причине индикатор засоренности фильтра этот факт не показал. Засоренность воздушного фильтра может быть обнаружена через некоторое время ζ . Пусть $(\xi + \zeta) > \eta$. При этом также считаем, что случайные величины ξ и ζ зависимы и их совместное распределение можно выразить следующим образом:

$$F(x_1, x_2) = P(\xi < x_1, \zeta < x_2),$$

$$F(x_1) = \lim_{x_2 \rightarrow \infty} F(x_1, x_2),$$

$$F(x_2) = \lim_{x_1 \rightarrow \infty} F(x_1, x_2).$$

В этом случае ТО будет выполняться в момент времени η , т.е. во время планового ТО. Такое обслуживание назовем плановым аварийно-профилактическим.

Пусть длительность данного обслуживания равна $\gamma_{a.p.}$. Тогда, закон распределения можно записать в виде $F_{a.p.}(t) = P(\gamma_{a.p.} < t)$.

Третий случай. Машина эксплуатируется в условиях повышенной запыленности. Засоренность воздушного фильтра произошла до планового ТО-1 машины, т.е. $\xi < \eta$. Данный факт зафиксирован до момента $(\xi + \zeta) < \eta$. В момент обнаружения засоренности воздушного фильтра $(\xi + \zeta)$ начинается неплановое профилактическое обслуживание, длительность которого равна $\gamma_{н.о.}$. Закон распределения времени обслуживания запишем следующим образом $F_{н.о.}(t) = P(\gamma_{н.о.} < t)$.

После выполнения операций по ТО воздушного фильтра, соответствующему одному из рассмотренных случаев, когда система обновляется (такое допущение мы приняли ранее), происходит перепланировка следующего момента обслуживания фильтра. Процесс повторяется снова.

С целью построения диаграммы переходов случайного процесса $x(t)$, характеризующего ТО воздухоочистителя в произвольный момент времени t , рассмотрим различные состояния этого процесса:

1. $x(t) = e_z$ – если в момент t воздушный фильтр чистый и до предельного засорения проработает время, большее или равное z ;
2. $x(t) = e_{\bar{z}}$ – если в момент t воздушный фильтр чистый и до предельного засорения проработает время, меньше z ;
3. $x(t) = e_{п.}$ – если в момент t воздушный фильтр предельно засорен, обслуживания нет;
4. $x(t) = e_{п.п.}$ – если в момент t проводится плановое техническое обслуживание воздушного фильтра;
5. $x(t) = e_{a.p.}$ – если в момент t проводится плановое аварийно-профилактическое обслуживание воздушного фильтра;
6. $x(t) = e_{н.о.}$ – если в момент t проводится неплановое профилактическое обслуживание воздушного фильтра.

Процесс $x(t)$ – регенерирующий.

Обсуждение. Из возможных случаев поведения системы ТО наиболее важными, на наш взгляд, являются второй и третий случаи второй стратегии, когда засоренность воздушного фильтра произошла до планового ТО-1 машины. В этих случаях возможен пропуск необходимого момента начала ТО. При этом двигатель будет работать в течение некоторого времени с предельно загрязненным воздушным фильтром. Чтобы исключить негативный случай работы ДВС, нами предложен новый способ ТО воздушных фильтров ДВС, который реализуется предложенной конструкцией воздухоочистителя [5, 6]. Сущность разработки изложена ниже.

Воздухоочиститель ДВС содержит две ступени очистки воздуха и индикатор 15 засоренности воздухоочистителя механического действия. Первая ступень очистки воздуха включает пылеотделитель 1, пылесборный бункер 2, обратный клапан 3 и отсосную трубку 4, соединенную с трубой эжектора 5. Вторая ступень очистки воздуха состоит из входного патрубка 6, на котором установлена первая ступень очистки, корпуса 7, внутри которого с помощью кронштейна со шпилькой 8 и барашковых гаек 9 закреплены два фильтр-патрона: основной 10 и внутри него предохранительный 11, крышки 12, выходного патрубка 13, соединенного с промежуточной трубой 14 подачи воздуха во впускной коллектор двигателя внутреннего сгорания. Дополнительно к выходному патрубку 13 подключен электрический датчик 16 засоренности воздушного фильтра, соединенный с лампой 17 индикации предельного загрязнения основного фильтр-патрона 10. К отверстиям, выполненным в днище корпуса 7, подсоединены трубки 18 отсоса загрязненного воздуха, соединенные через обратный клапан 19 с отсосной трубкой 4. Под крышкой 12 смонтирован распределитель воздуха, состоящий из неподвижной 20 и подвижной 21 частей, между которыми установлена шайба 22 с отверстиями 23 для прохода воздуха, изготовленная из материала с низким коэффициентом трения. К неподвижной части 20 распределителя воздуха присоединен нагнетательный трубопровод 24, соединенный через разъем 25, установленный в отверстии, выполненном в крышке 12, с воздухопроводом 26, в котором размещен предохранительный электрический клапан 27, и ресивером 28. С подвижной частью 21 распределителя воздуха соединены внутренние 29 и внешние 30 трубопроводы, имеющие сопла 31, и редуктор 32 с приводом от электродвигателя 33, который связан электрической цепью с выключателем 34, предохранительным электрическим клапаном 26 и аккумуляторной батареей 35.

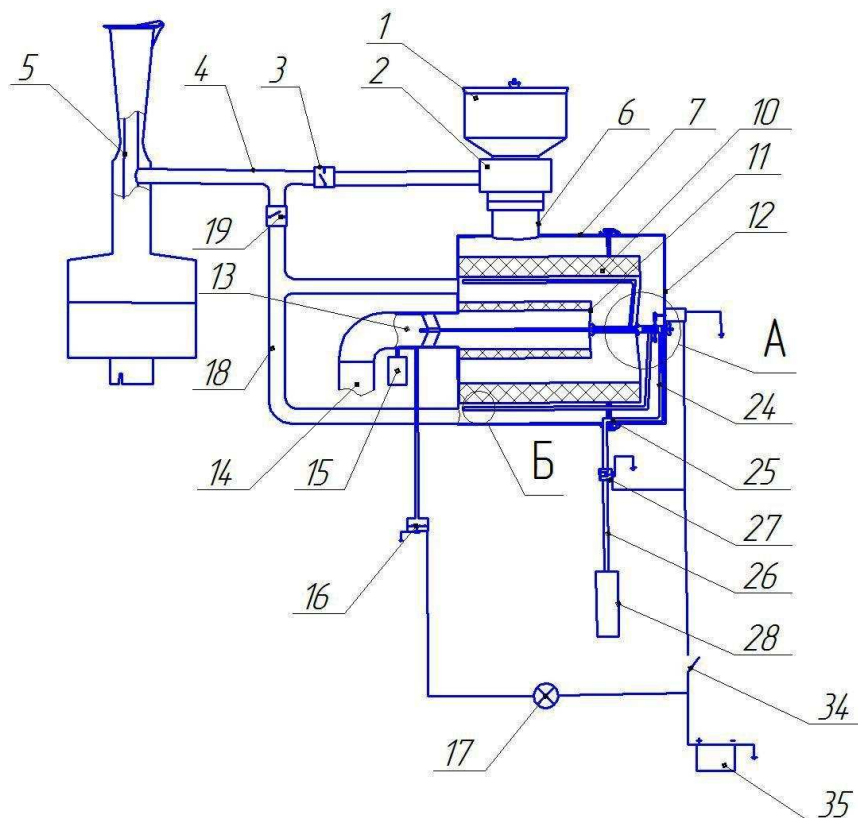


Рисунок 1 – Схема воздухоочистителя двигателя внутреннего сгорания

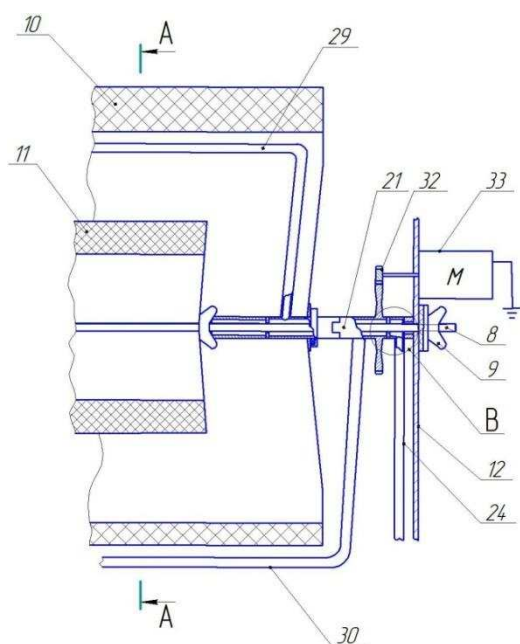


Рисунок 2 – Место А на рисунке 1

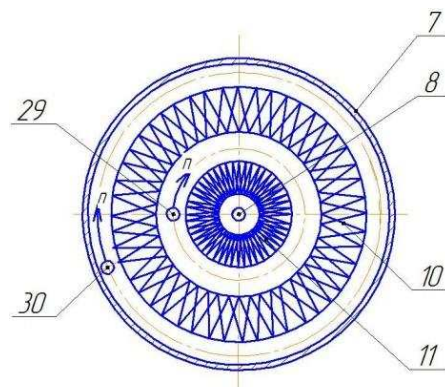


Рисунок 3 – Разрез А-А на рисунке 2

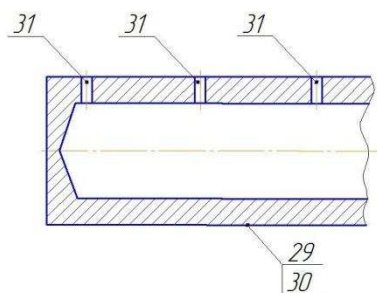


Рисунок 4 – место Б на рисунке 1

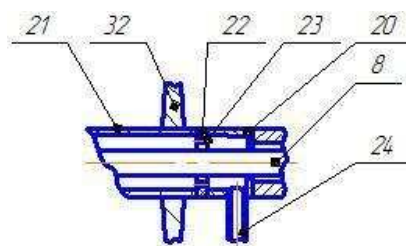


Рисунок 5 – Место В на рисунке 2

Воздухоочиститель ДВС работает следующим образом.

При работе ДВС воздух, всасываемый через заборную сетку пылеотделителя 1, резко изменяет направление движения, в результате чего частицы пыли центробежной силой отбрасываются к наклонным стенкам пылеотделителя 1 и ссыпаются в пылесборный бункер 2. Из пылесборного бункера 2 пыль через открытый обратный клапан 3 по отсосной трубке 4, соединенной с трубой эжектора, выбрасывается в атмосферу.

В первой ступени очистки воздуха осуществляется грубая очистка воздуха от крупных примесей.

Предварительно очищенный воздух под действием разряжения, создаваемого во всасывающем коллекторе двигателя внутреннего сгорания, проходит через входной патрубок 6 и попадает в корпус 7, герметично закрытый крышкой 12 с применением уплотнительных колец. Воздух проходит последовательно через основной 10 и предохранительный 11 фильтр-патроны, которые с помощью кронштейна со шпилькой 8 и барашковых гаек 9 закреплены на корпусе 7, и поступает во впускной коллектор. Предохранительный фильтр-патрон 11 препятствует попаданию пыли в двигатель в случае аварийного выхода из строя основного фильтр-патрона 10.

В процессе работы ДВС происходит постепенное загрязнение фильтр патронов и, следовательно, увеличение разряжения воздуха в выходном патрубке 13. Разряжение воздуха в выходном патрубке 13 контролирует электрический датчик 16, одновременно

с индикатором 15 засоренности воздухоочистителя механического действия, который имеет большую погрешность фиксации разряжения воздуха и недостаточно эффективно информирует оператора о предельном загрязнении воздушного фильтра. Электрический датчик 16 срабатывает при предельном разряжении воздуха во впускном коллекторе двигателя и подает сигнал по электрической цепи к лампе 18 индикации предельного загрязнения основного фильтр-патрона 10. Лампа 17 связана электрической цепью с аккумуляторной батареей 35. Свет лампы 17 информирует оператора, обслуживающего транспортное (автомобиль, трактор, зерноуборочный комбайн и т.п.) или другое техническое средство, на котором установлен двигатель внутреннего сгорания с предлагаемым воздухоочистителем. В этот момент оператор останавливает работу двигателя, замыкает с помощью выключателя 34 цепи: аккумуляторная батарея 35 – электродвигатель 33 и аккумуляторная батарея 35 – предохранительный электрический клапан 27. Предохранительный электрический клапан 27 обеспечивает подачу воздуха из ресивера 28 на продув основного фильтр-патрона 10 с заданным давлением. Воздух из ресивера 28 подается по воздуховоду 26, через разъем 25, установленный в выполненном отверстии крышки 12 и нагнетательный трубопровод 24 в неподвижную часть 21 распределителя воздуха. Далее воздух проходит через отверстия 23 шайбы 22 в полость подвижной части 21 распределителя воздуха и затем во внутренние 29 и внешние 30 трубопроводы и через сопла 31 – на внешнюю и внутреннюю поверхности фильтрующего элемента основного фильтр-патрона 10. Одновременно с подачей воздуха на очистку фильтр-патронов включается электродвигатель 33, который через редуктор 32 приводит во вращение подвижную 21 часть распределителя воздуха, а также внутренние 29 и внешние 30 трубопроводы с частотой вращения n . Частота вращения n определяется экспериментальным способом в зависимости от конструктивно-технологических параметров фильтр-патронов, условий эксплуатации двигателя внутреннего сгорания и требования полного удаления пыли с фильтрующего элемента основного фильтр-патрона 10. Происходит продувка фильтрующего элемента основного фильтр-патрона 10. Причем конструктивные особенности распределителя воздуха (рисунок 3) обеспечивают продувку фильтрующего элемента основного фильтр-патрона 10 воздухом из сопел 31 (рисунок 4) сначала внутренних 29, а затем внешних 30 трубопроводов.

Во время продувки фильтрующего элемента основного фильтр-патрона 10 воздухом под заданным давлением создается избыточное давление внутри корпуса 7. В результате чего воздух с загрязнениями в виде, как правило, пыли, выходит через трубки 18 отсоса загрязненного воздуха, обратный клапан 19 и отсосную трубку 4 в выхлопную трубу двигателя.

За время продувки фильтрующего элемента основного фильтр-патрона 10, определяемое экспериментальным путем, очищенные с фильтрующего элемента загрязнения полностью удаляются из корпуса 7 воздухоочистителя.

По окончании продувки фильтрующего элемента основного фильтр-патрона 10 запускается двигатель внутреннего сгорания. Выхлопные газы выбрасывают из выхлопной трубы продукты очистки (пыль) и высасывают эжектором 5 через отсосную трубку 4 из первой ступени очистки воздуха пыль, попавшую в нее во время продувки фильтрующего элемента основного фильтр-патрона 10.

Разряжение воздуха во впускном коллекторе двигателя достигает номинального значения, срабатывает электрический датчик 15, лампа 17 гаснет. Оператор размыкает выключателем 34 электрические цепи от аккумуляторной батареи 35 к электродвигателю 33 и предохранительному электрическому клапану 27. Процесс продувки фильтрующего элемента основного фильтр-патрона 10 завершен.

Заключение. Таким образом, рассмотрены две стратегии ТО ДВС: по наработке и по потребности или по состоянию. Подробно описаны три возможных случая поведения системы ТО воздухоочистителей ДВС. Предложена конструктивная схема воздухоочистителя ДВС, позволяющая осуществлять очистку основного фильтр-патрона без извлечения его из корпуса воздухоочистителя и снижать тем самым трудоемкость технического обслуживания.

Библиографический список

1. Бобровицкий, В.И. Механическое оборудование: техническое обслуживание и ремонт [Текст] : монография / В.И. Бобровицкий, В.А. Сидоров. – Донецк: Юго-Восток, 2011. – 238 с.
2. ГОСТ18322-78 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 24 с.
3. Надежность и эффективность в технике [Текст] : справочник: в 10 т./ Ред. совет: В.С. Абдуевский (пред.) и др. – Т. 3: Эффективность технических систем/ Под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1986. – 328 с.
4. Пасечников, Н.С. Научные основы технического обслуживания машин в сельском хозяйстве [Текст] : монография / Н. С. Пасечников. – М.: Колос, 1983. – 304 с.
5. Ряднов, А.И. Устройство для продувки воздушных фильтров автотракторных двигателей [Текст] : патент РФ №2543211, В01D 41/00 /А.И. Ряднов, Р.В. Шарипов, В.А. Кочергин; заявитель и патентообладатель – ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ - №2014105604/05; заявл. 14.02.2014; опубл.27.02.2015, Бюл. №6.
6. Ряднов, А.И. Установка для очистки воздушных фильтров [Текст]/А.И. Ряднов, В.А. Кочергин // Сельский механизатор. – 2014. – №9. – С. 30.
7. Синопальников, В.А. Надежность и диагностика технологических систем [Текст] : учебник / В.А. Синопальников и др. – М.: Высшая школа, 2005. – 343 с.
8. Скворцов, Д. Автоматизация ТО и Р. Хроника внедрений [Электронный ресурс] / Д. Скворцов, О. Данилов, О. Свистула // Простое нет. Надежность оборудования. Информационный портал. – 2010. – Режим доступа: <http://www.prostoev.net/modules/myarticles/article.php?storyid=173>
9. Федякин, В.И. Оценка надежности сельскохозяйственной техники в стадиях доремонтной гарантии [Текст]/ В.И. Федякин //Тезисы докладов Всесоюзной науч. техн. конф. по земледельческой механике. – Волгоград, 1990. – С. 33-34.
10. Франкштейн, С.М. Исследование факторов, влияющих на периодичность обслуживания тракторных воздухоочистителей [Текст]/ С.М. Франкштейн // Сб. статей – М.: ВИМ, 1969. – С. 267-276.
11. Хусаинов, Р.М. Стратегия технического обслуживания и ремонта технологического оборудования в трех временных [Текст]/ Р.М. Хусаинов, Г.К. Давлетшина, Т.А. Замараева // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. XI междунар. науч.-практ. конф. № 4(11). – Новосибирск: СибАК, 2014. – С. 41-46.
12. Ящура, А.И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования [Текст] : справочник / А.И. Ящура. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2006. – 360 с.
13. Strauss, G. Die technische Überwachung von Kraftfahrzeugen / G. Strauss // Berlin: Transpress, 1975. S. 18-21.

Reference

1. Bobrovickij, V. I. Mehanicheskoe oborudovanie: tehlichesкое obsluzhivanie i remont [Tekst] : monografiya / V. I. Bobrovickij, V. A. Sidorov. - Doneck: Yugo-Vostok, 2011. - 238 s.
2. GOST18322-78 Sistema tehlichesкого obsluzhivaniya i remonta tehnik. Terminy i opredeleniya [Tekst]. - M.: Izd-vo standartov, 1980. - 24 s.
3. Nadezhnost' i Jeffektivnost' v tehnikе [Tekst] : spravochnik: v 10 t./ Red. совет: V. S. Abduevskij (pred.) i dr. - T. 3: }ffektivnost' tehlicheskih sistem/ Pod obsch. red. V. F. Utkina, Yu. V. Kryuchkova. - M.: Mashinostroenie, 1986. - 328 s.

4. Pasechnikov, N. S. Nauchnye osnovy tehničeskogo obsluzhivaniya mashin v sel'skom hozyajstve [Tekst] : monografiya / N. S. Pasechnikov. - M.: Kolos, 1983. - 304 s.
5. Ryadnov, A. I. Ustrojstvo dlya produvki vozdušnyh fil'trov avtotraktornyh dvigatelej [Tekst] : patent RF №2543211, V01D 41/00 /A. I. Ryadnov, R. V. Sharipov, V. A. Kochergin; zayavitel' i patentoobladatel' - FGBOU VPO Volgogradskij GAU - №2014105604/05; zayavl. 14.02.2014; opubl. 27.02.2015, Byul. №6.
6. Ryadnov, A. I. Ustanovka dlya oчитki vozdušnyh fil'trov [Tekst]/A. I. Ryadnov, V. A. Kochergin // Sel'skij mehanizator. - 2014. - №9. - S. 30.
7. Sinopal'nikov, V. A. Nadezhnost' i diagnostika tehnologičeskikh sistem [Tekst] : uchebnik / V. A. Sinopal'nikov i dr. - M.: Vysshaya shkola, 2005. - 343 s.
8. Skvortcov, D. Avtomatizacija TO i R. Hronika vnedrenij jelektronnyj resurs] / D. Skvortcov, O. Danilov, O. Svistula // Prostoev net. Nadezhnost' oborudovaniya. Informacionnyj portal. - 2010. - Rezhim dostupa: <http://www.prostoev.net/modules/myarticles/article.php?storyid=173>
9. Fedyakin, V. I. Ocenka nadezhnosti sel'skohozyajstvennoj tehniki v stadiyah doremontnoj garantii [Tekst]/ V. I. Fedyakin // Tezisy dokladov Vsesoyuznoj nauch. tehn. konf. po zemledel'cheskoj mehanike. - Volgograd, 1990. - S. 33-34.
10. Frankshtejn, S. M. Issledovanie faktorov, vliyayuschih na periodičnost' obsluzhivaniya traktornyh vozduhoočistitelej [Tekst]/ S. M. Frankshtejn // Sb. statej - M.: VIM, 1969. - S. 267-276.
11. Husainov, R. M. Strategiya tehničeskogo obsluzhivaniya i remonta tehnologičeskogo oborudovaniya v treh vremennyh [Tekst]/ R. M. Husainov, G. K. Davletshina, T. A. Zamaraeva // Nauka vchera, segodnya, zavtra: sb. st. po mater. XI mezhdunar. nauch. -- prakt. konf. № 4(11). - Novosibirsk: SibAK, 2014. - S. 41-46.
12. Yashura, A. I. Sistema tehničeskogo obsluzhivaniya i remonta obshepromyshlennogo oborudovaniya [Tekst] : spravochnik / A. I. Yashura. - M.: Izd-vo NC JeNAS, 2006. - 360 s.
13. Strauss, G. Die technische Überwachung von Kraftfahrzeugen / G. Strauss // Berlin: Transpress, 1975. S. 18-21.

E-mail: alex.rjadnov@mail.ru

УДК 629.114.2

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ
ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТА
MATHEMATICAL MODEL FOR INVESTIGATION OF UNINSTALLED
CURVILINEAR MOVEMENT OF A LOAD-TRANSPORT UNIT (LTU)**

С.Д. Фомин, кандидат технических наук, доцент

S.D. Fomin

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agrarian University

Представлена совокупность разработанных математических моделей для исследования динамики неуставившегося криволинейного движения навесных погрузочных манипуляторов на базе колесных тракторов, самоходных шасси, энергетических модулей. Модель содержит основные разделы: а) математическая модель, описывающая поступательное движение трактора вдоль осей X , Y , Z ; колебания трактора в горизонтальной, продольно-вертикальной и поперечной плоскостях; б) математическая модель, описывающая поступательное движение манипулятора, колебания манипулятора в продольно-вертикальной и горизонтальной плоскостях; в) математическая модель моторно-силовой установки, описывающая вращательное движение маховых масс двигателя, трансмиссии и ведущих колес трактора. Модели учитывают податливости шин в боковом, нормальном и тангенциальном направлениях, переменный дина-

мический радиус качения колес, неровности поверхности качения, упруго-диссипативные и инерционные свойства трансмиссии, характеристику двигателя, нелинейную модель увода, что позволяет достаточно детально исследовать динамику криволинейного движения ПТА: «энергетический модуль + погрузочный манипулятор»; на стадии проектирования проводить сравнительные оценки устойчивости и управляемости создаваемых агрегатов, подбирать рациональные параметры манипулятора и его рациональное размещение в агрегате с точки зрения курсовой устойчивости, устойчивости от опрокидывания и управляемости.

A set of developed mathematical models for investigating the dynamics of unsteady curvilinear motion of mounted loading arms on the basis of wheeled tractors, self-propelled chassis, power modules is presented. The model contains the main sections: a) a mathematical model describing the tractor's translational motion along the axes X, Y, Z; oscillations of the tractor in the horizontal, longitudinal-vertical and transverse planes; b) a mathematical model describing the forward motion of the manipulator, oscillations of the manipulator in the longitudinal-vertical and horizontal planes; c) mathematical model of the motor-power plant, describing the rotational motion of the flywheel masses of the engine, transmission and driving wheels of the tractor. Models take into account the compliance of tires in the lateral, normal and tangential directions, the variable dynamic radius of the rolling of the wheels, the roughness of the rolling surface, the elastic-dissipative and inertial properties of the transmission, the characteristic of the engine, the nonlinear escape model, which allows a detailed study of the dynamics of the LTU "curvilinear: + loading manipulator"; At the design stage to conduct comparative assessments of the stability and controllability of the assemblies being assembled, to select the rational parameters of the manipulator and its rational arrangement in the unit in terms of exchange rate stability, rollover and handling stability.

Ключевые слова: навесной погрузочный манипулятор, курсовая устойчивость, устойчивости от опрокидывания, управляемость, математическое моделирование.

Key words: mounted loading manipulator, course stability, stability against rollover, controllability, mathematical modeling.

Введение. Агрегатирование навесных погрузочных манипуляторов на базе колесных тракторов, самоходных шасси, энергетических модулей может привести к существенному ухудшению их курсовой устойчивости, управляемости и устойчивости от опрокидывания [1, 2, 4-7]. Это происходит вследствие значительного перераспределения нормальных реакций, действующих на передний и задний мосты, увеличения высоты расположения центра масс агрегатов. В конечном итоге, существенно ухудшается безопасность движения, повышается напряженность труда водителя-оператора, снижается скорость передвижения.

Поэтому важно еще на стадии проектирования производить оценку степени устойчивости и управляемости создаваемых погрузочных и в особенности, ПТА [3, 8-11]. С этой целью и для анализа явлений, происходящих при неустановившемся криволинейном движении ПТА, организованного по схеме – «трактор (самоходное шасси, энергетический модуль) + погрузочный манипулятор» разработана математическая модель. Модель основана на пространственной схеме агрегата, что позволяет учесть перераспределение нормальных реакций, имеющих место при криволинейном движении, как в продольно-вертикальной, так и поперечной плоскостях. Это способствует приближению к реально протекающим процессам, поскольку выходные характеристики шины, а, следовательно, и траектория движения существенно зависят от нормальных реакций, действующих на колеса.

Материалы и методы. Использовались методы теоретического исследования: формализация, абстрагирование, идеализация: построение абстрактных моделей для исследования реальных объектов. Получение зависимостей (формул) из других по правилам логики и математики позволило установить теоретические закономерности без проведения многочисленных экспериментальных исследований. Использовались методы теоретиче-

ской механики: математические методы классической механики, прямое применение законов Ньютона (аналитическая механика), методы векторного исчисления и дифференциальной геометрии, математического анализа, метод дифференциальных уравнений.

Результаты и обсуждение. Пространственная расчетная схема агрегата с указанием координатных осей, сил и моментов представлена на рисунке 1. Для вывода дифференциальных уравнений неустановившегося криволинейного движения агрегата использовались подвижные системы координат $X_1O_1Y_1Z_1$, $X_2O_2Y_2Z_2$, связанные соответственно с центрами тяжести трактора и манипулятора, а также неподвижная система координат, связанная с землей. При разработке математической модели приняты следующие основные допущения:

1. Гироскопический эффект вращающихся масс, аэродинамическое сопротивление во внимание не принимаются.
2. Сухое трение, зазоры в шарнирных соединениях не учитываются.
3. Основание манипулятора жестко крепится на остова трактора.

Разработанная математическая модель содержит следующие основные разделы: а) математическая модель, описывающая поступательное движение трактора вдоль осей X , Y , Z , колебания трактора в горизонтальной, продольно-вертикальной и поперечной плоскостях; б) математическая модель, описывающая поступательное движение манипулятора, колебания манипулятора в продольно-вертикальной и горизонтальной плоскостях; в) математическая модель моторно-силовой установки, описывающая вращательное движение маховых масс двигателя, трансмиссии и ведущих колес трактора.

Уравнения, характеризующие поступательное движение трактора вдоль осей X , Y и его «рыскание» получены в виде (рисунок 2).

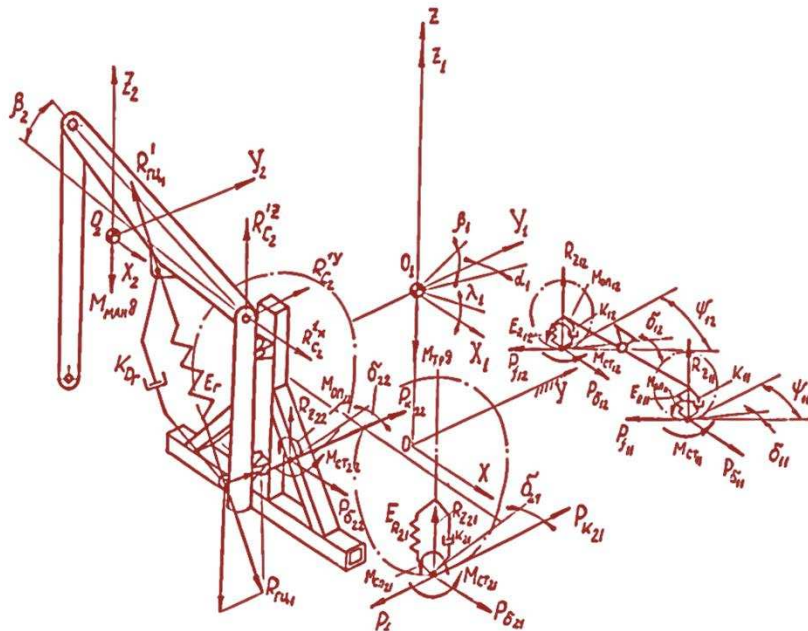


Рисунок 1 – Расчетная схема агрегата

$$\begin{aligned}
 M_{mp} \ddot{X}_{01} = & (P_{\kappa_{21}} + P_{\kappa_{22}} - P_{f_{21}} - P_{f_{22}}) \cdot \sin \alpha_1 + (P_{\delta_{21}} + P_{\delta_{22}}) \cdot \\
 & \cdot \cos \alpha_1 - P_{f_{12}} \cdot \sin(\alpha_1 + \psi_{12}) - P_{f_{11}} \cdot \sin(\alpha_1 + \psi_{11}) + P_{\delta_{12}} \cdot \\
 & \cdot \cos(\psi_{12} + \alpha_1) + P_{\delta_{11}} \cdot \cos(\psi_{11} + \alpha_1) - R_{fp} \cdot \cos \alpha_1 \cdot \cos \lambda_1 + \\
 & + R_{fp} \cdot \sin \alpha_1 - R_{c2}^X + R_{cy1}^{Y1} \cdot \sin(\alpha_1 + \alpha_2) + \\
 & + R_{cy1}^{Z1} \cdot \sin \lambda_1 \cdot \cos(\alpha_1 + \alpha_2);
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
M_{mp}\ddot{Y}_{01} = & (P\kappa_{22} + P\kappa_{21} - Pf_{21} - Pf_{22})\cos\alpha_1 - (P\delta_{22} + P\delta_{21})\sin\alpha_1 - \\
& - Pf_{12} \cdot \cos(\alpha_1 + \psi_{12}) - Pf_{11} \cdot \cos(\alpha_1 + \psi_{11}) - P\delta_{12} \cdot \sin(\psi_{12} + \alpha_1) - \\
& - P\delta_{11} \cdot \sin(\psi_{11} + \alpha_1) + R_{fmp} \cdot \cos\alpha_1 + R_{fmp} \cdot \sin\alpha_1 \cos\lambda_1 - R_{c2}^Y + \\
& + R_{\varphi y1}^{Y1} \cdot \cos(\alpha_1 + \alpha_2) - R_{\varphi y1}^{Z1} \cdot \sin\lambda_1 \cdot \sin(\alpha_1 + \alpha_2);
\end{aligned} \tag{2}$$

где M_{mp} – масса трактора, $R_{длр}$ и $R_{длl}$ – продольная и поперечная составляющие усилия, возникающего в фиксирующей тяге манипулятора, R_{cul}^{y1} и R_{cul}^{z1} – проекции усилия, возникающего в подъемном гидроцилиндре, на подвижные оси координат; R_{c2}^x , R_{c2}^y , R_{c2}^z – проекции реакции шарнира на подвижные оси координат; R_{kij} – касательная сила, возникающая на ведущем ij -колесе; $P\delta_{ij}$ – боковая сила, действующая на ij -колесо; Pf_{ij} – сила сопротивления качению ij -колеса;

$$\begin{aligned}
J_{mp}^{Z_1} \ddot{\alpha}_1 = & -(P\delta_{22} + P\delta_{21})b_1 + (P\kappa_{22} - Pf_{22})\frac{B_2}{2} - (P\kappa_{21} - Pf_{21})\frac{B_2}{2} + \\
& + a_1(P\delta_{11} \cdot \cos\psi_{11} + P\delta_{12} \cdot \cos\psi_{12}) + \frac{B_1}{2}(P\delta_{11} \cdot \sin\psi_{11} - \\
& - P\delta_{12} \cdot \sin\psi_{12}) + \frac{B_1}{2}(P\delta_{11} \cdot \cos\psi_{11} - Pf_{12} \cdot \cos\psi_{12}) - \\
& - a_1(Pf_{11} \cdot \sin\psi_{11} + Pf_{12} \cdot \sin\psi_{12}) + R_{c2}^Z \cdot \sin\lambda_1(L_{c2} + b_1) + \\
& + R_{fp} \cdot a_{fn} + R_{fn}(L_{c1} + b_1) - R_{\varepsilon H^1}^Y \cdot \sin\alpha_2(L_{c4} + b_1) + \\
& + R_{c2}^X \cdot \cos\lambda_1 \cdot \cos\alpha_1(L_{c2} + b_1) - R_{c2}^Y \cdot \sin\alpha_1(L_{c2} + b_1)\cos\lambda_1,
\end{aligned} \tag{3}$$

где B_1, B_2 – ширина колеи передних и задних колес соответственно; a_1, b_1 – расстояние от ц.т. трактора до передней и задней осей соответственно; L_{c1}, L_{c2}, L_{c4} – расстояние от задней оси трактора до шарниров C_1, C_2, C_4 соответственно, измеренное по горизонтали; $J_{mp}^{Z_1}$ – момент инерции трактора (с основанием манипулятора) относительно вертикальной оси Z_1 проходящей через ц.т. трактора.

Принятая индексация параметров, относящихся к колесам, состоит из цифровых обозначений: первый индекс обозначения i соответствует порядковому номеру моста трактора, второй индекс соответствует правому $j = 1$ или левому $j = 2$ борту трактора.

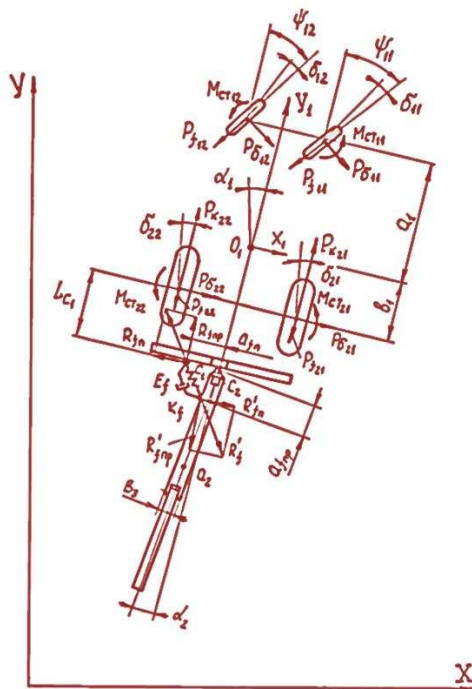


Рисунок 2 – Схема сил, действующих в горизонтальной плоскости

Уравнение угловых колебаний остова трактора в продольно-вертикальной плоскости получено в виде (рисунок 3)

$$\begin{aligned}
 J_{x1}^{mp} \ddot{\beta}_1 = & \left[(R_{z11} + R_{z12}) a_1 - (R_{z21} + R_{z22}) b_1 \right] \cos \lambda_1 + (P_{\kappa_{21}} - P_{f_{21}}) \cdot \\
 & \cdot (\beta_1 b_1 + H_2 + r_{\partial 21}) + (P_{\kappa_{22}} - P_{f_{22}}) \cdot (\beta_1 b_1 + H_2 + r_{\partial 22}) - \\
 & - (P_{f_{11}} \cos \psi_{11} + P_{\delta_{11}} \sin \psi_{11}) \cdot \\
 & \cdot \left\{ \left[r_{\partial 11} + H_{nm} + (H_{up} - \beta_1 a_1) \cos (\lambda_1 - \lambda_{nm}) \right] \cdot \cos (\lambda_1 - \lambda_{nm}) - \right. \\
 & \left. - \frac{B_1}{2} \sin (\lambda_1 - \lambda_{nm}) \right\} - (P_{f_{12}} \cos \psi_{12} + P_{\delta_{12}} \sin \psi_{12}) \cdot \\
 & \cdot \left\{ \left[r_{\partial 12} + H_{nm} + (H_{up} - \beta_1 a_1) \cos (\lambda_1 - \lambda_{nm}) \right] \cdot \cos (\lambda_1 - \lambda_{nm}) + \right. \\
 & \left. + \frac{B_1}{2} \sin (\lambda_1 - \lambda_{nm}) \right\} + R_{cy1}^{y1} H_{c4} \cdot \cos \alpha_2 + R_{cy1}^{z1} (L_{c4} + b_1) + \\
 & + R_{c2}^y (H_{c2c4} - H_{c4}) \cdot \cos \alpha_1 + R_{c2}^z (L_{c2} + b_1) \cos \lambda_1 + \\
 & + R_{c2}^x \cdot (H_{c2c4} + H_{c4}) \sin \alpha_1 - R_{c2}^x \cos \alpha_1 \sin \lambda_1 L_{c2} + \\
 & + R_{c2}^y \sin \alpha_1 \sin \lambda_1 L_{c2},
 \end{aligned} \quad (4)$$

где J_{x1}^{mp} – момент инерции трактора (с основанием манипулятора) относительно оси x_1 , проходящей через ц.т. трактора. R_{zij} – нормальная реакция на ij -колесе; $r_{\partial ij}$ – динамический радиус ij -колеса; H_{nm} , H_{up} , H_{cp} – конструктивные параметры трактора.

Уравнение вертикальных колебаний и уравнение угловых поперечных колебаний трактора могут быть записаны в виде:

$$M_{mp} \ddot{z}_{o1} = R_{z21} + R_{z22} + R_{z11} + R_{z12} - M_1 g - R_{cy1}^{z1} \cos \lambda_1 - R_{c2}^z - R_f \cdot \sin \lambda_1; \quad (5)$$

$$\begin{aligned}
 J_{y1} \ddot{\lambda}_{01} = & (R_{z21} - R_{z22}) \frac{B_2}{2} + P_{\delta 21} (z_{01} - z_{N21}) + \\
 & + P_{\delta 22} (z_{01} - z_{N22}) - R_{fn} H_f + R_2^x \cos \alpha_1 \cos \lambda_1 (H_{c2c4} - H_{c4}) - \\
 & - R_{c2}^y \sin \alpha_1 \cos \lambda_1 (H_{c2c4} - H_{c4}) - \\
 & - R_{c2}^z \sin \lambda_1 (H_{c2c4} - H_{c4}) + M_{on21} + M_{on22},
 \end{aligned} \quad (6)$$

где J_{y1} – момент инерции трактора (с основанием манипулятора) относительно оси Y_1 , проходящей через ц.т. трактора; M_{onij} – опрокидывающий момент, действующий на ij -колесе; z_{Nij} – мгновенное значение высоты неровности под ij -колесом.

Уравнение угловых поперечных колебаний (6) справедливо в случае, если шарнир балки переднего моста находится в разблокированном состоянии, т.е. выполняется условие $|\lambda_1 - \lambda_{nm}| \leq 10^0$, здесь λ_1 – уклон крена трактора; λ_{nm} – угол поворота балки переднего моста (угловое покачивание балки переднего моста для большинства конструкций составляет $\pm 10^0$).

Если условие $|\lambda_1 - \lambda_{nm}| \leq 10^0$ не выполняется, шарнир находится в заблокированном состоянии, в этом случае уравнение (6) имеет вид:

$$\begin{aligned}
 J_{x_1} \ddot{\lambda}_{01} = & \frac{B_2}{2} (R_{z_{21}} - R_{z_{22}}) + P \delta_{22} (Z_{01} - Z_{N22}) + \\
 & + P \delta_{21} (Z_{01} - Z_{N22}) + P_{kp} \cdot \cos \gamma' \cdot \sin \gamma \cdot H_{kp} + \\
 & + (R_{z_{11}} - R_{z_{12}}) \frac{B_1}{2} + (P \delta_{12} \cdot \cos \psi_{12} - P f_{12} \cdot \sin \psi_{12}) \cdot (r_{\partial 11} + H_{nm}) + \\
 & + (P \delta_{11} \cdot \cos \psi_{11} - P f_{11} \cdot \sin \psi_{11}) (r_{\partial 11} + H_{nm}) + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 M_{onij}
 \end{aligned} \quad (7)$$

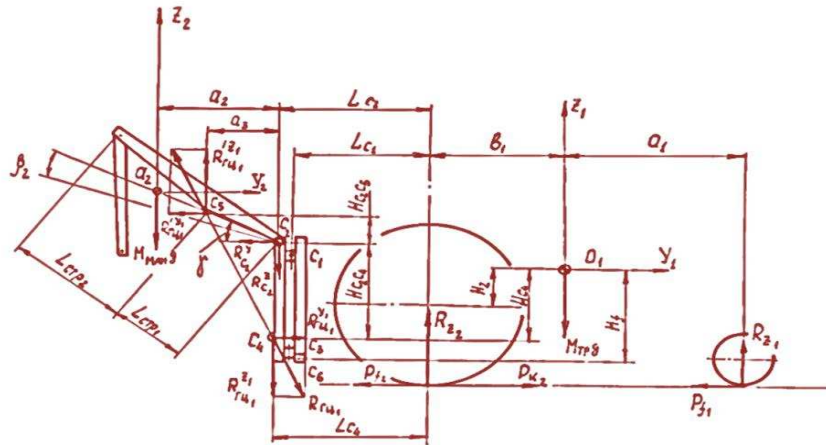


Рисунок 3 – Схема сил, действующих в продольно-вертикальной плоскости

Угол поворота балки переднего моста определяется из уравнения, описывающего угловые колебания переднего моста относительно оси шарнира:

$$\begin{aligned}
 J_{nm} \ddot{\lambda}_{nm} = & (R_{z_{12}} - R_{z_{11}}) \frac{B_1}{2} - (P \delta_{12} \cdot \cos \psi_{12} \cdot P f_{12} \cdot \sin \psi_{12}) \cdot \\
 & \cdot (r_{\partial 12} + H_{nm}) - (P \delta_{11} \cdot \cos \psi_{11} \cdot P f_{11} \cdot \sin \psi_{11}) (r_{\partial 11} + H_{nm}),
 \end{aligned} \quad (8)$$

где J_{nm} - момент инерции балки переднего моста совместно с колесами относительно оси шарнира; $r_{\partial 11}$, $r_{\partial 12}$ - динамические радиусы передних колес.

Нормальные реакции на колесах, входящие в систему уравнений могут быть определены из выражения:

$$R_{z_{ij}} = \Delta_{ij} / E_{Rij} + \dot{\Delta}_{ij} \cdot K_{ij}, \quad (9)$$

где Δ_{ij} , $\dot{\Delta}_{ij}$ - радиальная деформация и скорость деформации шины ij - колеса; E_{Rij} , K_{ij} - радиальная податливость и коэффициент демпфирования шины ij -колеса.

Деформация и скорость деформации шин могут быть выражены через обобщённые координаты и скорости, например, для правого заднего колеса трактора получены зависимости:

$$\begin{aligned}
 \Delta_{u21} = & r_{02} - [Z_{01} - (\beta_1 b_1 + H_2) \cos \lambda_1 - \frac{B_2}{2} \sin \lambda_1 - Z_{N21}] / \cos \lambda_1; \\
 \dot{\Delta}_{u21} = & -\dot{Z}_{01} + \dot{\beta}_1 \cos \lambda_1 - \dot{\beta}_1 \dot{\lambda}_1 b_1 \sin \dot{\lambda}_1 - H_2 \dot{\lambda}_1 \sin \lambda_1 + \\
 & + \frac{B_2}{2} \dot{\lambda}_1 \cos \lambda_1 + \dot{Z}_{N21},
 \end{aligned}$$

где r_{02} - свободный радиус колеса 21; $\dot{Z}_{N21}$, - мгновенное значение скорости изменения высоты неровности.

Аналогичные зависимости получены и для остальных колес трактора. Незвестные боковые силы, действующие на колеса и входящие в систему уравнений, определялись по зависимости:

$$P \delta_{ij} = K_{y_{ij}} \cdot \delta_{ij},$$

где δ_{ij} – угол увода ij -колеса; $K_{y_{ij}}$ – коэффициент сопротивления увода колеса, который зависит от конструкции и размеров шины, давления воздуха в шине, а также от действующих в данный момент времени нормальной реакции и касательной силы тяги в пятне контакта, от коэффициента сцепления и величины угла увода. Действительные значения коэффициента сопротивления увода с учетом вышеперечисленных факторов подсчитывались по аппроксимирующим выражениям, полученным на основании многочисленных исследований.

Углы увода каждого из колес являются неизвестными величинами, однако, они могут быть выражены через обобщенные координаты и скорости, известные на каждом шаге интегрирования. Так, например, угол увода левого заднего колеса 22 может быть определен по зависимости (рис. 4):

$$\begin{aligned} \delta_{22} &= \alpha_1 - \theta_{22}; \\ \theta_{22} &= \arctg \frac{\dot{X}_{22}}{\dot{Y}_{22}}, \end{aligned} \quad (10)$$

где $\dot{X}_{22}$, $\dot{Y}_{22}$ – проекции скорости центра колеса 22 неподвижные оси координат. Для их определения выразим координаты центра колеса через обобщенные координаты:

$$\begin{aligned} X_{22} &= X_{01} - b_1 \sin \alpha_1 - \frac{B_2}{2} \cos \alpha_1; \\ Y_{22} &= Y_{01} - b_1 \cos \alpha_1 - \frac{B_2}{2} \sin \alpha_1 \end{aligned}$$

Дифференцируя полученные выражения по времени, получим составляющие скорости центра колеса 22:

$$\begin{aligned} \dot{X}_{22} &= \dot{X}_{01} - b_1 \dot{\alpha}_1 \cos \alpha_1 + \frac{B_2}{2} \dot{\alpha}_1 \sin \alpha_1; \\ \dot{Y}_{22} &= \dot{Y}_{01} + b_1 \dot{\alpha}_1 \sin \alpha_1 + \frac{B_2}{2} \dot{\alpha}_1 \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

И окончательно, угол увода колеса 22 определяется:

$$\delta_{22} = \alpha_1 - \arctg \frac{\dot{X}_{01} - b_1 \dot{\alpha}_1 \cos \alpha_1 + \frac{B_2}{2} \dot{\alpha}_1 \sin \alpha_1}{\dot{Y}_{01} + b_1 \dot{\alpha}_1 \sin \alpha_1 + \frac{B_2}{2} \dot{\alpha}_1 \cos \alpha_1}. \quad (11)$$

Аналогично рассуждая, получим углы увода остальных колес ПТА, связав их с обобщенными координатами и скоростями:

- для правого заднего колеса трактора:

$$\delta_{21} = \alpha_1 - \arctg \frac{\dot{X}_{01} - b_1 \dot{\alpha}_1 \cos \alpha_1 - \frac{B_2}{2} \dot{\alpha}_1 \sin \alpha_1}{\dot{Y}_{01} + b_1 \dot{\alpha}_1 \sin \alpha_1 - \frac{B_2}{2} \dot{\alpha}_1 \cos \alpha_1}; \quad (12)$$

- для передних управляемых колес трактора:

$$\delta_{12} = \alpha_1 + \psi_{12} - \arctg \frac{\dot{X}_{01} + a_1 \dot{\alpha}_1 \cos \alpha_1 + \frac{B_1}{2} \dot{\alpha}_1 \sin \alpha_1}{\dot{Y}_{01} - a_1 \dot{\alpha}_1 \sin \alpha_1 + \frac{B_1}{2} \dot{\alpha}_1 \cos \alpha_1}; \quad (13)$$

$$\delta_{11} = \alpha_1 + \psi_{11} - \arctg \frac{\dot{X}_{01} + a_1 \dot{\alpha}_1 \cos \alpha_1 - \frac{B_1}{2} \dot{\alpha}_1 \sin \alpha_1}{\dot{Y}_{01} - a_1 \dot{\alpha}_1 \sin \alpha_1 - \frac{B_1}{2} \dot{\alpha}_1 \cos \alpha_1}. \quad (14)$$

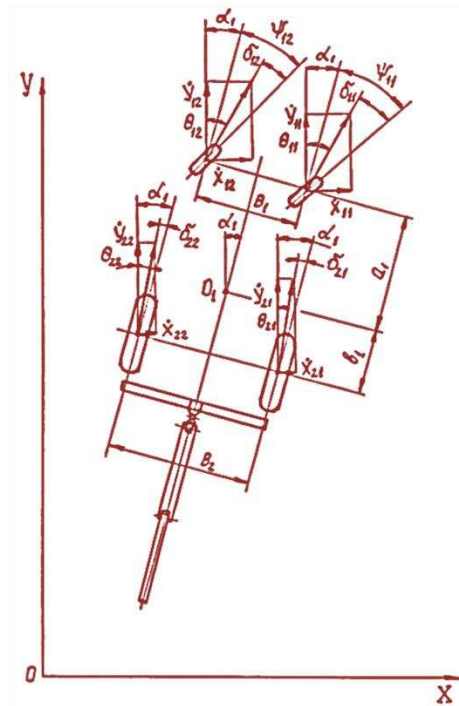


Рисунок 4 – Схема к определению углов увода

Заметим, что углы увода каждого из колес в принципе величины разные, в том числе углы увода колес, принадлежавших одной оси. Причем это различие возрастает при увеличении ширины колеи и угловой скорости поворота. Вычисление углов увода индивидуально для каждого из колес по зависимостям (11-14) и определение боковых сил с учетом перераспределения нормальных реакций позволяет уточнить параметры траектории движения и, следовательно, позволит уточнить оценки устойчивости управляемости агрегата.

Б) Уравнения, характеризующие поступательное движение манипулятора (стрелы, рукояти и поворотной колонны), получены в виде:

$$M_{\text{МАН}} \ddot{X}_{02} = R_{c2}^x + R_{\text{ПП}} \cos \lambda_1 \cos \alpha_1 - R_{\text{ПП}} \sin \alpha_1 - R_{c\lambda_1}^{z_1} \sin \lambda_1 \cos(\alpha_1 + \alpha_2) - R_{c\lambda_1}^{y_1} \sin(\alpha_1 + \alpha_2); \quad (15)$$

$$M_{\text{МАН}} \ddot{Y}_{02} = R_{c2}^y + R_{\text{ПП}} \cos \lambda_1 \sin \alpha_1 - R_{\text{ПП}} \cos \alpha_1 + R_{c\lambda_1}^{z_1} \sin \lambda_1 \sin(\alpha_1 + \alpha_2) - R_{c\lambda_1}^{y_1} \cos(\alpha_1 + \alpha_2); \quad (16)$$

$$M_{\text{МАН}} \ddot{Z}_{02} = R_{c2}^z + R_{\text{ПП}} \sin \lambda_1 - M_{\text{МАН}} g + R_{c\lambda_1}^{z_1} \cos \lambda_1 \quad (17)$$

где $M_{\text{МАН}}$ – масса стрелы, рукояти и поворотной колонны манипулятора.

Угловые колебания манипулятора (стрелы и рукояти) относительно оси, проходящей через шарнир C_2 перпендикулярно продольно-вертикальной плоскости (рисунки 2, 3) и угловые колебания стрелы, рукояти и поворотной колонны относительно оси, проходящей через шарниры C_1, C_3 (рисунки 2, 3) могут быть описаны уравнениями:

$$J_{C_2}^{MAH} \ddot{\beta}_2 = M_2 g \cos \lambda_1 a_2 + R_{z_{u1}}^{Y_1} L_{cmp1} (\sin \gamma - \beta_2 \cos \gamma) - R_{z_{u1}}^{Z_1} L_{cmp1} (\sin \gamma + \beta_2 \cos \gamma); \quad (18)$$

$$J_{C_1 C_3}^{MAH} \ddot{\alpha}_2 = M_2 g \sin \lambda_1 [a_2 (L_{C_2} - L_{C_1})] - R_{fnp} \cos \lambda_1 a_{fnp} \cdot \cos \alpha_2 + R_{fnp} \cos \lambda_1 \sin \alpha_2 \frac{B_3}{2} - R_{fnp} \cos \alpha_2 \frac{B_3}{2} - R_{fnp} \sin \alpha_2 a_{fnp}, \quad (19)$$

где $J_{C_2}^{MAH}$ – момент инерции рукояти и стрелы относительно шарнирного соединения стрелы с поворотной колонной; $J_{C_1 C_3}^{MAH}$ – момент инерции рукояти, стрелы и поворотной колонны относительно шарнирных соединений поворотной колонны с основанием манипулятора; γ – угол подъема стрелы в продольно-вертикальной плоскости; $L_{C_1}, L_{C_2}, L_{cmp1}, B_3, a_{fnp}$ – конструктивные параметры манипулятора (рисунки 2, 3).

В) Неизвестные касательные силы P_{K21} и P_{K22} , входящие в систему уравнений (1-4), определялись с учетом сцепных свойств фона, перераспределения нормальных реакций в продольно-вертикальной и поперечных плоскостях, упруго-диссипативных и инерционных свойств силового привода, а также с учетом характеристики двигателя. На рисунке 5 представлена динамическая модель ПТА при движении с дифференциальным приводом ведущих колес. Уравнения, описывающие движение вращающихся масс моторно-силовой установки, можно записать в виде:

- при разгоне агрегата:

$$J_{\phi} \ddot{\phi} = M \partial(t) - M \phi(t); \quad (20)$$

$$J_M \ddot{\phi}_M = M \phi(t) - (\phi_M - \phi_{mp}) / e_{mp} - (\dot{\phi}_M - \dot{\phi}_{mp}) K_{mp}; \quad (21)$$

$$J_{mp} \ddot{\phi}_{mp} = (\phi_M - \phi_{mp}) / e_{mp} + (\dot{\phi}_M - \dot{\phi}_{mp}) K_{mp} - (\phi_{mp} - \phi_2) / e_2 - (\dot{\phi}_{mp} - \dot{\phi}_2) K_2; \quad (22)$$

$$J_2 \ddot{\phi}_2 = (\phi_{mp} - \phi_2) / e_2 + (\dot{\phi}_{mp} - \dot{\phi}_2) K_2 - \frac{P_{k2} r \partial_2}{i_{mp} \eta_{mp}}; \quad (23)$$

- при установившемся движении:

$$(J_{\phi} + J_M) \ddot{\phi} = M \partial(t) - (\phi_{\phi} - \phi_{mp}) / e_{mp} - (\dot{\phi}_{\phi} - \dot{\phi}_{mp}) K_{mp}; \quad (24)$$

$$J_{mp} \ddot{\phi}_{mp} = (\phi_{\phi} - \phi_{mp}) / e_{mp} + (\dot{\phi}_{\phi} - \dot{\phi}_{mp}) K_{mp} - (\phi_{mp} - \phi_2) / e_2 - (\dot{\phi}_{mp} - \dot{\phi}_2) K_2; \quad (25)$$

$$J_2 \ddot{\phi}_2 = (\phi_{mp} - \phi_2) / e_2 + (\dot{\phi}_{mp} - \dot{\phi}_2) K_2 - \frac{P_{k2} r \partial_2}{i_{mp} \eta_{mp}}, \quad (26)$$

где J_{ϕ}, J_M – моменты инерции двигателя и сцепления; J_{mp}, J_2 – моменты инерции трансмиссии и ведущих колес, приведенные к коленчатому валу д.в.с.; $M \partial(t)$ – крутящий момент, развиваемый д.в.с. в данный момент времени; $M \phi(t)$ – мгновенное значение крутящего момента, передаваемого муфтой сцепления; i_{mp}, η_{mp} – передаточное отношения и к.п.д. трансмиссии соответственно.

При необходимости анализа неустановившегося криволинейного движения трактора (для сравнительных оценок) или самоходного шасси уравнения (15-19), характеризующие движения манипулятора, исключается из рассмотрения, а в уравнениях (1-6) полагаем, что:

$$R_{c2}^x = R_{c2}^y = R_{c2}^z = R_{cy}^{y_1} = R_{cy}^{z_1} = 0.$$

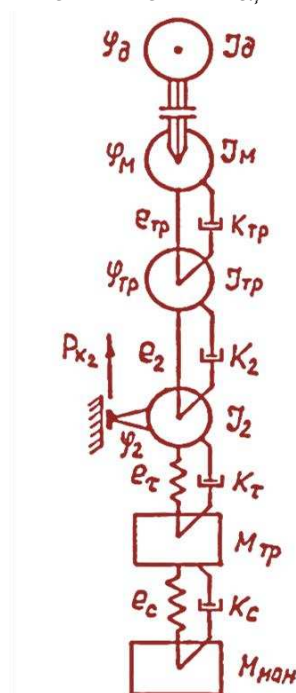


Рисунок 5 – Динамическая модель системы «двигатель – трансмиссия – агрегат»

Оценка адекватности разработанной математической модели осуществлялась по степени приближения расчетных траекторий движения к действительным траекториям, полученным экспериментально. Экспериментальные траектории получены для зафиксированных в максимально повернутом положении управляемых колёс. Трактор плавно трогался и начинал поворот. Траектория отмечалась посредством специального отметчика - щупа. Теоретический расчёт траекторий произведен для аналогичных условий движения для проекции точки установки отметчика на горизонтальную плоскость. Расчетные и экспериментальные траектории хорошо согласуются. Наибольшее расхождение траекторий при движении с заблокированным дифференциалом. Так, при боковом отклонении 4,5 м расхождение траекторий составляет – 0,15 м, а при боковом отклонении 5 м – 0,2 м, что составляет 3,3-4,0 %. При этом адекватно моделируются основные внутренние процессы, протекающие в системе «ПТА-опорное основание». Так, расхождение по буксованию на отстающем и забегающем колесе при выходе на режим установившегося поворота составляет 5,0-5,8 %. Достаточно точное моделирование распределения буксований по ведущим колесам обеспечивает адекватное перераспределение моментов и касательных сил, и, как следствие, хорошее согласование расчетных и экспериментальных траекторий движения.

Разработанные математические модели и пакеты прикладных программ для оценки управляемости и устойчивости самоходного шасси, ПТА на базе колесного энергетического средства внедрены на Харьковском заводе тракторных и самоходных шасси.

Заключение. Таким образом, разработанная математическая модель (1-26), учитывающая податливости шин в боковом, нормальном и тангенциальном направлениях, переменный динамический радиус качения колес, неровности поверхности качения,

упруго-диссипативные и инерционные свойства трансмиссии, характеристику д.в.с., нелинейную модель увода позволяет достаточно детально исследовать динамику неустановившегося криволинейного движения ПТА – «энергетический модуль + погрузочный манипулятор»; на стадии проектирования проводить сравнительные оценки устойчивости и управляемости создаваемых агрегатов, подбирать рациональные параметры манипулятора и его рациональное размещение в агрегате с точки зрения курсовой устойчивости, устойчивости от опрокидывания и управляемости.

Библиографический список

1. Герасун, В.М. Грузовая устойчивость погрузочного агрегата [Текст]/В.М. Герасун, А.Л. Конюшков//Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № 8. – С. 28-30.
2. Герасун, В.М. Исследование устойчивости транспортного агрегата с манипулятором [Текст]/ В.М. Герасун, И.А. Несмиянов, С.Д. Фомин//Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 1 (29). – С. 204-211.
3. Герасун, В.М. Рычажные механизмы в телескопических стрелах погрузочных манипуляторов [Текст]/В.М. Герасун, И.А. Несмиянов, П.В. Турыгин//Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 8. – С. 32-35.
4. Герасун, В.М. Системы управления манипуляторами [Текст]/В.М. Герасун, И.А. Несмиянов//Мехатроника, автоматизация, управление. – 2010. – № 2. – С. 24-28.
5. Исследование устойчивости манипулятора с пространственным исполнительным механизмом [Текст] / В.М. Герасун [и др.]//Современное машиностроение. Наука и образование: материалы 3-й Международной научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – С. 680-690.
6. Кинематическое исследование манипулятора-трипода [Текст]/ В.М. Герасун [и др.]//Современное машиностроение. Наука и образование: материалы 2-й Международной научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – С. 251-258.
7. Несмиянов, И.А. Особенности структурного анализа и синтеза пространственных погрузочных манипуляторов [Текст]/И.А. Несмиянов, В.В. Дяшкин-Титов//Материалы Международной научно-практической конференции. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2011.
8. Оценка массовых характеристик манипулятора с пространственным механизмом [Текст]/Герасун В.М. [и др.]//Известия Нижневолжского агроинженерного комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – №3(31). – С. 175-179.
9. Пындак, В.И. Кинематические возможности погрузочных манипуляторов на базе пространственных механизмов [Текст]/ В.И. Пындак, Н.С. Воробьева, С.Д. Фомин//Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 1 (41). – С. 190-195.
10. Хейло, С.В. Манипуляционные механизмы параллельной структуры. Структурный синтез. Кинематический и силовой анализ [Текст]/ С.В. Хейло, В.А. Глазунов, С.В. Палочкин. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2011. – 153 с.
11. Zhoga V., Gavrilov A., Gerasun V., Nesmianov I., Skakunov V., Dyashkin-Titov V., Vorobieva N., Pavlovsky V., Bogatyrev V., Golubev D. (2014) WALKING MOBILE ROBOT WITH MANIPULATOR- TRIPOD. Mechanisms and Machine Science 20: 463-471.

Reference

1. Gerasun, V. M. Gruzovaya ustojchivost' pogruzochnogo agregata [Tekst]/V. M. Gerasun, A. L. Konyushkov//Traktory i sel'skohozyajstvennye mashiny. - 2008. - № 8. - S. 28-30.
2. Gerasun, V. M. Issledovanie ustojchivosti transportnogo agregata s manipulyatorom [Tekst]/ V. M. Gerasun, I. A. Nesmianov, S. D. Fomin/Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - № 1 (29). - S. 204-211.
3. Gerasun, V. M. Rychazhnye mehanizmy v teleskopicheskikh strelah pogruzochnyh manipulyatorov [Tekst]/V. M. Gerasun, I. A. Nesmianov, P. V. Turygin//Traktory i sel'hozmashiny. - 2011. - № 8. - S. 32-35.
4. Gerasun, V. M. Sistemy upravleniya manipulyatorami [Tekst]/V. M. Gerasun, I. A. Nesmianov//Mehatronika, avtomatizaciya, upravlenie. - 2010. - № 2. - S. 24-28.

5. Issledovanie ustojchivosti manipulyatora s prostranstvennym ispolnitel'nyim mehanizmom [Tekst] / V. M. Gerasun [i dr.]/Sovremennoe mashinostroenie. Nauka i obrazovanie: materialy 3-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2013. - S. 680-690.
6. Kinematicheskoe issledovanie manipulyatora-tripoda [Tekst]/ V. M. Gerasun [i dr.]/Sovremennoe mashinostroenie. Nauka i obrazovanie: materialy 2-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2012. - S. 251-258.
7. Nesmianov, I. A. Osobennosti strukturnogo analiza i sinteza prostranstvennyh pogruzochnykh manipulyatorov [Tekst]/I. A. Nesmianov, V. V. Dyashkin-Titov//Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - Volgograd: Volgogradskaya GSXA, 2011.
8. Ocenka massovykh harakteristik manipulyatora s prostranstvennym mehanizmom [Tekst]/Gerasun V. M. [i dr.]/Izvestiya Nizhnevolzhskogo agroinzhener'nogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2013. - №3(31). - S. 175-179.
9. Pyndak, V. I. Kinematicheskie vozmozhnosti pogruzochnykh manipulyatorov na baze prostranstvennykh mehanizmov [Tekst]/ V. I. Pyndak, N. S. Vorob'eva, S. D. Fomin//Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - № 1 (41). - S. 190-195.
10. Hejlo, S. V. Manipulyacionnye mehanizmy parallel'noj struktury. Strukturnyj sintez. Kinematicheskij i silovoj analiz [Tekst]/ S. V. Hejlo, V. A. Glazunov, S. V. Palochkin. - M.: MGTU im. A. N. Kosygina, 2011. - 153 s.
11. Zhoga V., Gavrillov A., Gerasun V., Nesmianov I., Skakunov V., Dyashkin-Titov V., Vorobieva N., Pavlovsky V., Bogatyrev V., Golubev D. (2014) WALKING MOBILE ROBOT WITH MANIPULATOR- TRIPOD. Mechanisms and Machine Science 20: 463-471.

E-mail: fsd_58@mail.ru

УДК 631.3:636

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТАБИЛИЗАЦИИ РАБОТЫ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

THE ORETICAL BASIS OF STABILIZATION PARAMETERS IN WORK MILKING EQUIPMENT

А.В. Борознин, кандидат технических наук, доцент

В.А. Борознин, кандидат технических наук, доцент

A.V. Boroznin, V.A. Boroznin

Волгоградский государственный аграрный университет

Volgograd State Agricultural University

Рассмотрены основные причины, влияющие на снижение производительности вакуумного насоса и на развиваемое им вакуумметрическое давление, которыми являются потери производительности из-за негерметичности и засоренности различных элементов, составляющих доильно-молочное оборудование (ДМО), или из-за случайных прососов, возникающих при нарушении технологического процесса доения, а также конструктивные особенности доильного агрегата. Приведены исследования, показывающие, что значительные потери вакуума наблюдаются при подъеме молоко-воздушной смеси на высоту молокопровода, поступлении в него смеси из молочного шланга (поворот потока), транспортировке по нему (шероховатость поверхности), крутоизогнутых поворотах и различных уклонах (несоблюдение правил монтажа), подсосе воздуха через дроссель коллектора (засорение) в молочную линию. Используя структурно-функциональную схему ДМО, представлено уравнение баланса расхода воздуха для доильной установки АДМ-8А. Приведены методика и расчетные формулы для определения основных потерь производительности вакуумной установки, которые возможны в элементах ДМО. Анализ полученных уравнений и структурно-функциональной схемы доильно-молочного оборудования позволяет определить основные точки потерь подачи вакуумной установки и построить схему влияния воздействия этих потерь на основные рабочие параметры доильных аппаратов, и выявить последствия этого воздействия на изменения основных показателей эффективности доения.

The main factors influencing the decline in performance of the vacuum pump, and on developing their vacuum pressure, which is the loss of productivity due to leaks and contamination of the various elements that make up the milking and dairy equipment (DME), or due to accidental sucking arising from the violation of technology in the milking process, as well as structural features of the milking machine. Results: the study shows that a significant loss of vacuum are observed when lifting the milk-air mixture to the height of the milk, entering into it a mixture of the milk hose (deflection), transporting on it (surface roughness), knuckle turns and different gradients (non-compliance with installation rules) air leaks through the choke manifold (blockage) in the milk line. Using structural and functional scheme of DHS, represented the air flow balance equation for the milking machine ADM-8A. The method and formulas for calculating key performance loss of the vacuum plant, which are possible in DHS components. The analysis of the equation and the structural and functional scheme of milking and dairy equipment, allows you to identify the main point of supply losses vacuum plant and build scheme influence the impact of these losses on the basic operating parameters of milking machines, and to identify the consequences of exposure to changes in the main indicators of the efficiency of the milking.

Ключевые слова: подача, давление, вакуумный насос, негерметичность, засоренность, потери подачи.

Key words: flow, pressure, vacuum pump, non-hermetic, contamination, loss of supply.

Введение. Современное доильное оборудование представляет собой набор сложных пневмо-гидро-механических систем с распределёнными параметрами, и их аналитическое описание довольно сложно и затруднительно. Поэтому для определения основных структурных единиц ДМО и параметров, характеризующих процесс их работы, наиболее приемлемым является способ использования структурно-функциональных моделей [7]. Характерной особенностью доильного оборудования является то, что их принципиальные схемы для более удобного анализа могут быть разбиты на отдельные блоки-модули [7] и рассматриваться как отдельные структурные единицы с характерными для них рабочими параметрами. Для примера возьмём структурно-функциональную схему доильной установки АДМ-8А (рисунок 1) как наиболее используемую, по которой видно: из каких элементов состоит данная доильная установка, как эти элементы соединены между собой и через какие параметры осуществляется их взаимосвязь.

Материалы и методы. Рассматриваемые нами элементы доильной установки представляют собой комплекты блок-модулей, согласно структурно-функциональной схеме (рисунок 1), соединённые в параллельно-последовательные цепи.

Нормальный эксплуатационный режим всего ДМО задается вакуумным насосом (В.н). Поэтому, в основном, от его технического состояния будет зависеть работа всех узлов и агрегатов, входящих в доильную установку.

Основными параметрами, характеризующими состояние вакуумного насоса [4, 1, 5], являются его производительность (паспортная) (Q_n) и максимально развиваемое на всасывании, вакуумметрическое давление ($h_{\text{фн}}$). Эти параметры тесно связаны между собой и изменение первого сразу же влечет за собой изменение второго. Если производительность насоса снижается более, чем на 20 % от паспортной, то при этом происходят значительные по величине и продолжительности колебания вакуумметрического давления (до 10...18 кПа, вместо 0,3...0,4 кПа) во всех системах ДМО, что приводит к нарушениям и торможению рефлекса молокоотдачи, потере продуктивности и жирности молока. Все возникающие в процессе работы ДМО колебания вакуума можно разделить на два вида – это макроколебания (с амплитудой от 3 кПа до max) и микроколебания (с амплитудой до 3 кПа).

Макроколебания вакуума с максимальной амплитудой являются дискретными величинами и возникают в результате подключения и снятия доильных стаканов с вымени животного, случайного их спадания с сосков вымени, и других случайных просо-

сов. Их значения и характер случайны и зависят от квалификации операторов машинного доения, их физического и психологического состояния, при этом они легко идентифицируются по реализации и визуально.

Микроколебания вакуума с минимальной амплитудой являются непрерывными величинами и вызываются нестабильным течением молока в молокопроводе и его переходом из безнапорного (расслоенного) движения в напорное (пробковое) как в молокопроводе так, и особенно, в молочном шланге при подъеме молока от коллектора в молокопровод [9, 11]. Эти колебания обусловлены техническим состоянием агрегатов ДМО: производительностью вакуумного насоса, емкостью ресивера, протяженностью, высотой установки, уклонами и внутренними диаметрами молочных линий и шлангов, конструктивными особенностями дозаторов, вакуумрегуляторов, числом и типом доильных аппаратов, состоянием различных дросселей.

Результаты. Основными причинами возникновения потерь подачи вакуумного насоса являются:

1. Конструктивные причины:

а) чрезмерный износ сопрягаемых поверхностей вакуумного насоса ($A_{изн}$) и других агрегатов;

б) число оборотов ротора вакуумного насоса ($n_{об}$);

в) порывы шлангов и других резинотехнических изделий;

г) излом и коробление пластмассовых деталей.

2. Эксплуатационные:

а) настройка вакуум-регулятора ($h_{ф}$, $m_{ГРР}$);

б) герметичность молочно-вакуумной системы ($Q_{ГМ-в}$);

в) засоренность молочно-вакуумной системы ($Q_{ЗМ-в}$);

г) расход воздуха через доильные аппараты ($Q_{ДА} - Q_{П}$, $Q_{К}$, $Q_{ДС}$, $Q_{Ш}$);

д) регулируемый запас расхода воздуха (Q_p).

3. Технологические:

а) прососы воздуха при подключении доильных аппаратов ($Q_{Спод.}$);

б) прососы воздуха при снятии доильных аппаратов ($Q_{Ссн}$);

в) прососы воздуха при случайных спаданиях доильных аппаратов с сосков вымени коровы во время доения ($Q_{Ссп}$).

Основными причинами, влияющими на снижение производительности вакуумного насоса и на развиваемое им вакуумметрическое давление, являются потери производительности из-за негерметичности и засоренности различных элементов, составляющих ДМО, или в результате случайных прососов при нарушении технологического процесса доения. Для теоретического определения величин этих потерь, используя структурно-функциональную схему ДМО, приведенную на рисунке 1, составим уравнение баланса расхода воздуха для доильной установки АДМ-8А:

$$Q_{\phi} - Q_T - Q_{Г} - Q_3 - Q_p = 0. \quad (1)$$

Фактическая производительность вакуумной установки Q_{ϕ} разделяется на четыре составляющие: Q_T – расход воздуха, идущий на обеспечение технологического процесса и работу узлов и агрегатов ДМО, $Q_{Г}$ – потери подачи вакуумных установок из-за негерметичности в сопряжениях узлов и агрегатов, Q_3 – потери подачи из-за засоренности узлов и агрегатов, Q_p – регулируемая подача воздуха через вакуумрегулятор.

Для того чтобы обеспечить рабочий процесс доения в оптимальном режиме, необходимо, чтобы соблюдалось условие:

$$Q_{\phi} - (Q_T + Q_3) - Q_p > Q_T \rightarrow \text{const}, \quad (2)$$

а это условие будет соблюдаться в том случае, когда $Q_p > (Q_T + Q_3)$, при этом желательно чтобы $Q_p \rightarrow \max$, а $(Q_T + Q_3) \rightarrow 0$.

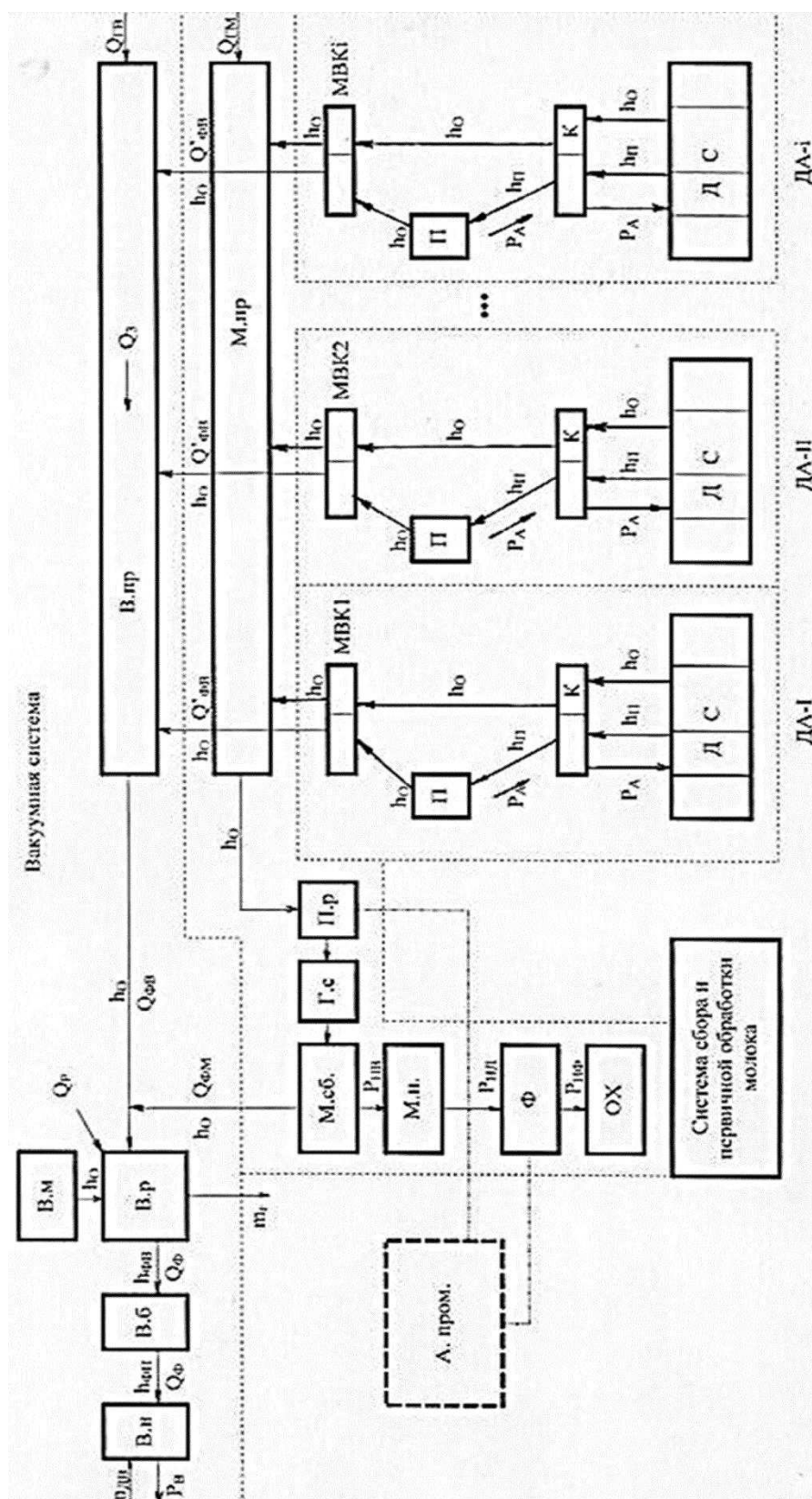


Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема доильной установки АДМ-8А

$n_{дв}$ – обороты двигателя (эл.); P_B – давление на выходе; V_N – вакуумный насос; $h_{фл}$ – фактическое вакуумметрическое давление развиваемое насосом (пульсирующее); $B.б$ – вакуумный баллон; $h_{фв}$ – фактическое вакуумметрическое давление (выровненное); Q_{ϕ} – фактическая подача насоса; $V.p$ – вакуум-регулятор; m_T – масса грузовых шайб; $V.m$ – вакуумметр; h_0 – рабочее вакуумметрическое давление; Q_P – резерв подачи насоса; $V.pr$ – вакуумпровод; Q_T – потери подачи насоса из-за засоренности вакуумпровода; Q_{ϕ} – подача насоса с учетом потерь; $V.k.1, 2, \dots$ – вакуумные краны; $Q_{фл}$ – фактический расход воздуха доильным аппаратом; $D.в$ – доильное ведро; Π – пульсатор; P_A – атмосферное давление; h_{fl} – вакуумметрическое давление за пульсатором; K – коллектор; $D.c$ – доильные стаканы; $DA-1, \Pi, \dots, i$ – доильный аппарат; Q_{TB} – потери подачи насоса из-за негерметичности вакуумпровода; Q_{TM} – потери подачи насоса из-за негерметичности молокопровода; $M.pr$ – молокопровод; $MBK1, 2, \dots, i$ – молочнок-вакуумный кран; $M.cb$ – молокосорбник; $M.n$ – молочный насос; Φ – фильтр; Ox – охладитель; $A.пром$ – автомат промывки; P_{HB} – давление на всасывании молочного насоса; $P_{нд}$ – давление, создаваемое молочным насосом; $P_{H\phi}$ – давление за фильтром; $Q_{фв}$ – расход воздуха вакуумной системой; $Q_{фл}$ – расход воздуха молочной системой

При несоблюдении данного условия в системах доильной установки начинаются резкие макроколебания вакуумметрического давления, что приводит к нарушениям процесса доения коров, т.к. изменяются все основные параметры работы доильных аппаратов.

Для того чтобы определить, как расходуется подача вакуумных установок, запишем уравнение баланса расхода воздуха (1) в более развернутом виде:

$$Q_{\phi} - Q_{\phi} - Q_m - Q_p - Q_{\phi\phi} - Q_{cy} = 0, \quad (3)$$

где Q_{ϕ} – расход воздуха через вакуумную систему (ЭБ); Q_m – расход воздуха через молочную систему (ИБ); $Q_{\phi\phi}$ – потери подачи в вакуумном баллоне; Q_{cy} – расход воздуха на собственные нужды установки.

Так как потери подачи $Q_{\phi\phi}$ через вакуумный баллон и собственные потери установки Q_{cy} , являются потерями из-за негерметичности этих агрегатов, отнесем их к потерям из-за негерметичности вакуумной системы $Q_{\Gamma\phi}$, тогда остальные составляющие уравнения (3) определим следующим образом:

$$Q_{\phi} = k_u \cdot n_{\phi} \cdot Q_n, \quad (4)$$

где k_u – коэффициент потери производительности вакуумного насоса из-за износа его сопрягаемых деталей; n_{ϕ} – количество вакуумных насосов в комплекте доильной установки; Q_n – паспортная производительность вакуумного насоса.

$$Q_{\phi} = Q_{T\phi} + Q_{\Gamma\phi} + Q_{3\phi}, \quad (5)$$

где $Q_{T\phi}$ – расход воздуха, обеспечивающий технологический процесс в вакуумной линии; $Q_{\Gamma\phi}$ – потери подачи вакуумной установки из-за негерметичности в вакуумной системе; $Q_{3\phi}$ – потери подачи вакуумной установки из-за засоренности вакуумной системы.

$$Q_{T\phi} = \sum Q_{\Pi\phi} + \sum Q_{C\phi.T}, \quad (6)$$

$$Q_{\Gamma\phi} = Q_{cy} + Q_{\phi\phi} + Q_{\phi n} + \sum Q_{Kp\phi} + \sum Q_{\Pi\phi} + \sum Q_{K\phi} + \sum Q_{\Delta C\phi} + \sum Q_{\Pi\phi} + Q_{p\phi} + Q_{C\phi.\phi} + \sum Q_{yn} < Q_{\Gamma\phi d} \quad (7)$$

$$Q_{\Gamma\phi d} = k_{\phi} Q_{\phi}, \quad (8)$$

$$Q_{3\phi} < k_3 Q_{\phi}, \quad (9)$$

где $Q_{\phi n}$ – потери подачи из-за негерметичности вакуумпровода; $Q_{Kp\phi}$ – потери подачи из-за негерметичности вакуумного крана; $Q_{\Pi\phi}$ – потери подачи из-за негерметичности пульсатора; $Q_{K\phi}$ – потери подачи из-за негерметичности коллектора; $Q_{\Delta C\phi}$ – потери подачи из-за негерметичности доильных стаканов; $Q_{\Pi\phi}$ – потери подачи из-за негерметичности вакуумных шлангов; $Q_{p\phi}$ – потери подачи из-за негерметичности вакуумрегулятора; $Q_{C\phi.\phi}$ – случайные потери подачи через вакуумную систему; Q_{yn} – потери подачи из-за негерметичности устройства для подъема молокопровода; k_{ϕ} – коэффициент потерь подачи из-за негерметичности; k_3 – коэффициент потерь подачи из-за засоренности; $Q_{\Gamma\phi d}$ – допустимые потери подачи вакуумной установки из-за негерметичности в вакуумной системе; $Q_{\Pi\phi}$ – расход воздуха, обеспечивающий технологический процесс работы пульсатора; $Q_{C\phi.T}$ – расход воздуха, обеспечивающий технологический процесс работы групповых счетчиков молока.

Аналогичным образом определяем потери в молочной системе:

$$Q_m = Q_{Tm} + Q_{\Gamma m} + Q_{3m} + Q_{C\phi.m}, \quad (10)$$

где Q_{Tm} – расход воздуха, обеспечивающий технологический процесс в молочной линии; $Q_{\Gamma m}$ – потери подачи вакуумной установки из-за негерметичности в молочной системе; Q_{3m} – потери подачи вакуумной установки из-за засоренности молочной системы; $Q_{C\phi.m}$ – потери подачи вакуумной установки из-за случайных прососов воздуха при подключении и снятии доильных аппаратов.

$$Q_{Tm} = \sum Q_{Km} = F_d I_d t, \quad (11)$$

$$Q_{ГМ} = Q_{мс} + \sum Q_{СМ} + Q_{пр} + Q_{мп} + \sum Q_{Крм} + \sum Q_{Км} + \sum Q_{ДСМ} + \sum Q_{ШМ} < Q_{ГМд}, \quad (12)$$

$$Q_{ГМд} = k_e Q_{М}, \quad (13)$$

$$Q_{ЗМ} < k_3 Q_{М}, \quad (14)$$

$$Q_{СЛ.М} = Q_{Спод} + Q_{Ссн} + Q_{Ссн}, \quad (15)$$

где $Q_{мп}$ – потери подачи из-за негерметичности молокопровода; $Q_{Крм}$ – потери подачи из-за негерметичности молочного крана; $Q_{СМ}$ – потери подачи из-за негерметичности группового счетчика молока; $Q_{Км}$ – потери подачи из-за негерметичности коллектора; $Q_{ДСМ}$ – потери подачи из-за негерметичности доильных стаканов; $Q_{ШМ}$ – потери подачи из-за негерметичности молочных шлангов; $Q_{мс}$ – потери подачи из-за негерметичности молокособорника; $Q_{пр}$ – потери подачи из-за негерметичности переключателя режимов работы; $Q_{Кт}$ – расход воздуха, обеспечивающий технологический процесс работы коллектора; $Q_{ГМд}$ – допустимые потери подачи вакуумной установки из-за негерметичности в молочной системе; F_d – площадь поперечного сечения дросселя коллектора; l_d – длина дросселя; t – время, $Q_{Спод}$ – прососы воздуха при подключении доильных аппаратов; $Q_{Ссн}$ – прососы воздуха при снятии доильных аппаратов; $Q_{Ссн}$ – прососы воздуха при случайных спаданиях доильных аппаратов.

Таким образом, расход воздуха, идущий на обеспечение технологического процесса доения, складывается в основном из трех составляющих:

$$Q_T = \sum Q_{Пт} + \sum Q_{Кт} + \sum Q_{Ст} \rightarrow \text{const}, \quad (16)$$

а суммарные потери из-за негерметичности и засоренности равны:

$$Q_G = Q_{Гв} + Q_{Гм} \rightarrow 0, \quad (17)$$

$$Q_Z = Q_{Зв} + Q_{Зм} \rightarrow 0, \quad (18)$$

Расход воздуха через вакуумрегулятор будет равен:

$$Q_P = Q_{РТ} + Q_{РГ}, \quad (19)$$

где $Q_{РТ}$ – расход воздуха на регулировку и поддержание технологического процесса доения в оптимальных режимах; $Q_{РГ}$ – потери подачи из-за негерметичности вакуумрегулятора.

Обсуждение. Анализ полученных уравнений и структурно-функциональной схемы доильно-молочного оборудования позволяет определить основные точки потерь подачи вакуумной установки и построить схему влияния воздействия этих потерь на основные рабочие параметры доильных аппаратов [8], такие как: h_d – рабочее вакуумметрическое давление под соском; n_z – частота пульсаций, $\tau_{СОС}$ и $\tau_{сж}$ – продолжительность такта сосания и такта сжатия, $ЖСР$ – целостность и упругость сосковой резины и $m_{ДА}$ – масса подвесной части доильного аппарата и выявить последствия этого воздействия на изменения основных показателей эффективности доения (стереотип доения).

Все эти параметры, в основном, зависят от рабочего вакуумметрического давления (h_o), которое, в свою очередь, полностью зависит от фактической производительности вакуумной установки Q_ϕ , а значит и от потерь подачи вакуумной установки из-за негерметичности Q_G и из-за засоренности Q_Z узлов и агрегатов ДМО.

Частота пульсации с увеличением вакуумметрического давления уменьшается и наоборот [2, 3, 5, 6]. А так как в процессе доения допускаются резкие макроколебания вакуума в системе (Δh_o), то она также меняется, что приводит к нарушению стереотипа доения. С увеличением вакуумметрического давления увеличивается и продолжительность такта сосания [2, 3, 5, 6], что также отрицательно сказывается на животных и на процессе выведения молока из вымени.

Кроме того, на продолжительность такта сосания влияют и упругие свойства сосковой резины [2, 3, 5, 6]. Чем жестче сосковая резина, тем больший перепад давлений нужно приложить к её стенкам, чтобы они сомкнулись под соском коровы в такте сжатия, то есть такт сжатия наступает несколько позднее и его продолжительность уменьшается.

Кроме того, из-за неравномерности потока молока по молочному шлангу, которая происходит в результате подъема молока к молокопроводу во время доения, происходят колебания вакууметрического давления под соском (микроколебания) (Δh_d).

Заключение. Отсюда следует, что основными причинами, от которых зависит стабильность и эффективность работы доильно-молочного оборудования и которые требуют постоянного контроля, являются:

- оптимальность фактической производительности вакуумной установки Q_{ϕ} ;
- потери подачи вакуумной установки из-за негерметичности Q_{Γ} в целом и ее составляющих Q_{Γ_6} и Q_{Γ_7} ;
- потери подачи из-за засоренности Q_3 в целом и ее составляющих Q_{3_6} и Q_{3_7} ;
- регулируемый расход воздуха через вакуумрегулятор Q_p и его составляющих Q_{pT} и $Q_{pГ}$.

Библиографический список

1. Антонов, Н.М. Показатели надежности вакуумной системы доильной установки [Текст]/Н.М. Антонов, В.А. Борознин, Ю.В. Бобылев // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 12. – С. 184-188.
2. Борознин, В.А. Метод оценки эффективности использования доильного оборудования [Текст]/В.А. Борознин, А.В. Борознин, Ю.В. Бобылев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2010. – № 1(17). – С. 123-127.
3. Борознин, В.А. Эффективность использования доильных аппаратов в зависимости от их диагностирования [Текст] /В.А. Борознин, А.В. Борознин //MaterialyVIIImezinardnivedecko-praktickakonference “Vznikmodernivedeck – 2012”. – Dil 15.Biologickevedy.Ekologie.Zemepis a geologie.Zemedelstvi: Praha. Publishing House “Education and Science” s.r.o – s. 65...69.
4. Борознин, В.А. Теоретическая оценка показателей надежности вакуумной системы доильной установки [Текст]/В.А. Борознин, А.В. Борознин, Ю.В. Бобылев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2009. – №4(16). – С. 113-117.
5. Борознин, В.А. Оценка эффективности использования доильного оборудования в зависимости от уровня его надежности [Текст]/В.А. Борознин, А.В. Борознин, Ю.В. Бобылев // Труды XIV Международного симпозиума по машинному доению. – Углич, 2008. – С. 254-260.
6. Борознин, В.А. Повышение функционального состояния вакуумной системы доильных установок [Текст]/В.А.Борознин, Ю.В.Бобылев//Аграрный вестник Урала. – 2009. – №12. – С. 83-85.
7. Борознин, В.А. Модульно-блочная структура доильных установок и оценка их надежности [Текст]/ В.А.Борознин, А.В.Борознин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – №4(36). – С. 220-225.
8. Борознин, В.А. Определение макро- и микроколебаний вакуума в системах доильного оборудования [Текст]/ В.А. Борознин, А.В. Борознин, Л.В. Борознин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – №4(40). – С. 187-194.
9. Карташов, Л.П. Размеры молокопроводов доильных установок [Текст]/Л.П. Карташов, М.К. Базаров //Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1969. – №3. – С. 22-24.
10. Карташов, Л.П. Концепция развития доильных аппаратов [Текст] / Л.П. Карташов, З.В. Макаровская // Техника в сельском хозяйстве. – 2003. – №1. – С. 15-18.
11. Малявкин, Н.П. Определение потерь вакуума в молокопроводах доильных установок [Текст]/Н.П. Малявкин//Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – №1. – С. 12-14.

Reference

1. Antonov, N. M. Pokazateli nadezhnosti vakuumnoj sistemy doil'noj ustanovki [Tekst]/ N. M. Antonov, V. A. Boroznin, Yu. V. Bobylev // Vestnik KrasGAU. - 2009. - № 12. - S. 184-188.
2. Boroznin, V. A. Metod ocenki jffektivnosti ispol'zovaniya doil'nogo oborudovaniya [Tekst]/V. A. Boroznin, A. V. Boroznin, Yu. V. Bobylev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2010. - № 1(17). - S. 123-127.
3. Boroznin, V. A. Jffektivnost' ispol'zovaniya doil'nyh apparatov v zavisimosti ot ih diagnostirovaniya [Tekst] /V. A. Boroznin, A. V. Boroznin //MaterialyVIII mezinarnodnivedeckopraktickakonferenc "Vznikmodernivedeck - 2012". - Dil 15.Biologickevedy.Ekologie.Zemepis a geologie.Zemedelstvi: Praha. Publishing House "Education and Science" s.r.o - s. 65...69.
4. Boroznin, V. A. Teoreticheskaya ocenka pokazatelej nadezhnosti vakuumnoj sistemy doil'noj ustanovki [Tekst]/V. A. Boroznin, A. V. Boroznin, Yu. V. Bobylev // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2009. - №4(16). - S. 113-117.
5. Boroznin, V. A. Ocenka jffektivnost' ispol'zovaniya doil'nogo oborudovaniya v zavisimosti ot urovnya ego nadezhnosti [Tekst]/V. A. Boroznin, A. V. Boroznin, Yu. V. Bobylev // Trudy XIV Mezhdunarodnogo simpoziuma po mashinnomu doeniyu. - Uglich, 2008. - S. 254-260.
6. Boroznin, V. A. Povyshenie funkcional'nogo sostoyaniya vakuumnoj sistemy doil'nyh ustanovok [Tekst]/V. A. Boroznin, Yu. V. Bobylev//Agrarnyj vestnik Urala. - 2009. - №12. - S. 83-85.
7. Boroznin, V. A. Modul'no-blochnaya struktura doil'nyh ustanovok i ocenka ih nadezhnosti [Tekst]/ V. A. Boroznin, A. V. Boroznin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - №4(36). - S. 220-225.
8. Boroznin, V. A. Opredelenie makro- i mikrokolebanij vakuuma v sistemah doil'nogo oborudovaniya [Tekst]/ V. A. Boroznin, A. V. Boroznin, L. V. Boroznin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2015. - №4(40). - S. 187-194.
9. Kartashov, L. P. Razmery molokoprovodov doil'nyh ustanovok [Tekst]/L. P. Kartashov, M. K. Bazarov //Mehanizaciya i jlektifikaciya sel'skogo hozyajstva. - 1969. - №3. - S. 22-24.
10. Kartashov, L. P. Konceptiya razvitiya doil'nyh apparatov [Tekst] / L. P. Kartashov, Z. V. Makarovskaya // Tehnika v sel'skom hozyajstve. - 2003. - №1. - S. 15-18.
11. Malyavkin, N. P. Opredelenie poter' vakuuma v molokoprovodah doil'nyh ustanovok [Tekst]/N. P. Malyavkin//Mehanizaciya i jlektifikaciya sel'skogo hozyajstva. - 2003. - №1. - S. 12-14.

E-mail: titusbav@mail.ru.

УДК 629.1.02

**УГЛОВАЯ ДЕФОРМАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО КОЛЕСА
ПОД ДЕЙСТВИЕМ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА: ФИЗИКА ПРОЦЕССА**

**ANGULAR DEFORMATION OF AUTOMOBILE WHEEL CAUSED
BY TORQUE MOMENT: THE PHYSICS OF PROCESS**

В.М. Зотов¹, кандидат технических наук

В.П. Хавронин¹, кандидат технических наук

Е.В. Балакина², доктор технических наук, профессор

Н.М. Зотов², кандидат технических наук, доцент

V.M. Zotov, V.P. Khavronin, E.V. Balakina, N.M. Zotov

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Волгоградский государственный технический университет

¹Volgograd State Agricultural University

²Volgograd State Technical University

Одним из параметров, влияющих на управление и тягово-скоростные свойства колёсного транспорта, является угловая деформация в колесе, при действии на него крутящего момента. Поэтому важно знать развитие угла деформации в колесе с течением времени. Выполненные исследования показали, что процесс угловой деформации в шине автомобильного колеса под дей-

ствием крутящего момента делится на три временных периода: на временном промежутке от 0 до t_0 угловая деформация колеса с положительным угловым ускорением нелинейно возрастает до некоторого значения α_0 ; на временном промежутке от t_0 до $t_1 = 2 \cdot t_0$ угловая деформация колеса с отрицательным угловым ускорением нелинейно возрастает до максимального значения $\alpha_1 = 2 \cdot \alpha_0$; при $t > t_1$ в эластичной части колеса (шине) возникают быстро затухающие колебания угла деформации относительно величины α_0 , с некоторым периодом T . Значения t_0 и α_0 , а также коэффициент затухания β и период T затухающих крутильных колебаний в колесе зависят от величины крутящего момента $M_{кр}$, приложенного к колесу, и от динамических характеристик колеса (момент инерции I колеса, крутильная жёсткость $C_{кр}$ шины, нормальная нагрузка P_z на ось колеса).

One of the parameters that affect the governance and towing speed properties of wheeled transport is the angular deformation in the wheel, under the action of a torsional moment. It is therefore important to know the development of the deformation angle of the wheel over time. Accomplished studies have shown that the process of deformation in the angular vehicle wheel tire under the action of torque is divided into three time periods: on the time interval from 0 to t_0 wheel angular deformation with positive angular acceleration linearly increases to a certain value α_0 ; on the time interval from t_0 to $t_1 = 2 \cdot t_0$ angular deformation of the wheel with a negative angular acceleration increases nonlinearly to a maximum value $\alpha_1 = 2 \cdot \alpha_0$; at $t > t_1$ in the elastic portion of the wheel (tire) occur rapidly damped oscillation angle relative deformation value α_0 , with a certain period T . The values t_0 and α_0 , as well as the attenuation coefficient β and the period T of damping torsional vibrations in the wheel depends on the magnitude of the torque M_{ch} applied to the wheel, and the dynamic characteristics of the wheel (wheel moment of inertia I , torsional rigidity C_{kr} tire normal load P_z on the wheel axle).

Ключевые слова: автомобильное колесо, угловая деформация, крутящий момент, крутильная жёсткость колеса, коэффициент затухания колебаний, математическое моделирование.

Key words: automobile wheel, angular deformation, torque moment, torsional stiffness of the wheel, the coefficient of vibration damping, mathematical model.

Введение. При разгоне или торможении автомобиля в эластичной части его колёс возникают изменяющиеся во времени угловые деформации, влияющие на тягово-скоростные свойства колёсного транспорта [1, 4, 6]. Существующие стендовые и натурные исследования [1, 2, 5, 6, 13] устанавливают лишь связь между конечным значением угла деформации в эластичной части колеса и величиной крутящего момента, что снижает ценность исследования при моделировании движения колёсного транспорта в режиме реального времени.

Целью данной работы является рассмотрение физических процессов в системе «колесо-дорога», протекающих при действии на колесо крутящего момента и разработка на их основе математической модели угловой деформации колеса как функции времени.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели авторы воспользовались законами физики и математики [8, 11, 12], результатами экспериментов, выполненных ими на установке по определению силовых факторов, действующих на колесо транспортного средства [10], а также результатами исследований других авторов [2, 5, 13].

Рассмотрим автомобильное колесо с неподвижной осью вращения на недеформированной опорной поверхности (рисунок 1). В некоторый момент времени на ось колеса начинает действовать постоянный по величине и направлению крутящий момент $M_{кр}$. В результате диск колеса поворачивается на угол $\alpha(t)$ и в эластичной части колеса (шине) развивается угловая деформация. При этом относительно внешнего наблюдателя реперные точки A, B, C смещаются в положение A_1, B_1, C_1 .

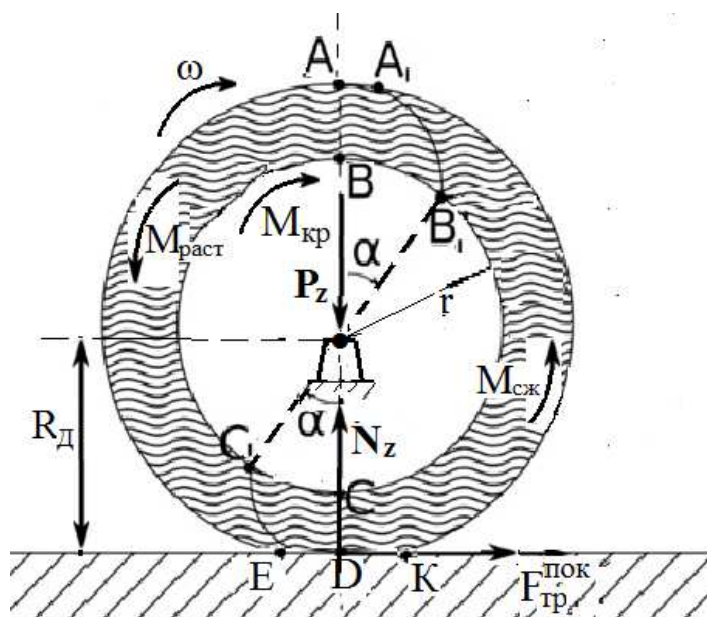


Рисунок 1 – Динамика автомобильного колеса с неподвижной осью вращения на недеформированной поверхности: P_z – нагрузка на ось колеса, нормальная к поверхности опоры; N_z – реакция опоры; $M_{кр}$ – крутящий момент, приложенный к колесу; α – угол поворота диска колеса; $M_{сж}$ – момент упругих сил в области сжатия эластичной части колеса; $M_{раст}$ – момент упругих сил в области растяжения эластичной части колеса; R_d – динамический радиус колеса; r – радиус диска колеса; ω – угловая скорость диска колеса

Будем считать, в первом приближении, что деформационные процессы, протекающие в пятне контакта EK колеса с поверхностью опоры, пренебрежимо малы. Тогда относительно пятна контакта EK в продольном сечении колеса на участке A_1B_1CDK наблюдается деформация сжатия, а на участке $A_1B_1BC_1CDEA$ – деформация растяжения. В эластичной части колеса возникает деформационный момент упругих сил $M_{упр}(t)$, противодействующий внешнему крутящему моменту $M_{кр}$. Результирующий момент определится уравнением:

$$M(t) = M_{кр} - M_{упр}(t), \quad (1)$$

Так как деформационные процессы в колесе зависят от угла поворота диска, то будем определять угловую деформацию автомобильного колеса через угол поворота диска $\alpha(t)$. В соответствии с законами упругой деформации и принятой терминологией [1, 3, 8, 6], момент упругих сил в колесе можно определить формулой:

$$M_{упр} = C_{кр} \cdot \alpha(t), \quad (2)$$

где $C_{кр}$ – крутильная жёсткость эластичной части колеса.

Таким образом, уравнение (1) с учётом (2) примет вид:

$$M(t) = M_{кр} - C_{кр} \cdot \alpha(t), \quad (3)$$

В соответствии со вторым законом Ньютона [8], результирующий момент $M(t)$ вращает колесо с некоторым угловым ускорением ε :

$$\varepsilon(t) = \frac{M(t)}{I},$$

где I – момент инерции колеса относительно оси поворота.

По определению, угловое ускорение ε , угловая скорость ω и угол поворота α связаны формулами [8]:

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}, \quad \omega = \frac{d\alpha}{dt},$$

и уравнение (3) преобразуется к виду:

$$\frac{d\omega(t)}{dt} = \frac{M_{кр} - C_{кр} \cdot \alpha(t)}{I}. \quad (4)$$

Решим дифференциальное уравнение (4) относительно переменной $\alpha(t)$.

Результаты. Преобразуем левую часть первого уравнения (4) в соответствии с законами математики и физики:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt} = \frac{d\omega}{d\alpha} \cdot \omega.$$

и приведём это уравнение к виду:

$$\omega \cdot d\omega = \left(\frac{M_{кр}}{I} - \frac{C_{кр}}{I} \cdot \alpha(t) \right) \cdot d\alpha, \quad (5)$$

Проинтегрируем левую и правую части дифференциального уравнения (5) по соответствующим переменным:

$$\frac{\omega^2}{2} = \frac{M_{кр}}{I} \cdot \alpha(t) - \frac{C_{кр}}{I} \cdot \frac{\alpha^2(t)}{2} + \text{const1},$$

В начальный момент времени $t=0$ угловая скорость частиц колеса $\omega=0$, угол поворота диска колеса $\alpha=0$, поэтому для выполнения полученного равенства необходимо, чтобы $\text{const1}=0$. Тогда функция $\omega(t)$ примет вид:

$$\omega(t) = \sqrt{\frac{1}{I} \cdot (2 \cdot M_{кр} \cdot \alpha(t) - C_{кр} \cdot \alpha^2(t))}. \quad (6)$$

Так как $\omega = \frac{d\alpha}{dt}$, то, подставив в (6) и разделив переменные, получим:

$$\frac{d\alpha}{\sqrt{2 \cdot M_{кр} \cdot \alpha(t) - C_{кр} \cdot \alpha^2(t)}} = \sqrt{\frac{1}{I}} \cdot dt. \quad (7)$$

Проинтегрировав левую и правую части дифференциального уравнения (7) по соответствующим переменным [11], получим:

$$\alpha(t) = \frac{M_{кр}}{C_{кр}} \cdot \left(1 - \cos \left(\sqrt{\frac{C_{кр}}{I}} \cdot t + \text{const2} \right) \right)$$

В начальный момент времени $t=0$ угол поворота диска колеса $\alpha=0$, поэтому для выполнения равенства необходимо, чтобы $\text{const2}=0$. Тогда функция $\alpha(t)$ примет вид:

$$\alpha(t) = \frac{M_{кр}}{C_{кр}} \cdot \left(1 - \cos \left(\sqrt{\frac{C_{кр}}{I}} \cdot t \right) \right), \quad (8)$$

или с учётом тригонометрических преобразований ($1 - \cos \gamma = 2 \cdot \sin^2 \frac{\gamma}{2}$):

$$\alpha(t) = \frac{2 \cdot M_{кр}}{C_{кр}} \cdot \sin^2 \sqrt{\frac{C_{кр}}{4 \cdot I}} \cdot t \quad (9)$$

Обсуждение. Определим физический смысл функции (9) и границы её применимости.

1. Угол деформации α_0 колеса, при котором крутящий момент скомпенсирован внутренним моментом упругих сил, можно определить из уравнения (3): при $M(t_0) = M_{кр} - M_{упр}(t_0) = 0$ имеем

$$\alpha_0 = \frac{M_{кр}}{C_{кр}}. \quad (10)$$

Подставив выражение (10) в функцию (9), получим соответствующий этому углу момент времени t_0 :

$$t_0 = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{I}{C_{кр}}}. \quad (11)$$

2. Так как в функции (9) $\left(\sin^2 \sqrt{\frac{C_{кр}}{4 \cdot I}} \cdot t \right) \in [0; 1]$, то максимальный угол α_1 деформации колеса не превышает величины:

$$\alpha_1 \leq \frac{2 \cdot M_{кр}}{C_{кр}}. \quad (12)$$

Соответствующий этому углу момент времени t_1 равен:

$$t_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{I}{C_{кр}}} \quad (13)$$

3. Подставляя значение угла (12) в уравнение (3), найдём результирующий момент на колесе при $t = t_1$:

$$M(t) = M_{кр} - 2 \cdot C_{кр} \cdot \frac{M_{кр}}{C_{кр}} = -M_{кр}, \quad (14)$$

Под действием отрицательного результирующего момента $-M_{кр}$ эластичная часть колеса раскручивается в обратном направлении. В соответствии с выражением (8) в колесе возникают колебания угла поворота диска относительно α_0 , с собственной частотой колебаний

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{C_{кр}}{I}}. \quad (15)$$

4. В силу гистерезисных потерь в эластичной части колеса [7] колебания угла поворота быстро затухают, и устанавливается равновесное состояние с углом деформации α_0 . В соответствии с законом затухающих колебаний [8] угол поворота $\alpha(t)$ диска колеса на временном промежутке $t > t_1$ можно описать функцией вида:

$$\alpha(t) = \alpha_0 + (\alpha_2 - \alpha_0) \cdot \exp(-\beta \cdot (t - t_2)) \cdot \cos(\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} \cdot (t - t_2)), \quad (16)$$

где β – коэффициент затухания упругих колебаний в эластичной части колеса; $(t_2; \alpha_2)$ – точка фазового пространства, в которой совпадают значения функций (9) и (16), а также их первые производные.

На основании сделанных выше допущений и рассуждений, с учётом экспериментальных данных, приведённых в работах [2, 7, 6], коэффициент затухания можно определить выражением:

$$\beta = \sqrt{\frac{C_{кр}}{4 \cdot I}}. \quad (17)$$

5. Крутящий момент $M_{кр}$ не должен превышать противодействующему ему моменту силы трения покоя $F_{тр}$ в пятне контакта EK [5, 10]:

$$M_{кр} < F_{тр} \cdot R_d = \mu \cdot P_z \cdot R_d, \quad (18)$$

где μ – коэффициент трения покоя в пятне контакта; P_z – нагрузка на ось колеса, нормальная к поверхности опоры; R_d – расстояние от оси колеса до поверхности опоры (динамический радиус колеса).

В противном случае возникает проскальзывание колеса в пятне контакта колеса с опорой, и предложенная математическая модель требует уточнений.

6. На рисунке 2, в соответствии с уравнениями (9) и (16), представлен график развития угловой деформации шины автомобильного колеса при действии на него крутильного момента. Точка сшивки графиков уравнений определяется равенством значений функций (9), (16) и значений их производных в момент времени t_2 , при условии $t_2 > t_1$:

$$\alpha_9 = \alpha_{16}, \quad \frac{d\alpha_9}{dt} = \frac{d\alpha_{16}}{dt} \quad \text{при } t = t_2 > t_1. \quad (19)$$

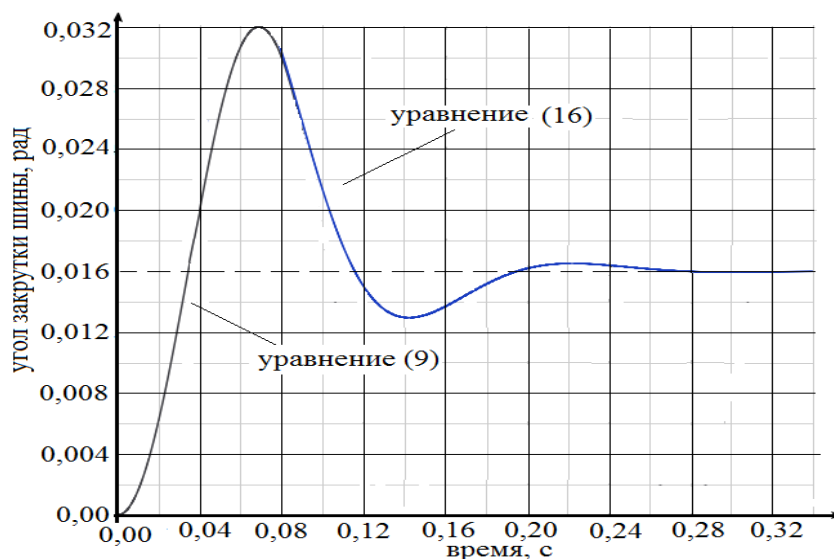


Рисунок 2 – Зависимость угла деформации в шине колеса от времени при действии на колесо крутящего момента:

Начальные данные [1]: модель шины 3.50-5; $M_{кр}=30 \text{ Н}\cdot\text{м}$; $P_z=800 \text{ Н}$; $C_{кр}=1860 \text{ Н}\cdot\text{м/рад}$; $I=0,9 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$; $R_d=0,09 \text{ м}$; $\mu=0,4$; $M_{тр}^{пок}=28,8 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Расчётные данные: $\alpha_0=0,0161 \text{ рад}$; $t_0=0,0346 \text{ с}$; $\alpha_1=0,0323 \text{ рад}$; $t_1=0,0691 \text{ с}$; $\omega_0=45,461 \text{ Гц}$; $\beta=22,730 \text{ с}^{-1}$; $t_2 \approx 0,0864 \text{ с}$; $\alpha_2 \approx 0,0275 \text{ рад}$; $t_{стаб} \approx 0,28 \text{ с}$

Как видно из графика, при заданных начальных условиях стабилизация угла деформации шины наступает при $t_{стаб} \approx 0,28 \text{ с}$.

7. На рисунке 3 представлен график изменения угла поворота рулевого колеса со временем при испытании «рывок руля», полученный экспериментально [1]. Данный процесс является аналогом исследуемого нами процесса угловой деформации колеса. В

соответствии с теорией подобия в механике [9], качественное совпадение физических процессов и соответствующих графиков на рисунках 2 и 3 подтверждает верность наших рассуждений и адекватность реальному процессу предложенной математической модели (совокупность уравнений (9) и (16)) угловой деформации шины колеса под действием крутящего момента.

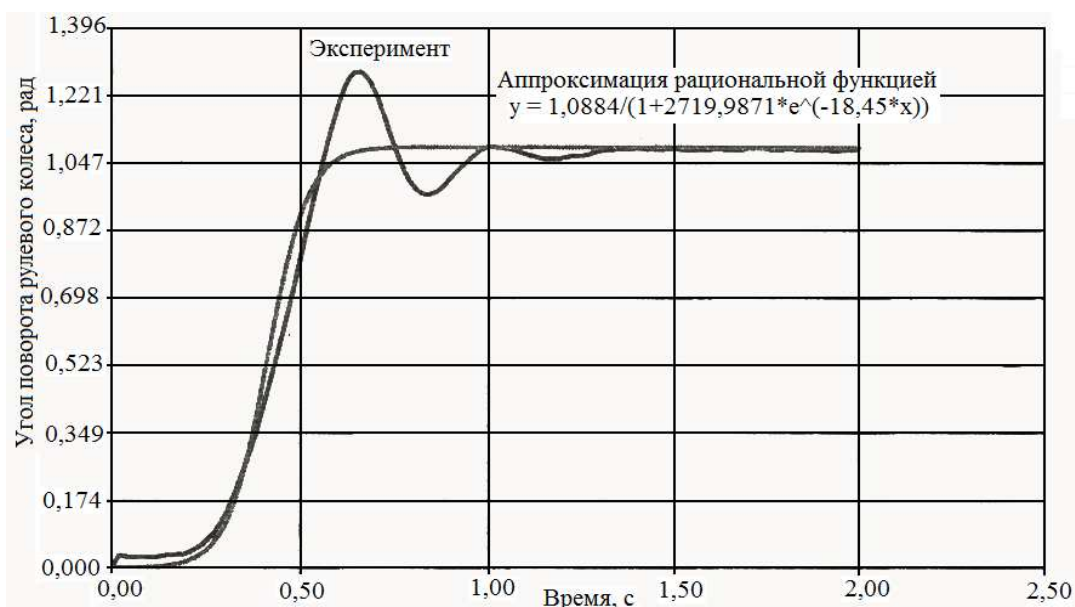


Рисунок 3 – Зависимость угла поворота рулевого колеса от времени при испытании «рывок руля» [1]

Заключение. На основании проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

- математическая модель процесса угловой деформации автомобильного колеса с неподвижной осью вращения на недеформированной опорной поверхности при действии на колесо крутящего момента $M_{кр}$ описывается совокупностью уравнений (9) и (16), при условии выполнения неравенства (18). Переход от уравнения (9) к уравнению (16) происходит в момент времени t_2 , при котором выполняются условия (19);
- на промежутке времени от 0 до t_0 деформация колеса происходит с положительным угловым ускорением (формулы (4) и (9));
- на промежутке времени от t_0 до t_1 деформация колеса происходит с отрицательным угловым ускорением (формулы (4), (9));
- в момент времени t_1 деформация α_1 в колесе имеет максимальное значение, в два раза превышающее величину деформации α_0 , регистрируемую в экспериментах;
- при $t > t_1$ в эластичной части колеса происходят быстро затухающие колебания угла деформации относительно величины α_0 и, начиная с момента t_2 , описываются формулой (16). На момент времени $t_{стаб}$ деформация колеса стабилизируется на отметке α_0 . Значение установившейся угловой деформации α_0 колеса зависит от его динамических характеристик (момент инерции I и крутильная жёсткость $C_{кр}$) и от величины крутящего момента $M_{кр}$;
- качественное и количественное (с учётом погрешностей измерений и вычислений) совпадения результатов нашего исследования с экспериментальными данными других авторов и основными положениями теории подобия указывает на адекватность предложенной математической модели реальному процессу.

Библиографический список

1. Балакина, Е.В. Устойчивость движения колёсных машин [Текст] / Е.В. Балакина, В.М. Зотов. – Волгоград: ИУНЛ ВолГТУ, 2011. – 464 с.
2. Будько, В.В. Стенд для исследования качения колеса в тормозном режиме [Текст] / В.В. Будько, Н.М. Зотов и др. // Наземные транспортные средства. Межвузовский сборник научных трудов. – Волгоград: РПК «Политехник», 1999. – С. 149-152.
3. ГОСТ 17697-72 Автомобили. Качение колеса. Термины и определения [Текст]. – М.: Стандартиформ, 1973. – 23 с.
4. Зотов, В.М. Оценка влияния внешней среды на качение автомобильного колеса по дороге с твёрдым покрытием. [Текст] / В.М. Зотов, В.М. Плешаков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – №3(27). – С. 315-318.
5. Иларионов, В.А. Коэффициент сцепления шин с дорогой и безопасность движения [Текст]: учебное пособие / В.А. Иларионов, И.К. Пчелин, Е.И. Калинин // МАДИ. – М., 1989. – 77 с.
6. Левин, М.А. Теория качения деформируемого колеса [Текст] / М.А. Левин, Н.А. Фуфаев. – М.: Наука, 1989. – 272 с.
7. Оценка интенсивности гистерезисных процессов в колесе при торможении [Текст] / Н. М. Зотов, В.М. Зотов, Г.П. Кранцов, В.Г. Миронов, Д.П. Клешнёв, А.В. Непорада // Материалы 7-го симпозиума НИИ шинной промышленности. – М., 1996. – С. 70-74.
8. Савельев, И. В. Курс физики [Текст] : учеб. пособие для вузов : в 3 т. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. – 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2007. – 352 с.
9. Седов, Л.И. Методы подобия и размерности в механике [Текст] / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1981. – 448 с.
10. Способ определения силовых факторов, действующих на колесо транспортного средства [Текст] : патент 2539847 РФ, МПК G01M17/013, G01L5/16. / Е.В. Балакина, Н.М. Зотов, В.М. Зотов, А.П. Федин; ВолГТУ. - 2015.
11. Dwight, H.B. Tables of integrals and other mathematical data: fourth edition. / H.B. Dwight. – New York: the Macmillan Company, 1961. – p. 228.
12. Kamke, E. Differentialgleichungen: Lösungsmethoden und Lösungen [Text]. / von Dr. E. Kamke – Leipzig: 1967. – p. 575.
13. Grzesikiewicz, W. Modelowanie i badania eksperymentalne przyczepnosci hamowanego kola [Text]. / W. Grzesikiewicz, J. Pokorski, B. Szwabik. // Przegląd Mechaniczny. – 2003. – №10. – Warszawa, s. 73-78.

Reference

1. Balakina, E. V. Ustojchivost' dvizheniya koljosnyh mashin [Tekst] / E. V. Balakina, V. M. Zotov. - Volgograd: IUNL VolGTU, 2011. - 464 s.
2. Bud'ko, V. V. Stend dlya issledovaniya kacheniya koleasa v tormoznom rezhime [Tekst] / V. V. Bud'ko, N. M. Zotov i dr. // Nazemnye transportnye sredstva. Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov. - Volgograd: RPK "Politehnik", 1999. - S. 149-152.
3. GOST 17697-72 Avtomobili. Kachenie koleasa. Terminy i opredeleniya [Tekst]. - M.: Standartinform, 1973. - 23 s.
4. Zotov, V. M. Ocenka vliyaniya vneshnej sredy na kachenie avtomobil'nogo koleasa po doroge s tvjordym pokrytiem. [Tekst] / V. M. Zotov, V. M. Pleshakov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2012. - №3(27). - S. 315-318.
5. Ilarionov, V. A. Kojefficient scepleniya shin s dorogoj i bezopasnost' dvizheniya [Tekst]: uchebnoe posobie / V. A. Ilarionov, I. K. Pchelin, E. I. Kalinin // MADI. - M., 1989. - 77 s.
6. Levin, M. A. Teoriya kacheniya deformiruемого koleasa [Tekst] / M. A. Levin, N. A. Fufaev. - M.: Nauka, 1989. - 272 s.
7. Ocenka intensivnosti gisterezisnyh processov v kolese pri tormozhenii [Tekst] / N.M. Zotov, V. M. Zotov, G. P. Krancov, V. G. Mironov, D. P. Kleshnjov, A. V. Naporada // Materialy 7-go simpoziuma NII shinnoj promyshlennosti. - M., 1996. - S. 70-74.

8. Savel'ev, I. V. Kurs fiziki [Tekst] : ucheb. posobie dlya vuzov : v 3 t. T. 1 : Mehanika. Molekulyarnaya fizika / I. V. Savel'ev. - 3-e izd., ster. - SPb. : Lan', 2007. - 352 s.
9. Sedov, L. I. Metody podobiya i razmernosti v mehanike [Tekst] / L. I. Sedov. - M.: Nauka, 1981. - 448 s.
10. Sposob opredeleniya silovykh faktorov, deystvuyuschiy na koleso transportnogo sredstva [Tekst] : patent 2539847 RF, MPK G01M17/013, G01L5/16. / E. V. Balakina, N. M. Zotov, V. M. Zotov, A. P. Fedin; VolgGTU. - 2015.
11. Dwight, H.B. Tables of integrals and other mathematical data: fourth edition. / H.B. Dwight. - New York: the Macmillan Company, 1961. - P. 228.
12. Kamke, E. Differentialgleichungen: L?sungsmethoden und L?sungen [Text]. / von Dr. E. Kamke - Leipzig: 1967. - P. 575.
13. Grzesikiewicz, W. Modelowanie i badania eksperymentalne przyczepnosci hamowanego kola [Text]. / W. Grzesikiewicz, J. Pokorski, B. Szwabik. // Przegląd Mechaniczny. - 2003. - №10. - Warszawa, S. 73-78.

E-mail: zvmitn@yandex.ru

УДК 621.865.8

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОГРУЗОЧНЫМ МАНИПУЛЯТОРОМ ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM LADING MANIPULATOR OF PARALLEL-SERIAL STRUCTURE

И.А. Несмиянов¹, кандидат технических наук, доцент

В.Н. Скакунов², кандидат технических наук, доцент

Е.Н. Захаров¹, инженер

А.Г. Иванов¹, студент

I.A. Nesmiyanov¹, V.N. Skakunov², E.N. Zaharov¹, A.G.Ivanov¹

¹Волгоградский государственный аграрный университет

²Волгоградский государственный технический университет

¹Volgogradsky State Agrarian University

²Volgogradsky State Technical University

В статье представлено описание разработанной системы управления манипулятором погрузочного робота с распределенным управлением его исполнительными приводами. Предлагаемая архитектура системы управления позволяет более эффективно реализовывать программные движения исполнительного органа манипулятора в режиме реального времени. Разработанное программное обеспечение позволяет реализовывать набор функций для вычисления основных параметров алгоритмов управления актуаторами манипулятора в реальном времени в зависимости от заданных режимов работы.

The article describes the control system developed by the loading robot manipulator with distributed control of its actuators. The proposed architecture allows the control system to implement the program the motion of the executive body of the manipulator more effectively in real-time. Software allows to implement a set of functions to calculate the basic parameters actuators of the manipulator control algorithm in real time according to predetermined operating modes.

Ключевые слова: манипулятор, система управления, программное движение.

Key words: manipulator, control system, programmed motion.

Введение. Основные архитектурные особенности системы управления роботом манипулятором параллельно-последовательной структуры, прежде всего, обусловлены заданной механической конструкцией и характером предопределенных программных движений [6, 2, 4, 3].

В централизованной системе управления, большая часть операций по планированию и их реализации выполняется на удаленном компьютере оператора. Кроме того, во встроенной системе управления в центральном контроллере сосредоточены все основные функции управления нижнего уровня. В этом случае система управления оказывается жестко связанной с механической конструкцией манипулятора, слабо поддается масштабированию и переносу («портированию») на другие робототехнические комплексы [1, 5, 7, 8].

Материалы и методы. При проектировании системы управления ставилась задача разработки и исследования возможностей реконфигурируемых типовых модулей управления исполнительными механизмами – электроприводами разных типов, в т.ч. упругими и нелинейными приводами [9]. Кроме того, условия эксплуатации манипуляторов потребовали дополнение их набором сенсорных модулей для пространственной ориентации, глобальной навигации и системой технического зрения, открывающими возможности по применению системы для управления в реальном времени различными робототехническими комплексами такими, как роботы-манипуляторы, мобильные роботы и комплексы этих устройств.

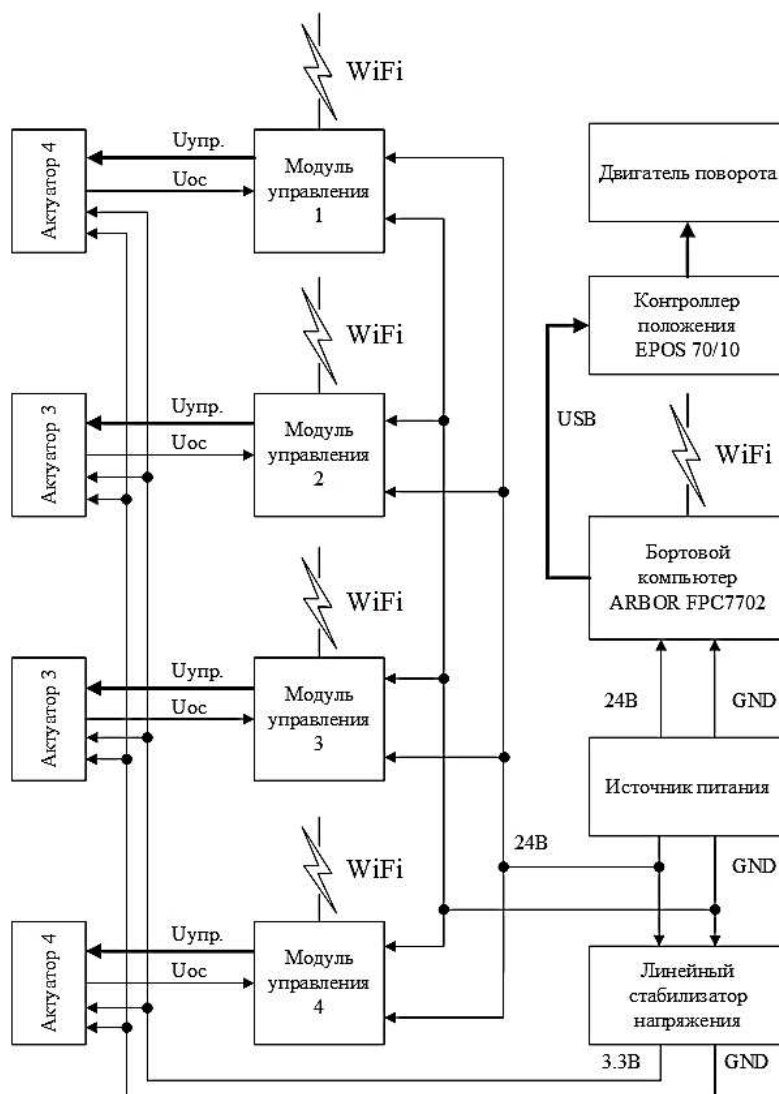


Рисунок 1 – Структурная схема распределенной системы управления приводами манипулятора

С целью построения модульной и масштабируемой системы управления разработан набор типовых модулей, позволяющих выбирать архитектуру системы, ориентированную на решение конкретной прикладной задачи. В основе этого набора, находится модуль управления двигателем постоянного тока. На рисунке 1 приведена структура системы управления манипулятором параллельно-последовательной структуры с четырьмя степенями подвижности, построенная на типовых модулях управления отдельными электроприводами.

Особенностью предложенной топологии локальных шин в системе управления является широкое применение беспроводных каналов связи для организации обмена данными между периферийными контроллерами и центральным процессором. Помимо более высокой скорости передачи при наличии множества подвижных взаимосвязанных механических узлов беспроводные каналы повышают надежность обмена данными.

Применение в качестве центрального блока обработки данных промышленных компьютеров, таких как ARBOR FPC7702, или одноплатных микрокомпьютеров типа Raspberry Pi 2/3 позволяют перенести наиболее ресурсоемкие задачи управления на встраиваемую систему, приближая возможность реализации автономного режима работы.

Результаты и обсуждение. Экспериментальные исследования проводились на манипуляторе с четырьмя поступательными исполнительными звеньями, установленном на поворотной платформе (рисунок 2 а).

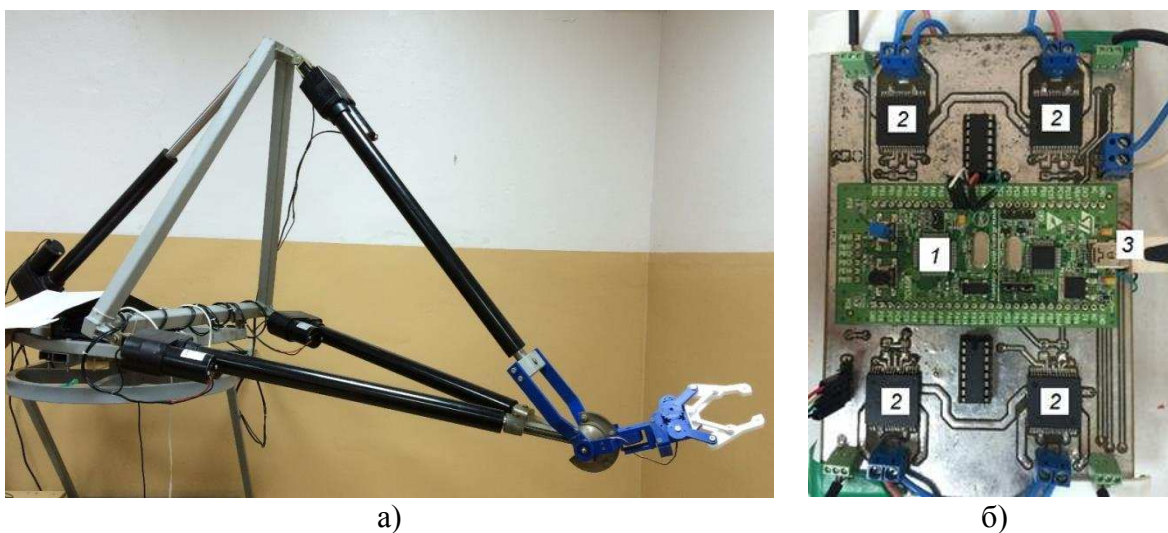


Рисунок 2 – Экспериментальная установка:

- а) манипулятор параллельно-последовательной структуры с четырьмя поступательными парами – актуаторами; б) внешний вид модуля управления:
1 – микроконтроллер, 2 – мостовые усилители; 3 – USB-порт

Модуль управления электроприводом построен на основе 32-разрядного микроконтроллера STM32F100RB (рисунок 2б). В составе модуля одноканальный мостовой драйвер VN12SP30-E и минимальный набор схем обвязки, включающий два линейных электронных стабилизатора и набор соединителей для стандартных аналоговых и цифровых интерфейсов. В модуле программно реализованы основные операции по обработке данных сенсорной системы и алгоритмы управления приводом: цифровые фильтры, вычислитель расстояния по данным от энкодера, ПИД-регулятор, генератор ШИМ-сигналов, формирователь сигналов управления по заданной траектории перемещения штока исполнительного звена.

Элементы сенсорной системы, которые могут быть подключены к модулю, соединены с платой по стандартным схемам: ИК-датчик расстояния по интерфейсу SPI, УЗ-дальномер по одной из GPIO линий контроллера, датчик тока в разрыв выходной цепи мостового усилителя, а встроенный энкодер в зависимости от типа актуатора ко входу аналого-цифрового преобразователя или при частотном выходе энкодера к цифровым линиям контроллера. Связь с центральным контроллером осуществляется с помощью WiFi - модема на базе схемы ESP 8266-12F. Модем подключается к порту UART микроконтроллера STM32F100RB.

В экспериментальной установке для встраиваемой системы управления в качестве ведущего вычислителя верхнего уровня использовались различные типы одноплатных компьютеров и микроконтроллеров. Одноплатный микрокомпьютер Raspberry Pi 2 и микроконтроллер STM32F437 в супервизорном режиме полностью выполняли функции интеллектуальных коммуникаторов между удаленной ЭВМ и контроллерами нижнего уровня. Однако ресурсов этих вычислителей недостаточно для поддержки автономного режима, в частности, для работы с системами технического зрения [10, 11].

Применение мощных промышленных компьютеров типа ARBOR FPC7702 повышает эффективность разработанных алгоритмов обработки изображений и траекторий движения рабочих звеньев, но быстродействие системы остается невысоким. Существенно повысить скорость работы позволят применение технологий CUDA и графических процессоров.

Программное обеспечение системы управления, разработанное для управления электроприводами манипулятора, разделено на два уровня. Верхний уровень представляет программный модуль, исполняемый на управляющем компьютере. Он реализует набор функций для вычисления основных параметров алгоритмов управления актуаторами манипулятора в реальном времени в зависимости от заданных режимов работы. Нижний уровень включает модули управления отдельными исполнительными механизмами манипулятора, выполняемыми на микроконтроллере бортовой системы. В зависимости от исполнения встроенной системы управления (централизованная с единственным контроллером во встроенной системе или распределенная многопроцессорная система) функции управления на верхнем и нижнем уровнях могут перераспределяться, но в целом сохраняется клиент-серверная архитектура, в которой клиентское приложение выполняется на удаленном ведущем компьютере, а серверная часть передается встроенной бортовой системе управления.

Программное обеспечение системы управления манипулятором на компьютере оператора реализует ряд функций верхнего уровня. К числу основных относятся:

- расчет параметров траектории движения захвата манипулятора;
- графический интерфейс пользователя для задания режима и параметров перемещения рабочей точки манипулятора и отображения ее текущего состояния;
- формирование команд управления во встраиваемую бортовую систему в соответствии с заданным режимом и параметрами по заданным законам перемещения захвата манипулятора и актуаторов;
- выполнение операций обмена информацией по беспроводному каналу связи.

Обмен информацией между программами верхнего и нижнего уровней осуществляется по протоколу, основанному на разработанной системе команд управления.

Программы верхнего уровня написаны на языке C# в среде разработки Visual Studio 2013. Они выполняют расчетные вычисления для реализации заданных алгоритмов перемещения рабочей точки манипулятора, отображение в интерфейсных окнах задаваемых параметров и формирование команд управления для модулей нижнего уровня.

Микроконтроллеры в распределенной модульной структуре генерируют все основные сигналы управления исполнительными устройствами манипулятора-трипода, включающими линейные приводы манипулятора. Модули нижнего уровня принимают сигналы обратной связи от исполнительных устройств, обрабатывают поток измерительной информации от сенсорной системы (датчики тока, дальномеры, а в расширенном варианте от устройства технического зрения) [12].

Заключение. Спроектированная система управления позволяет определять законы изменения управляющих сигналов, которые обеспечивают реализацию синтезированных законов изменения обобщенных координат манипулятора, а разработанные программные средства для компьютера, оператора и бортовой системы обеспечивают позиционирование захвата манипулятора при задании различных программных законов траектории движения, минимизирующих время достижения заданной точки.

Библиографический список

1. Герасун, В.М. Системы управления манипуляторами на основе пространственных исполнительных механизмов [Текст]/ В.М. Герасун, И.А. Несмиянов // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2010. – №2. – С. 24-28.
2. Динамический синтез оптимальных программных движений манипулятора-трипода [Текст]/ В.В. Жога, В.М. Герасун, И.А. Несмиянов, Н.С. Воробьева, В.В. Дяшкин-Титов // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2015. – №2. – С. 85-92.
3. Дяшкин-Титов, В.В. Алгоритм позиционирования захвата манипулятора-трипода [Текст] / В.В. Дяшкин-Титов, Н.С. Воробьева, С.Е. Терехов // Современное машиностроение: наука и образование: материалы 5-й Международной научно-практической конференции /Под ред. А.Н. Евграфова и А.А. Поповича. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – С. 634-644.
4. Задача позиционирования манипулятора параллельно-последовательной структуры с управляемым захватным устройством [Текст]/ В.В. Жога, В.В. Дяшкин-Титов, И.А. Несмиянов, Н.С. Воробьева. // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2016. – №8. – Т. 17. – С. 525-530.
5. Несмиянов, И.А. Система управления погрузочным манипулятором параллельной структуры [Текст]/ И.А. Несмиянов, Н.С. Воробьева, В.И. Токарев // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. ФГОУ. Агроинженерия. – 2012. – №3 (54). – С. 42-44.
6. Пындак, В.И. Кинематические возможности погрузочных манипуляторов на базе пространственных механизмов [Текст]/ В.И. Пындак, Н.С. Воробьева, С.Д. Фомин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 1 (41). – С. 190-195.
7. Система управления манипулятора сельскохозяйственного робота [Текст]/ И.А. Несмиянов, В.В. Жога, В.Е. Павловский, Н.С. Воробьева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – №3(35). – с.226-231.
8. Система управления манипулятора-трипода [Текст] /В.В. Жога, И.А. Несмиянов, В.В. Дяшкин-Титов, Н.С. Воробьева // Робототехника и техническая кибернетика. – 2014. – №4 (5). – С. 58-62.
9. Dynamics of tripod drive with elastic self-sustaining transmission. I. A. Nesmiyanov, V. V. Zhoga, N. S. Vorobieva, V. V. Dyashkin-Titov. Vibroengineering PROCEDIA Volume 8 contains papers presented at the 22-nd International Conference on VIBROENGINEERING. The main theme of this Conference is “Dynamics of Strongly Nonlinear Systems”. Kaunas, Lithuania, 2016. Pp.512-516.
10. Walking Mobile Robot with Manipulator-Tripod. V.Zoga, A.Gavrilov, V.Gerasun, I.Nesmiyanov, V.Pavlovsky, V.Skakunov, V.Bogatyrev, D. Golubev, V.Dyashkin-Titov, N.Vorobieva. Advances on Theory and Practice of Robots and Manipulators. Proceedings of ROMANSY 2014 XX CISM-IFTToMM Symposium on Theory and Practice of Robots and Manipulators. Springer, pp. 463-471.

11. Synthesis of Control Algorithm and Computer Simulation of Robotic Manipulator-Tripod. Ivan Nesmiyanov Victor Zhoga, Vladimir Skakunov, Stanislav Terekhov, Natalia Vorob'eva, Victor Dyashkin-Titov, Farea Ali Hussein Al-hadsha. Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. First Conference, CIT&DS 2015. Volgograd, Russia. Springer, pp 392-404.

12. Processing of Data from the Camera of Structured Light for Algorithms of Image Analysis in Control Systems of Mobile Robots. Vladimir Skakunov, Victor Belikov, Victor Zhoga and Ivan Nesmiyanov. Advances in Mechanical Engineering. Selected Contributions from the Conference «Modern Engineering: Science and Education», June 2014. Springer, pp. 149-158.

Reference

1. Gerasun, V. M. Sistemy upravleniya manipulyatorami na osnove prostranstvennyh ispolnitel'nyh mehanizmov [Tekst]/ V. M. Gerasun, I. A. Nesmiyanov // Mehatronika, avtomatizaciya, upravlenie. - 2010. - №2. - S. 24-28.

2. Dinamicheskij sintez optimal'nyh programmnyh dvizhenij manipulyatora-tripoda [Tekst]/ V. V. Zhoga, V. M. Gerasun, I. A. Nesmiyanov, N. S. Vorob'eva, V. V. Dyashkin-Titov // Problemy mashinostroeniya i nadezhnosti mashin. - 2015. - №2. - S. 85-92.

3. Dyashkin-Titov, V. V. Algoritm pozicionirovaniya zahvata manipulyatora-tripoda [Tekst] / V. V. Dyashkin-Titov, N. S. Vorob'eva, S. E. Terekhov // Sovremennoe mashinostroyeniye: nauka i obrazovanie: materialy 5-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / Pod red. A. N. Evgrafova i A. A. Popovicha. - SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2016. - S. 634-644.

4. Zadacha pozicionirovaniya manipulyatora parallel'no-posledovatel'noj struktury s upravlyaemym zahvatnym ustrojstvom [Tekst]/ V. V. Zhoga, V. V. Dyashkin-Titov, I. A. Nesmiyanov, N. S. Vorob'eva. // Mehatronika, avtomatizaciya, upravlenie. - 2016. - №8. - T. 17. - S. 525-530.

5. Nesmiyanov, I. A. Sistema upravleniya pogruzochnym manipulyatorom parallel'noj struktury [Tekst]/ I. A. Nesmiyanov, N. S. Vorob'jova, V. I. Tokarev // Vest-nik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet im. V. P. Goryachkina. FGOU. Agroinzheneriya. - 2012. - №3 (54). - S. 42-44.

6. Pyndak, V. I. Kinematicheskie vozmozhnosti pogruzochnykh manipulyatorov na baze prostranstvennykh mehanizmov [Tekst]/ V. I. Pyndak, N. S. Vorob'eva, S. D. Fomin // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee profesional'noe obrazovanie. - 2016. - № 1 (41). - S. 190-195.

7. Sistema upravleniya manipulyatora sel'skohozyajstvennogo robota [Tekst]/ I. A. Nesmiyanov, V. V. Zhoga, V. E. Pavlovskij, N. S. Vorob'eva // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2014. - №3(35). - s. 226-231.

8. Sistema upravleniya manipulyatora-tripoda [Tekst] /V. V. Zhoga, I. A. Nesmiyanov, V. V. Dyashkin-Titov, N. S. Vorob'eva // Robototekhnika i tekhnicheskaya kiber-netika. - 2014. - №4 (5). - S. 58-62.

9. Dynamics of tripod drive with elastic self-sustaining transmission. I. A. Nesmiyanov, V. V. Zhoga, N. S. Vorob'eva, V. V. Dyashkin-Titov. Vibroengineering PROCEDIA Volume 8 contains papers presented at the 22-nd International Conference on VI-BROENGINEERING. The main theme of this Conference is "Dynamics of Strongly Nonlinear Systems". Kaunas, Lithuania, 2016. Pp.512-516.

10. Walking Mobile Robot with Manipulator-Tripod. V.Zoga, A.Gavrilov, V.Gerasun, I.Nesmiyanov, V.Pavlovsky, V.Skakunov, V.Bogatyrev, D. Golubev, V.Dyashkin-Titov, N.Vorob'eva. Advances on Theory and Practice of Robots and Manipulators. Proceedings of ROMANSY 2014 XX CISM-IFTToMM Symposium on Theory and Practice of Robots and Manipulators. Springer, pp. 463-471.

11. Synthesis of Control Algorithm and Computer Simulation of Robotic Manipulator-Tripod. Ivan Nesmiyanov Victor Zhoga, Vladimir Skakunov, Stanislav Terekhov, Natalia Vorob'eva, Victor Dyashkin-Titov, Farea Ali Hussein Al-hadsha. Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. First Conference, CIT&DS 2015. Volgograd, Russia. Springer, pp 392-404.

12. Processing of Data from the Camera of Structured Light for Algorithms of Image Analysis in Control Systems of Mobile Robots. Vladimir Skakunov, Victor Belikov, Victor Zhoga and Ivan Nesmiyanov. Advances in Mechanical Engineering. Selected Contributions from the Conference "Modern Engineering: Science and Education", June 2014. Springer, pp. 149-158.

E-mail: ivan_nesmiyanov@mail.ru

УДК 631.158: 331.45 (470.45)

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ШУМА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО ДИАГНОСТИРОВАНИЮ
И ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ****ASSESSMENT OF NOISE FOR SAFETY WHEN PERFORMING WORK
ON THE DIAGNOSIS AND MAINTENANCE OF MILKING EQUIPMENT****Г.Г. Попов** , кандидат технических наук, доцент
А.В. Борознин , кандидат технических наук, доцент**G.G. Popov, A.V. Boroznin***Волгоградский государственный аграрный университет*

Volgograd State Agricultural University

В статье приведена оценка влияния шума в системе планово-предупредительного обслуживания доильного оборудования животноводческих ферм. Анализ статистики несчастных случаев и профессиональных заболеваний в животноводстве свидетельствует о том, что, несмотря на разнообразие мер и средств безопасности труда, травматизм пока что имеет место. Это касается и профессиональных заболеваний. Одним из главных среди опасных и вредных факторов при выполнении работ по диагностированию и техническому обслуживанию доильного оборудования является шум.

The article presents the evaluation of the effects of noise in the system of preventive maintenance of milking equipment livestock farms. Analysis of the statistics of occupational accidents and diseases in livestock shows that, despite the variety of safety measures and means that the injury is the case. This also applies to occupational diseases. One of the main hazardous and harmful factors in the performance of work on the diagnosis and maintenance of the milking equipment is noise.

Ключевые слова: травматизм, доильное оборудование, нормативная база, профилактика, шум, требования безопасности, эффективность, мониторинг.

Key words: injuries, milking equipment, the regulatory framework, prevention, noise, safety requirements, the effectiveness of monitoring.

Введение. Сегодня, при недостаточном объеме производства натурального молока, аспекты обеспечения его качества имеют особую важность как в социальной, так и экономической сфере. На качество молока влияют много факторов. При этом, большое влияние на бактериологическую загрязненность молока осуществляет состояние доильного оборудования. Техническое состояние и своевременный сервис доильного оборудования определяют высокое качество полученного молока и дают существенный экономический эффект. Исходя из этого, должны создаваться условия безотказной работы с использованием ремонтно-обслуживающих и планово-предупредительных мероприятий. При реализации указанных мероприятий проявляется один из самых вредных факторов, имеющих большое распространение и влияние на безопасность труда – шум.

Целью статьи является оценка влияния шума на безопасность труда при выполнении работ по диагностированию и техническому обслуживанию доильного оборудования.

Материалы и методы. Производственный шум – это хаотическая совокупность разных по частоте и мощности звуков, возникающих в воздушном пространстве и непосредственно влияющих на работоспособность человека. Шум отрицательно влияет на здоровье человека. Он делает его глухим, нервным, ухудшает самочувствие,

уменьшает работоспособность, снижает мыслительный процесс. Шум плохо влияет на сердечно-сосудистую систему и систему пищеварения [7, с. 106]. Основой нормирования шума является ограничение звуковой энергии, которая действует на человека в течение рабочей смены значениями, безопасными для его здоровья и трудоспособности [8, с. 154]. Для постоянных шумов измерение осуществляется по предельному спектру шума – совокупности нормативных уровней звукового давления в 9 октавных полосах частот со среднегеометричной частотой 31, 50, 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Для замера уровней звука применяли измеритель ВШВ-1; шумомер Ш-71 с октавными фильтрами ОФ-5 и ОФ-6; шумомер PS-202 с октавными фильтрами ОФ-101 компании RFT (ФРГ); шумомеры 2203, 2209 с октавными фильтрами типа 1613 компании «Брюль и Кьер» (Дания).

Для физиологической оценки шума принята шкала громкости, выражающаяся в фонах, которая дает возможность унифицировать характеристику шума по ощущению степени его громкости [6, с. 61].

Статистика профзаболеваний за последние годы свидетельствует: из общего количества работников, которые ежегодно приобретают статус профессионально больных, примерно 0,5 % являются работниками сельскохозяйственного производства и животноводства.

Среди причин профзаболеваний в животноводстве следует отдельно выделить негативное воздействие шума и вибрации, потому что медицинские учреждения напрямую не связывают те или иные болезни с действием этих опасных и вредных производственных факторов.

Однако известно, что долговременное влияние на человека общей вибрации и шума может вызвать гипертонию, глухоту, расстройство центральной нервной системы, злокачественные опухоли, расстройство вестибулярного аппарата, заболевания органов пищеварения и тому подобное.

Чаще всего эти болезни появляются у механизаторов и работников, выполняющих работы, связанные с производственным оборудованием и механизмами. Улучшение условий труда и рост производительности неразрывно связаны с проблемой уменьшения шумовых явлений и вибрации на производстве.

Анализ причин производственного травматизма в сельском хозяйстве свидетельствует о том, что большинство несчастных случаев случаются из-за неудовлетворительной организации выполнения работ – 15-16 %, нарушение трудовой и производственной дисциплины – 11-12 %, нарушение технологического процесса – 10 %, недостатки в обучении безопасным методам труда – 8-9 % и по другим причинам [5, с. 73].

Большое количество профессиональных рисков объясняется достаточно высоким уровнем развития сельскохозяйственного производства в России, когда активное применение высокоэнергетической техники и технологий, химических и биологических веществ приводит к тому, что все сферы жизнедеятельности работников животноводства находятся в зоне риска.

Для фермерского оборудования отсутствуют единые нормативные сроки периодичности проведения ТО-1 и ТО-2. При этом требования и периодичность ТО для каждого оборудования изложены в заводских инструкциях.

Однако, ввиду отсутствия необходимого оборудования и специалистов сервисное обслуживание оборудования проводится не в полном объеме. На фермах не осуществляется контроль режимов доения, производительности вакуумных насосов,

герметичности молокопроводов, качества дойной резины. Существующее техническое состояние оборудования на животноводческих фермах вызывает необходимость в организации сервисных служб, которые осуществляют профессиональное обслуживание доильного оборудования [4, с. 29].

Насыщение ферм высокотехнологичной техникой вызывает спрос на технический сервис, применения средств технического диагностирования, которые дают возможность получать объективную информацию о состоянии эксплуатируемых машин и оборудования, а также технологического регулирования и настройки техники. Их применение способствует повышению надежности агрегатов и машин в целом, путем назначения, по результатам диагностирования, предупредительных ремонтно-обслуживающих работ и, как следствие, уменьшение уровня вредных шумов.

Для обеспечения бесперебойной работы современного доильного оборудования ученые Научно-практического центра НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства предложили систему технического обслуживания и ремонта с элементами диагностики, которая выполняется с применением мобильных сервисных постов [1, с. 22].

Для этой цели был создан передвижной диагностический пост ПДП-1 с комплектом оборудования, который предназначен для проведения работ по техническому обслуживанию, диагностике и текущему ремонту доильных установок. Самым главным элементом поста ПДП-1 является приборный комплект для быстрой диагностики и комплексного контроля главных узлов и систем доильных установок [9, с. 22].

Другим интересным примером решения вопроса организации ТО оборудования животноводческих ферм является передвижная ремонтно-диагностическая мастерская «Техсервис животноводческое оборудование» КИ-28011.

Исследования шума были проведены на диагностической технике доильного оборудования. Получены данные относительно уровней звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, в передвижном диагностическом посту ПДП-1, а также передвижной ремонтно-диагностической мастерской «Техсервис животноводческое оборудование» КИ-28011. Общее число измерений равняется 10. Исследование и гигиеническая оценка шумовой нагрузки проводились измерителем шума по ГОСТ 12.1.050-86 «ССБТ. Методы измерения шума на рабочих местах», ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».

Результаты и обсуждение. Измерение уровня шума при проведении диагностических работ с использованием указанного оборудования показали, что во всех полосах измерений шум носил широкополосный характер. При определении уровня шума при выполнении работ по диагностированию и техническому обслуживанию доильного оборудования установлено, что уровень фонового шума высокий – 99 дБА, что превышает предельно допустимый уровень шума (ПДУ) на 19 дБА.

Полученные данные относительно уровней звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами (Гц) показали, что самый высокий уровень шума был зарегистрирован при техническом обслуживании доильного оборудования. Установлено, что при включении доильного аппарата уровень звука звукового сигнала составляет 98 дБА, что превышает ПДУ на 18 дБА с превышением уровня звукового давления от 6 до 27 дБ.

На фоне интеллектуализации труда отмечается увеличение вредного воздействия шума средней интенсивности (ниже 80 дБА). Шум такой интенсивности не вызывает потери слуха, но повышает раздражительность и утомляемость, которые при увеличении стажа работы могут привести к общесоматическим нарушениям и заболеваниям. Обычно эти нарушения имеют признаки астеновегетативного синдрома. Изменение в звуковом анализаторе вследствие действия шума является специфической реакцией организма на акустический фактор.

Для уменьшения вредного воздействия шума на работников установлены его допустимые уровни на рабочих местах. Эквивалентный уровень шума с учетом допустимых уровней для всех частот не должен превышать 80 дБА в доильных залах [3, с. 214].

На предприятиях измерения шума на рабочих местах должно проводиться не менее 1-го раза в год. По характеру негативного воздействия на человека шум подразделяется на:

- 1) такой, что мешает говорить — от 50 к 70 дБ;
- 2) раздражающий (вызывает нервное напряжение, уменьшение работоспособности, общую усталость) — от 70 до 90 дБ;
- 3) вредный (нарушает физиологические функции организма на длительное время и вызывает развитие хронических заболеваний органов слуха и других болезней, непосредственно или косвенно связанных со слуховым восприятием) — от 90 до 140 дБ;
- 4) травмирующий (резко нарушает физиологические функции организма) более 140 дБ.

Снижение уровней шумов можно достичь путем уменьшения шума в источнике его образования; изоляции источников шума; применения архитектурно-конструкторских решений; применения средств индивидуальной защиты [2, с. 81, 10, с. 208]. Можно и целесообразно использовать звукопоглощение пористыми материалами. При этом энергия звуковой волны переходит в тепловую энергию воздуха в порах.

Большое количество различных опасностей, сочетающихся с отсутствием надлежащего надзора за соблюдением требований безопасности во время эксплуатации доильных машин на высокоинтенсивных механизированных процессах, и неудовлетворительным состоянием мероприятий безопасности на технике часто не дают возможности выделить приоритетные направления работы по охране труда на предприятиях животноводства, направить усилия на преодоление самых неотложных задач безопасности производства.

Другими словами, производственный травматизм и профессиональная заболеваемость является следствием недостатков и упущений в работе руководителей предприятий и специалистов по охране труда или специалистов, которые выполняют эти обязанности по совместительству.

Заключение. Состояние профессиональной заболеваемости - неотъемлемая часть показателя социально-экономического, технического, культурного, этического развития государства, ее трудового потенциала. Необходимо систематически анализировать информационные данные, сформированные путем системного исследования статистических данных показателей, дающих новое и глубокое представление о состоянии работы, уровень профподготовки и другие показатели. Особое внимание трудовых органов следует обратить на диагностирование доильного оборудования, на наличие шумов, вибраций и других конструктивных особенностей с последующим нормированием рабочих процессов с целью защиты персонала, обслуживающего.

Для защиты от негативного воздействия вибрации и шума следует практиковать применение малошумного с пониженной вибрацией доильного оборудования, звукоизоляции, вибропоглощения, оснащение шумных и вибробезопасных технологий средствами дистанционного телеавтоматического управления. Вместе со строгим контролем соблюдения порядка прохождения медицинских осмотров работающих в хозяйстве должны включать проведение лабораторных исследований

условий труда, аттестацию рабочих мест на соответствие нормативным актам об охране труда в порядке и сроки, устанавливаемые законодательством, принятие по их итогам меры по устранению опасных и вредных для здоровья производственных факторов.

Библиографический список

1. Импортзамещение и производительность труда отечественных комплексов машин для молочных ферм [Текст]/ Ю.А. Цой, И.Э. Мильман, Р.А. Баишева, В.В. Танифа, А.А. Алексеев // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2015. – № 3 (19). – С. 21-24.
2. Луцци, С. Итальянский и российский опыт оценки влияния шума и воздействия на здоровье человека и планирования урбанизированных территорий с учетом шумового фактора [Текст] / С. Луцци, А.В. Васильев // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ЕЛРПТ - 2015. – 2015. – С. 77-87.
3. Малинина, Е.С. Слуховое последствие приближения и удаления источника звука [Текст]/ Е.С. Малинина, И.Г. Андреева // Журнал эволюционной физиологии. – 2013. – Т. 49. – № 3. – С. 211-223.
4. Мишуков, Н.П. Инновационное развитие техники для молочного скотоводства [Текст] / Н.П. Мишуков // Всероссийский научно-исследовательский институт механизации животноводства. – 2013. – № 3 (11). – С. 27-36.
5. Попов, Г.Г. Анализ производственного травматизма в АПК Волгоградской области [Текст]/ Г.Г. Попов, М.А. Садовников, В.Ю. Мисюряев // 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. – Волгоград, 2015. – С. 71-75.
6. Смоляков, Ю.Н. Оценка влияния шума на показатели активности головного мозга [Текст]/ Ю.Н. Смоляков, Н.П. Ларина, С.А. Калашникова // Медицина завтрашнего дня. – М., 2015. – С. 60-61.
7. Тенетилова, Л.А. Вредные факторы среды обитания в современных условиях [Текст]/ Л.А. Тенетилова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 62. – № 5. – С. 100-110.
8. Хабардин, В.Н. Результаты определения коэффициентов весомости экологических параметров на основе экспертных оценок [Текст]/ В.Н. Хабардин, Т.Л. Горбунова, М.В. Чубарева // Вестник ИРГСХА. – 2016. – № 75. – С. 149-157.
9. Хлепичко, М.Н. Анализ качества техники для животноводства [Текст] / М.Н. Хлепичко, Н.П. Мишуков // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 10 (208). – С. 21-23.
10. Шапуров, М.Н. Способы повышения комфортности работы механизаторов за счет снижения шума в кабине трактора [Текст]/ М.Н. Шапуров, И.С. Мартынов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 3(16). – С. 207-213.

Reference

1. Importozameshenie i proizvoditel'nost' truda otechestvennykh kompleksov mashin dlya molochnykh ferm [Tekst]/ Yu. A. Coj, I. Je. Mil'man, R. A. Baisheva, V. V. Tanifa, A. A. Alekseev // Vestnik Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mehanizacii zhivotnovodstva. - 2015. - № 3 (19). - S. 21-24.
2. Lucci, S. Ital'yanskij i rossijskij opyt ocenki vliyaniya shuma i vozdejstviya na zdorov'e cheloveka i planirovaniya urbanizirovannykh territorij s uchetom shumovogo faktora [Tekst] / S. Lucci, A. V. Vasil'ev // Jekologiya i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti promyshlenno-transportnykh kompleksov ELPIT - 2015. - 2015. - S. 77-87.
3. Malinina, E. S. Sluhovoe posledejstvie priblizheniya i udaleniya istochnika zvuka [Tekst]/ E. S. Malinina, I. G. Andreeva // Zhurnal Jvolyucionnoj fiziologii. - 2013. - T. 49. - № 3. - S. 211-223.

4. Mishurov, N. P. Innovacionnoe razvitie tehniki dlya molochnogo skotovodstva [Tekst] / N. P. Mishurov // Vserossijskij nauchno-issledovatel'skogo institut mehanizacii zhivotnovodstva. - 2013. - № 3 (11). - S. 27-36.
5. Popov, G. G. Analiz proizvodstvennogo travmatizma v APK Volgogradskoj oblasti [Tekst]/G. G. Popov, M. A. Sadovnikov, V. Yu. Misyuryaev// Strategicheskoe razvitie APK i sel'skih territorij RF v sovremennyh mezhdunarodnyh usloviyah: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskaya konferencii posvyaschennoj 70-letiyu pobedy v Velikoj Otechestvennoj vojne 1941-1945 gg. - Volgograd, 2015. - S. 71-75.
6. Smolyakov, Yu. N. Ocenka vliyaniya shuma na pokazateli aktivnosti golovnogogo mozga [Tekst]/ Yu. N. Smolyakov, N. P. Larina, S. A. Kalashnikova //Medicina zavtrashnego dnya. - M., 2015. - S. 60-61.
7. Tenetilova, L. A. Vrednye faktory sredy obitaniya v sovremennyh usloviyah [Tekst]/ L. A. Tenetilova // Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2016. - T. 62. - № 5. - S. 100-110.
8. Habardin, V. N. Rezul'taty opredeleniya ko'fficientov vesomosti jkologicheskikh parametrov na osnove jkspertnyh ocenok [Tekst]/ V. N. Habardin, T. L. Gorbunova, M. V. Chubareva // Vestnik IrGSXA. - 2016. - № 75. - S. 149-157.
9. Hlepit'ko, M. N. Analiz kachestva tehniki dlya zhivotnovodstva [Tekst] / M. N. Hlepit'ko, N. P. Mishurov // Tehnika i oborudovanie dlya sela. - 2014. - № 10 (208). - S. 21-23.
10. Shaprov, M. N. Sposoby povysheniya komfortnosti raboty mehanizatorov za schet snizheniya shuma v kabine traktora [Tekst]/ M. N. Shaprov, I. S. Martynov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2011. - № 3(16). - S. 207-213.

E-mail: esayl1@hotmail.com

УДК 631.01.020.05

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МНОГОСТОЕЧНОГО ДВУХРЯДНОГО РЫХЛИТЕЛЯ

THE SUBSTANTIATION OF THE DESIGN OF THE MULTI-STYLE DOUBLE-ROW RIPPER

А.Ю. Корнеев, аспирант

Н.Б. Мартынова, кандидат технических наук

A.Yu. Korneev, N.B. Martynova

*Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева
(РГАУ-МСХА)*

Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev

Глубокое рыхление почвы направлено на усиление стока и отведение излишней влаги из корнеобитаемого слоя. Сплошное рыхление проводится на глубину 0,5-1 м. Почвы, требующие проведения работ по сплошному рыхлению, содержат не менее 40 % глинистых и илистых частиц размерами 0,01 мм и менее. Коэффициент фильтрации у таких почв составляет менее 0,2-0,3 м/сут. Применение стоечных рыхлителей пассивного действия позволяет получить однородную структуру грунта, улучшить его водно-воздушный баланс. Недостаток данных конструкций – низкий коэффициент полноты рыхления. Использование конструкции двухрядного рыхлителя для работ по глубокому рыхлению позволит улучшить структуру грунта за счет разработки грунта в межстоечном пространстве. В работе доказано преимущество конструкции многостоечного рыхлителя для обеспечения требуемой полноты рыхления и определены оптимальные расстояния между стойками рыхлителя для минимизации взаимного влияния соседних конусов скола.

Deep loosening of the soil is aimed at increasing the flow and removing excess moisture from the root layer. Continuous loosening is carried out at a depth of 0.5-1 m. Soils that require the work of continuous loosening, contain not less than 40 % of clay and silty particles with a size of 0.01 mm or less. The coefficient of filtration in such soils is less than 0.2-0.3 m/day. The use of

rack-mounted rippers of passive action makes it possible to obtain a uniform soil structure, improve its water and air balance. The drawback of these structures is the low coefficient of completeness of loosening. Using the construction of a double-row ripper for deep loosening works will improve the structure of the soil due to the development of soil in the interstitial space. In the paper, the advantage of the design of a multi-row ripper for ensuring the required fullness of loosening is proved and the optimum distances between the ripper legs are determined to minimize the mutual influence of adjacent cleavage cones.

Ключевые слова: разуплотнение, глубокорыхлитель, лемех, угол скола, коэффициент полноты рыхления, почвенная структура, стружка грунта, ядро уплотнения.

Key words: decompaction, deep loosener, share, angle of cleavage, coefficient of fullness of loosening, soil structure, shavings of soil, core of compaction.

Введение. Машины для производства работ по рыхлению грунта выпускаются с активным и пассивным рабочим органом. Действие стоечного пассивного рыхлителя на грунт основывается на скалывании стружки лемехом от массива и дальнейшее движение частиц грунта вверх вдоль лемеха, а затем вниз под действием силы тяжести. В результате этих противоположно направленных движений и взаимодействия частиц друг с другом уменьшится дисперсность структуры грунта. В процессе разрыхления грунта стоечным рабочим органом образуется конус скола. Параметры конуса скола оказывают определяющее влияние на полноту рыхления. Поэтому применение многостоечных конструкций рыхлителей будет способствовать качеству и полноте рыхления, так как уменьшится площадь межстоечного пространства, что увеличит полноту рыхления грунта.

Цель исследований – создание мелиоративного стоечного глубокорыхлителя с оптимальными геометрическими параметрами. Применение многостоечной конструкции позволит повысить коэффициент полноты рыхления, а также улучшить качество производства работ. Для выбора оптимальной конструкции рыхлителя требуется определить расстояние между соседними стойками и между рядами стоек для недопущения взаимного влияния конусов скола, так как это значительно увеличит энергетические затраты процесса рыхления грунта.

Материалы и методы. Для оценки качества рыхления следует определить конус скола грунта, образующегося в результате воздействия лемешной поверхности на грунтовый массив (рисунок 1). Чтобы отделить частицу грунта от массива, нужно создать напряжение в его структуре. Если высота и ширина лемеха недостаточны, чтобы создать напряжения в грунте на проектной глубине, отрыв частиц от массива наблюдаться не будет, в грунте образуется кротовая дрена. Если высота лемеха удовлетворяет условиям, а ширина недостаточна, скол грунта от массива будет образовываться с глубины выше проектной. Таким образом, в верхней части грунта будет разрыхленная область, а в нижней – кротовая дрена. Качество работ будет невысоким из-за низкого коэффициента полноты рыхления. Энергоемкость процесса будет завышена из-за наличия зон уплотнения грунта. Для полноты рыхления угол вершины конуса скола зависит от угла резания лемеха и физико-механических свойств грунта и не должен быть меньше расчетной величины. Определим угол скола [7]:

$$\psi = \arctg \frac{P_{ОВ}}{P_T - P_{ОГ}}, \quad (1)$$

где P_T – сила тяги базовой машины, Н; $P_{ОВ}$ – вертикальная составляющая силы сопротивления грунта резанию, Н; $P_{ОГ}$ – горизонтальная составляющая силы сопротивления грунта резанию, Н.

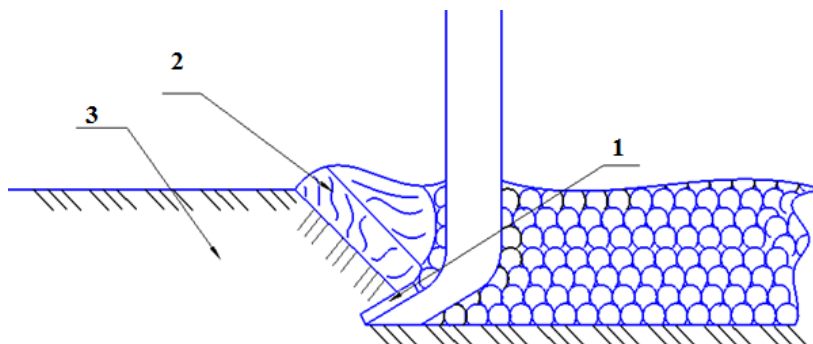


Рисунок 1 – Процесс образования стружки грунта:
1 – лемех, 2 – стружка грунта, 3 – массив грунта

Зная величину угла вершины конуса скола, вычислим ширину лемеха, необходимую для создания напряжений в грунте с целью отделения частиц грунта от массива [4]:

$$b = h_p \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot \cos \psi}{10 \cdot C \cdot \sin^2 \psi \cdot \sqrt{1 + f^2}}}, \quad (2)$$

где C – число ударов плотномера ДорНИИ; h_p – глубина рыхления, м; f – коэффициент трения грунта по металлу.

В процессе разработки грунта необходимо исключить взаимное давление от соседних конусов скола, так как частицы от соседних конусов будут взаимодействовать друг с другом, нарушая процесс рыхления грунта. Взаимодействие частиц соседних конусов скола приведет к дополнительным энергетическим затратам [3, 10]. Следовательно, расстояние между соседними стойками должно быть таким, чтобы соседние конусы скола не пересекались (рисунок 2). Определим минимально допустимое расстояние между соседними стойками [5]:

$$l = \frac{2 \cdot H_p}{\tan(90^\circ - \psi)} + b. \quad (3)$$

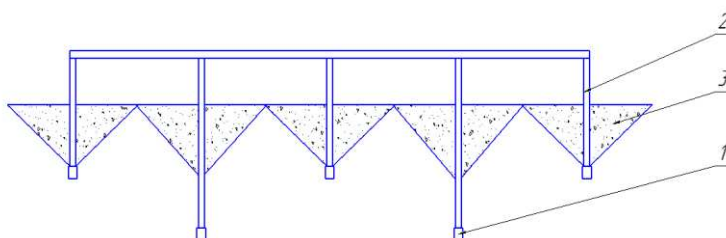


Рисунок 2 – Схема рыхления грунта: 1 – лемех, 2 – стойка, 3 – конус скола

Определим расчетные параметры стоечного рыхлителя по формулам (1-3). Для проведения работ по глубокому рыхлению грунта на глубину 0,8 м ширина лемеха составит 0,25 м расстояние между задними стойками 1,8 м угол скола 43° . Для увеличения полноты рыхления и повышения его качества выбрана двухрядная конструкция глубокорыхлителя (рисунок 3). Передние стойки рыхлителя разрабатывают грунт на глубину 0,4 м расстояние между передними стойками 1,2 м. Они предназначены для разрушения подплужной подошвы. По результатам исследований создана модель двухрядного стоечного рыхлителя (рисунок 4), которая была испытана в грунтовой лотке в различных грунтовых условиях.

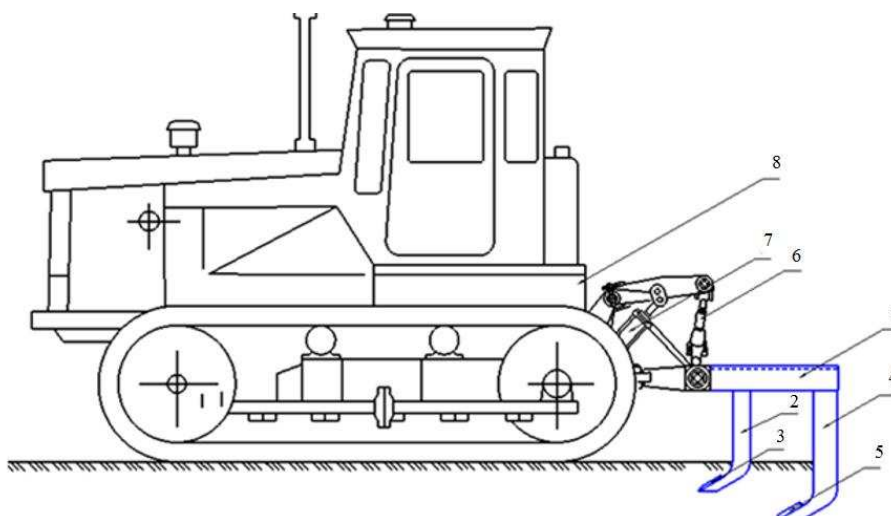


Рисунок 3 – Схема двухрядного стоечного рыхлителя:

1 – рама, 2 – передняя стойка, 3 – стрелчатая лапа, 4 – задняя стойка,
5 – долотообразный лемех, 6 – тракторная навеска, 7 – гидроцилиндр, 8 – трактор

В процессе эксперимента был определен коэффициент разрыхления грунта [2]:

$$k_p = \frac{V_p}{V_n}, \quad (4)$$

где V_n – объем грунта до рыхления, см^3 ; V_p – объем грунта после рыхления, см^3 .

Для оценки эффективности применения разработанной машины определим ее удельную энергоёмкость [8]:

$$\mathcal{E}_y = \frac{N}{\Pi_y}, \quad (5)$$

где N – мощность базовой машины, кВт; Π_y – эксплуатационная производительность, га/ч



Рисунок 4 – Испытание модели в грунтовом лотке

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования показали, что многостоечный рыхлитель можно использовать для рыхления территорий с различными грунтовыми условиями [1]. Для подтверждения данных теоретических исследований была создана опытная модель многостоечного рыхлителя в масштабе 1 : 8, которая была испытана в грунтовом лотке. Модель была использована для разрыхления грунтов на глубину 0,6–0,8 м. При проведении эксперимента менялись влажность грунта W (от 5 до 10 %) и его фракционный состав C (супесь – 4 удара плотномера ДорНИИ, суглинок – 9 ударов). Существенное влияние на процесс оказывает категория грунта и глубина разработки H . Влажность исследовалась в узких пределах оптимальных значений, поэтому в текущем опыте не установлено ее влияние на процесс рыхления грунта. В результате исследования процесса составлено уравнение регрессии, которое адекватно описывает процесс рыхления грунта многостоечным рыхлителем.

$$R(H,W,C)=8,22+3,71H+0,89W+3,84C.$$

Сравним разработанную машину с существующими конструкциями пассивных рыхлителей. Результаты сведены в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика стоечных рыхлителей [6]

Показатель	РС-0,8	РС-0,6	Разработанная машина
Глубина рыхления, м	0,8	0,6	0,8
Ширина захвата, м	3,5	2,4	2,4
Ширина лемеха	20	20	25
Число стоек	3	2	5
Коэффициент разрыхления грунта	1,25	1,25	1,33
Коэффициент полноты рыхления	0,75	0,55	0,85
Удельная энергоёмкость, кВт·ч/га	184	83	136

Заключение. Для обеспечения полноты рыхления и экономичности процесса следует использовать конструкции многостоечных рыхлителей. Передние укороченные стойки будут частично разрыхлять грунт, уменьшая усилия сопротивления резанию грунта на задних стойках. При расположении стоек рыхлителя в разных продольных плоскостях уменьшается объем межстоечного пространства, то есть участков неразрыхленного грунта. Чтобы исключить взаимное влияние грунтов соседних конусов скола, в работе было определено расстояние между соседними стойками и между рядами. В этом случае увеличится коэффициент полноты рыхления, улучшится качество производства работ и снизятся энергозатраты.

Библиографический список

1. Баловнев, В.И. Определение оптимальных параметров и выбор землеройных машин в зависимости от условий эксплуатации [Текст]/ В.И. Баловнев. – М.:«МАДИ», 2010. –134 с.
2. Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование [Текст]/Б.Ф. Белецкий, И.Г. Булгакова. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 608 с.
3. Ветров, Ю.О. Машины для земляних работ. Приклады розрахунку [Текст] : навч. посібник / Ю.О. Ветров, В.В. Власов. – К.: ІСДО, 1995. – 304 с
4. Домбровский, Н.Г. Строительные машины [Текст]/Н.Г. Домбровский. – М.: Высшая школа, 1985.- 224с.

5. Зеленин, А.Н. Резание грунтов [Текст]/ А. Н. Зеленин. – М.: Издательство Академии Наук СССР, 1959. – 272 с.
6. Кизяев, Б.М. Культуртехнические мелиорации: технологии и машины [Текст]/ Б.М. Кизяев, З.М. Маммаев. – М.: «Ассоциация Экост», 2003. – 399 с.
7. Пристайло, Ю.П. Устройство для снижения усилия заглубления зуба рыхлителя [Текст]/ Ю.П. Пристайло, А.В. Фомин, Л.Е. Пелевин // Горные, строительные, дорожные и мелиораторные машины: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К., 1987. – №40. – С. 3-6.
8. Репин, С.В. Машины для земляных работ [Текст]/ С.В. Репин, А.В. Зазыкин. – С-Пб.: СПГАСУ, 2007. – 81 с.
9. Слюсаренко, В.В. Машины и оборудование природообустройства [Текст]/ В.В. Слюсаренко, А.В. Хизов, А.В. Русинов. – Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2012. – 130 с.
10. Шестопалов, К.К. Машины для земляных работ [Текст] : учебник / К.К. Шестопалов – М.: МАДИ, 2011. – 145 с.

Reference

1. Balovnev, V. I. Opredelenie optimal'nyh parametrov i vybor zemlerojnyh mashin v zavisimosti ot uslovij jekspluatacii [Текст]/ V. I. Balovnev. - М.:“МАДИ”, 2010. -134 s.
2. Beleckij, B. F. Stroitel'nye mashiny i oborudovanie [Текст]/B. F. Beleckij, I. G. Bulgakova. - Rostov n/D: Feniks, 2005. - 608 s.
3. Vetrov, Yu. O. Mashini dlya zemlyanij robit. Prikladi rozrahunku [Текст] : navch. posibnik / Yu. O. Vetrov, V. V. Vlasov. - K.: ISDO, 1995. - 304 s
4. Dombrovskij, N. G. Stroitel'nye mashiny [Текст]/N. G. Dombrovskij. - М.: Vysshaya shkola, 1985. -- 224s.
5. Zelenin, A. N. Rezanie gruntov [Текст]/ A. N. Zelenin. - М.: Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, 1959. - 272 s.
6. Kizyaev, B. M. Kul'turtehicheskie melioracii: tehnologii i mashiny [Текст]/ B. M. Kizyaev, Z. M. Mammaev. - М.: “Associaciya Jekost”, 2003. - 399 s.
7. Pristajlo, Yu. P. Ustrojstvo dlya snizheniya usiliya zaglubleniya zuba ryhlitelya [Текст]/ Yu. P. Pristajlo, A. V. Fomin, L. E. Pelevin // Gornye, stroitel'nye, dorozhnye i melioratornye mashiny: Resp. mezhved. nauch. -- tehn. sb. - K., 1987. - №40. - S. 3-6.
8. Repin, S. V. Mashiny dlya zemlyanyh rabot [Текст]/ S. V. Repin, A. V. Zazykin. - S-Pb.: SPGASU, 2007. - 81 s.
9. Slyusarenko, V. V. Mashiny i oborudovanie prirodoobustrojstva [Текст]/ V. V. Slyusarenko, A. V. Hizov, A. V. Rusinov. - Saratov: FGBOU VPO “Saratovskij GAU”, 2012. - 130 s.
10. Shestopalov, K. K. Mashiny dlya zemlyanyh rabot [Текст] : uchebnik / K. K. Shestopalov - М.: МАДИ, 2011. - 145 с.

E-mail: vkoniigim@yandex.ru

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 519.816:631.1

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МНОГОУРОВНЕВОЙ
ПОДДЕРЖКИ СЕЛЬСКИХ ТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ
MULTILEVEL MODEL DEVELOPMENT
TO SUPPORT THE AGRICULTURAL PRODUCERS IN THE SYSTEM
OF REMOTE CONSULTATION**

О. В. Кочеткова, доктор технических наук, профессор
Д.А. Оспищев, специалист по информационным ресурсам
дистанционного образования

O. V. Kochetkova, D.A. Ospishchev

Волгоградский государственный аграрный университет
Volgograd State Agrarian University

В статье проанализированы основные особенности сельскохозяйственного консультирования и его роль в модернизации агропромышленного комплекса (АПК) и обеспечении продовольственной безопасности страны. Обоснована целесообразность применения дистанционного консультирования сельских товаропроизводителей посредством сети Интернет. В номенклатуре характеристик качества услуг, включающих несколько основных групп факторов обслуживания, отмечена важность временных факторов для консультационных услуг агропромышленного комплекса. Проведенный анализ существующих систем дистанционного консультирования (СДК) сельских товаропроизводителей показал их несоответствие требованиям системного подхода к оказанию консультаций; практически полное отсутствие автоматизации процесса консультирования, сервисов поддержки поиска и принятия решений за исключением поиска по базе данных; использование баз данных в основном в качестве справочников. С целью повышения скорости обработки поступающих заявок, снижения стоимости и повышения качества консультационных услуг, предложена организация консультирования в СДК в виде многоуровневой поддержки. Разработаны в виде eEPC диаграмм модели бизнес-процессов при традиционной организации консультирования в СДК (Как есть) и на каждом уровне консультирования в модернизируемой системе (Как будет). В соответствии с разработанными моделями, представлена подробная характеристика уровней консультирования по наиболее важным критериям.

The article analyzes the main features of the agricultural consulting and its role in the modernization of agro-industrial complex (AIC) and provision of the country's food security. The expediency of application of remote consultation of rural producers through the Internet was proved. In the nomenclature of the quality characteristics of the services, including several major groups of service factors, the importance of temporary factors for the consulting services of agriculture was noted. The given analysis of the existing remote consultation systems (RCS) rural producers revealed their inadequacies of the system approach demands to the provision of advice; the almost complete lack of automation of the consultation process, the search support services and decision-making except for database searching; use of databases mainly as guides. In order to increase the speed of processing incoming requests, reducing the cost and improving the quality of consulting services counseling organization in RCS in a multi-level support was offered. Designed in the form of diagrams eEPC business process model with the traditional organization of counseling in RCS (As is), and on each level of counseling in the upgraded system (To be). In accordance with the developed model is a detailed description of levels of consultation on the most important criteria was represented.

Ключевые слова: сельскохозяйственное консультирование, агропромышленный комплекс (АПК), бизнес-процесс, система дистанционного консультирования (СДК), многоуровневая поддержка.

Key words: agricultural consultancy, agroindustrial complex (AIC), business process, remote consultation system, multi-level support.

Введение. Сельскохозяйственное производство вносит крупный вклад в формирование продовольственной и экономической безопасности России. В современных условиях для надежного обеспечения продовольственной безопасности требуется модернизация состояния экономической системы АПК, внедрение новых технологий, техники, высоко маржинальных культур, эффективной организации производства. Однако для этого необходимы обширные знания в области производства сельскохозяйственной продукции; своевременный сбор и анализ больших массивов информации из различных источников; умение выполнять мониторинг множества процессов (экономических, технологических, процессов естественного воспроизводства, изменения погодных условий и др.), происходящих одновременно и влияющих друг на друга [1]. Становится очевидным, что для эффективного и своевременного вовлечения новшеств в хозяйственную деятельность требуется взаимодействие товаропроизводителей со службами информационного консультирования [6].

Процесс консультирования представляет собой последовательность действий для решения возникающих у потребителя проблем или создания условий, при которых он в состоянии это сделать самостоятельно.

Сельскохозяйственное консультирование, в отличие от других видов консультационной деятельности, обладает совокупностью уникальных характеристик. Прежде всего, это сжатые сроки решения проблем в связи с сезонностью производства; острая потребность в оптимизации производственных процессов в связи с сезонным дефицитом трудовых, материальных, финансовых ресурсов; высокая ответственность и риск в связи с наличием живых биологических объектов и скоропортящейся продукции; комплексность возникающих проблем и необходимость привлечения специалистов разных областей деятельности для их решения [1]. Еще одним аспектом, характерным для российских условий сельскохозяйственного консультирования, является большая территориальная удаленность хозяйств и предприятий АПК от высококвалифицированных специалистов, которые, как правило, работают в образовательных или научных организациях, что делает актуальной внедрение технологий дистанционного консультирования с использованием сети Интернет. Настоящее исследование рассматривает именно дистанционное сельскохозяйственное консультирование.

Наличие специфических особенностей сельскохозяйственного консультирования предъявляет особые требования к организации процесса взаимодействия товаропроизводителя и консультанта и требует выбрать модель дистанционного взаимодействия, позволяющую обеспечить высокое качество консультационной услуги, быстроту и максимальный эффект с наименьшими затратами.

В номенклатуре характеристик качества услуг, включающих несколько основных групп факторов обслуживания (временные, экономические, надежность, доступность и др.) временные факторы для консультационных услуг АПК являются наиболее важными, так как зачастую от своевременности оказания консультации зависит жизнь и здоровье животных, эффективность борьбы с вредителями, сохранность скоропортящейся продукции. Получаемый в результате консультационной услуги эффект напрямую зависит от опыта и квалификации консультанта, однако и стоимость консультации специалиста высокой квалификации будет существенно выше, чем менее опытного коллеги.

Таким образом, возникает задача разработать модель организации деятельности дистанционной консультационной службы сельхозтоваропроизводителей, обеспечивающую доступную стоимость, требуемое качество и адекватную длительность предоставления консультационной услуги.

Материалы и методы. Для исследования предлагаемой концепции дистанционного сельскохозяйственного консультирования необходимо подробно описать его процессы. С этой целью была применена методология бизнес-моделирования и метод процессного подхода.

Основными достоинствами моделирования бизнес-процессов являются простота, универсальность, наглядность, а также возможность оценить исследуемую деятельность по отношению к нормативным требованиям, предъявляемым к его управлению, функционированию и различным результатам деятельности [3].

Наиболее широко для применения процессного подхода используется стандарт IDEF0. Он предписывает каждый процесс на диаграмме представлять в виде отдельного функционального блока, в котором определены: входы и выходы, исполнители и управляющие воздействия процесса. Предоставляя возможность довольно полного описания процесса, этот стандарт, тем не менее, имеет один существенный недостаток — в моделях IDEF0 не предусмотрено использование символов логики выполнения, что не позволяет использовать его при описании сложных процессов. Этот недостаток отсутствует в диаграммах, построенных в нотации IDEF3, однако их наглядность и восприятие оставляют желать лучшего. Поэтому для моделирования процессов дистанционного консультирования использовалась методология ARIS и диаграммы Extended Event Driven Process Chain (eEPC) – расширенная нотация описания цепочки процесса, управляемого событиями. Процессы, изображенные в виде eEPC-модели, легко читаются и анализируются за счет возможности использования обозначения объектов различными по форме и цвету.

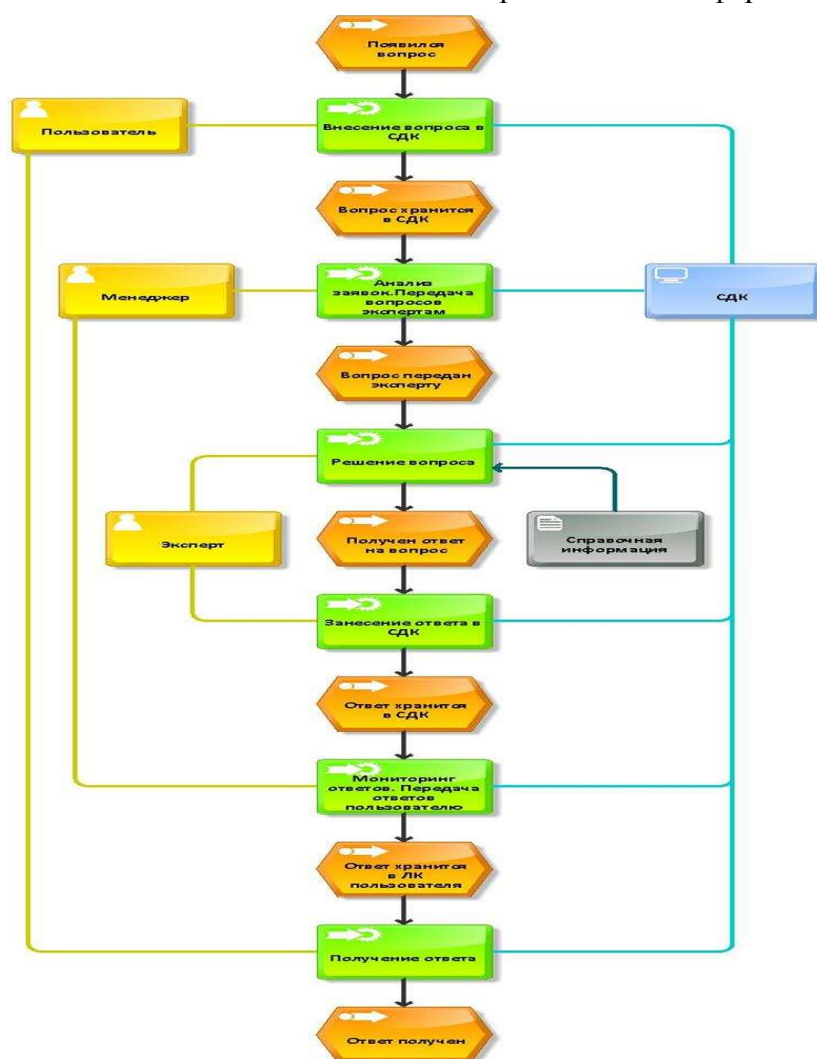


Рисунок 1 – eEPC-диаграмма процесса консультирования сельских товаропроизводителей с использованием СДК ВолГАУ (Как есть)

Моделирование позволяет получить как бы взгляд со стороны на изучаемые процессы и определить необходимые их улучшения для достижения поставленных целей. В этом случае сначала создают модели «Как есть», которые позволяют выявить текущие проблемы, а затем построить модели «Как будет», отображающие правила выполнения процессов для достижения желаемой цели.

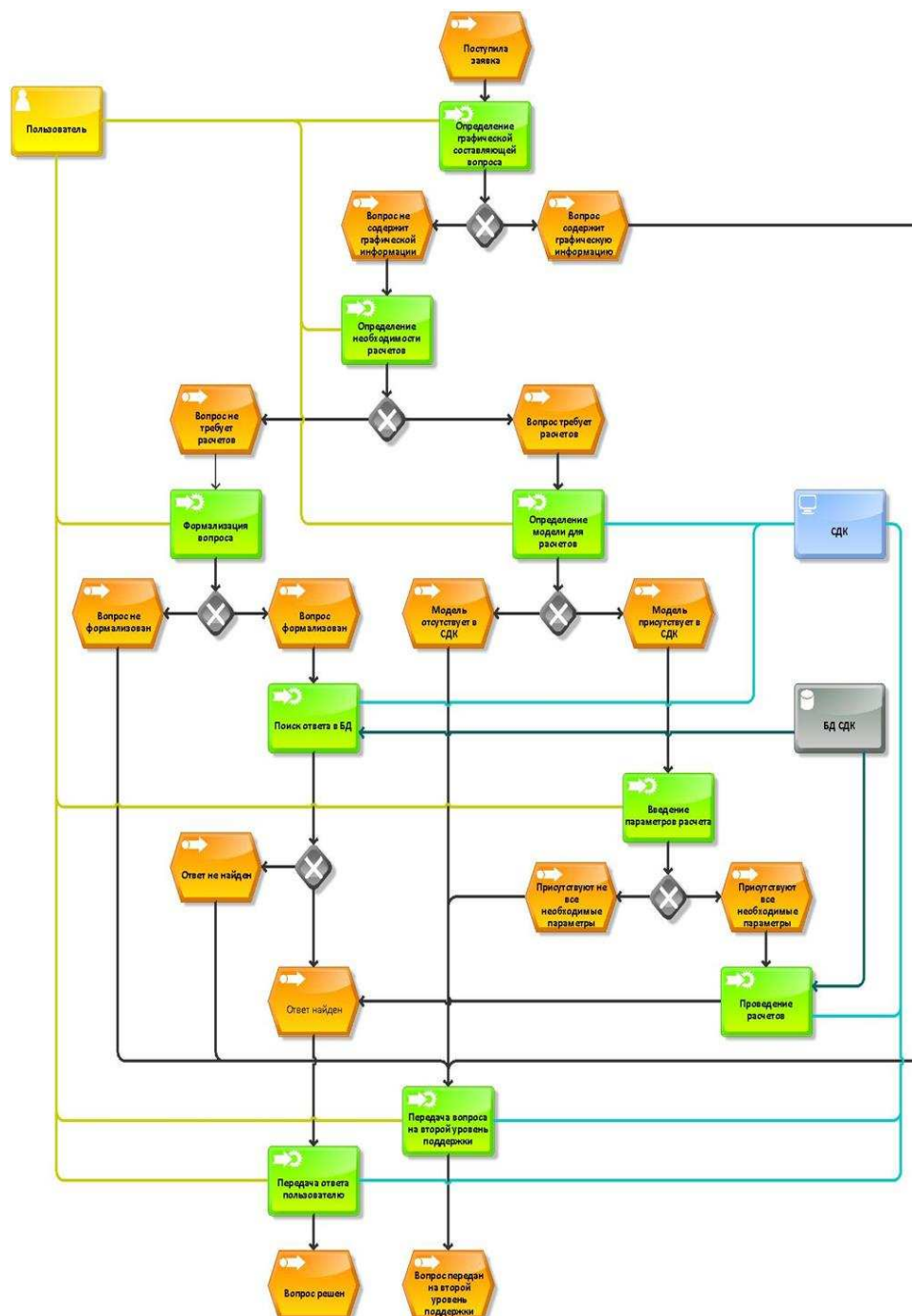


Рисунок 2 – eEPC-диаграмма первого уровня консультирования (Как будет)

Результаты. Проведенный анализ СДК [5] показал, что консультационные услуги в сфере сельского хозяйства находятся на достаточно низком уровне [4]. Отсутствует системный подход к оказанию консультаций – все виды услуг представлены обособленно, не имеют взаимосвязей и какой-либо структуры взаимодействия. Практически полностью от-

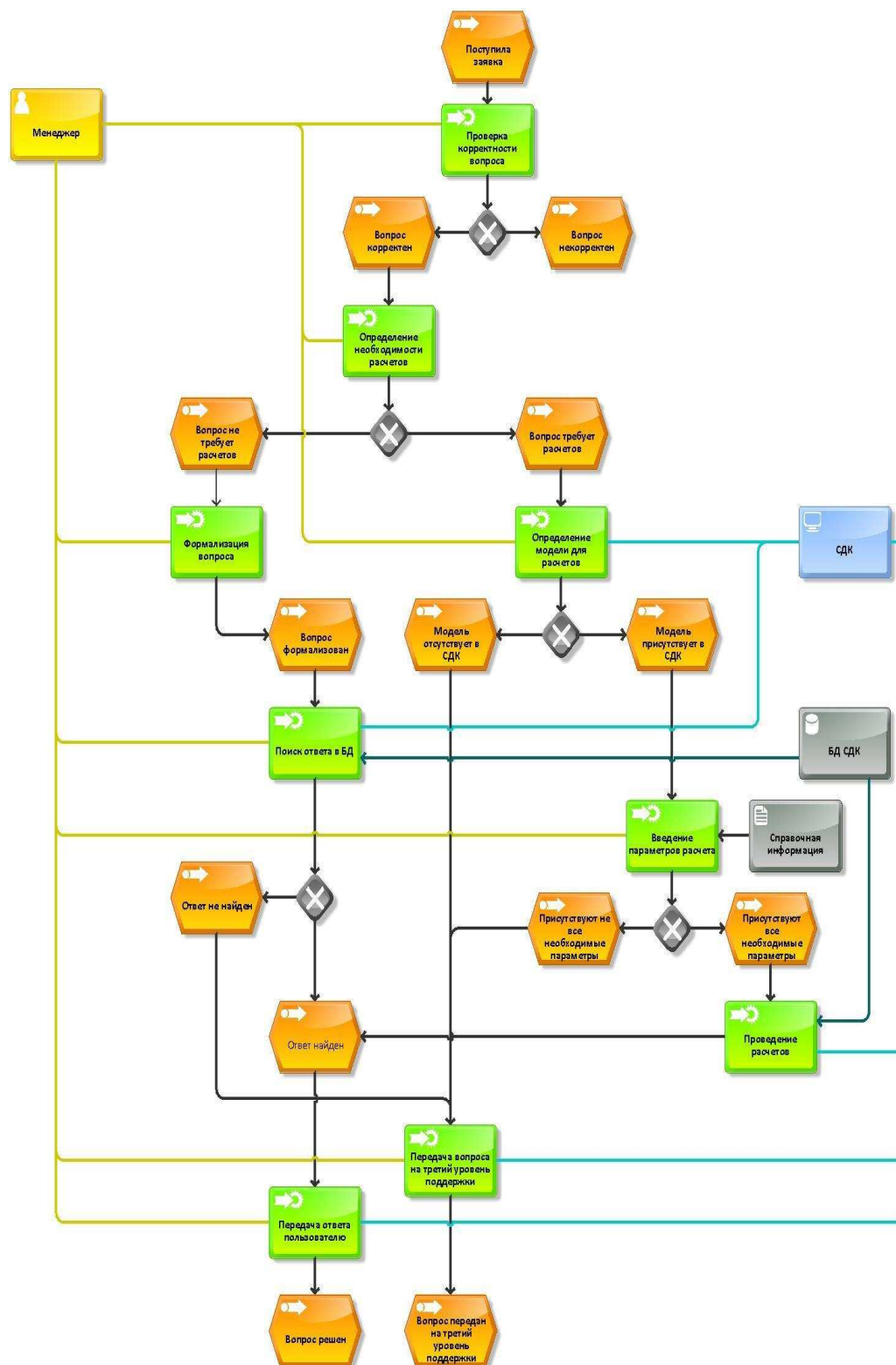


Рисунок 3 – eEPC-диаграмма второго уровня консультирования
(Как будет)

СДК, разработанная в Волгоградском государственном аграрном университете [2], лишена большинства перечисленных выше недостатков, однако в процессе консультирования она играет в основном коммуникационную роль, позволяя перенаправлять заявку от пользователя к менеджеру, а от того к одному из экспертов (рисунок 1). Менеджер в данном случае, так же как и СДК, является вспомогательным звеном, занимающимся распределением и передачей вопросов и ответов. Основная нагрузка при этом ложится на эксперта, т.к. он является единственным лицом, отвечающим на задаваемые пользователем вопросы. Здесь с первого взгляда очевидны два отрицательных момента: большая длина цепочки передачи информации, которая влияет на время получения пользователем необходимого ему ответа и высокая нагрузка на высококвалифицированный персонал. В итоге такая схема консультирования обуславливает высокую стоимость и длительное время оказания услуг.

В связи с этим, возникла необходимость в существенной модернизации СДК с целью повышения скорости обработки поступающих заявок и снижения стоимости услуг за счет частичной автоматизации процесса консультирования и перераспределения задач между обслуживающим персоналом путем внедрения многоуровневой консультационной поддержки [3] по примеру лучших мировых практик и методологий управления услугами в области информационных технологий [8, 9].

На первом уровне предлагаемой структуры пользователь пытается решить свой вопрос самостоятельно с использованием интегрированных в СДК инструментов поддержки принятия решений (рисунок 2). Если клиент СДК не мог самостоятельно решить свой вопрос, он попадает на второй уровень и его вопрос передается менеджеру, который в случае необходимости формализует вопрос и пытается найти ответ, используя соответствующие инструменты для работы с базой данных СДК (рисунок 3).

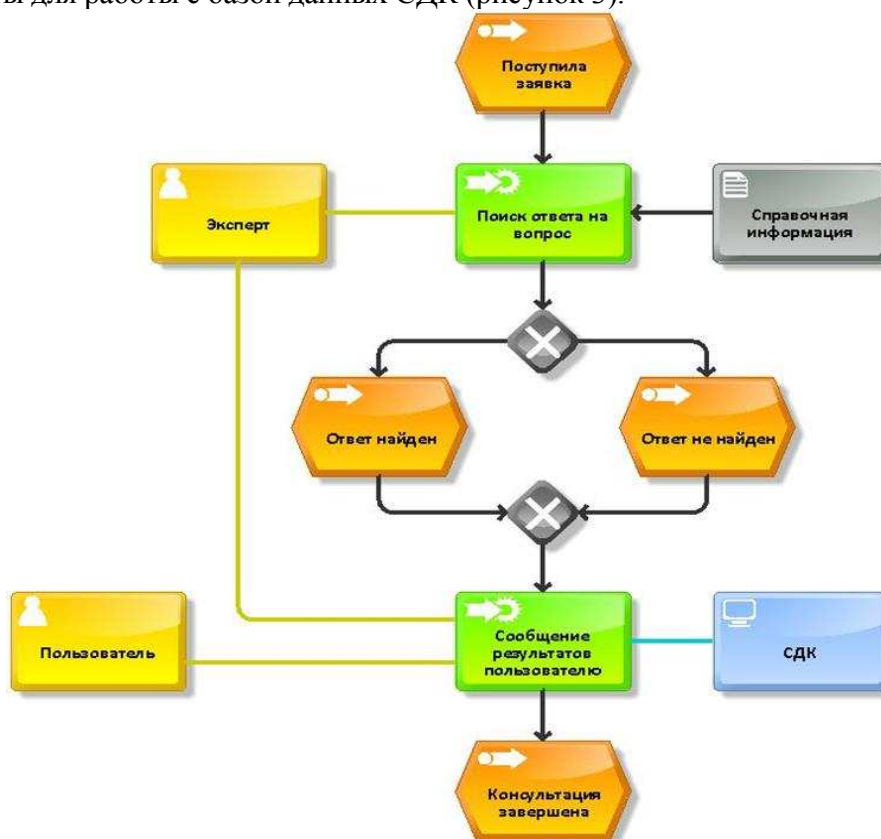


Рисунок 4 – eEPC-диаграмма третьего уровня консультирования
(Как будет)

Из диаграммы видно, что второй уровень во многом похож на первый, однако есть и отличия: исполнителем здесь является менеджер; проверка на наличие графической информации заменена на проверку корректности вопроса; любой вопрос считается по умолчанию формализуемым – отсутствует ветвление процесса после попытки формализации; исполнитель принимает участие в поиске по базе данных (на этом уровне присутствуют инструменты ручного поиска); при введении параметров расчета может быть задействована вспомогательная справочная информация, не доступная простому пользователю.

На третьем уровне к консультированию сельского товаропроизводителя привлекается специалист предметной области, а в случае необходимости и специалисты смежных областей (рисунок 4).

Таблица – Характеристика уровней поддержки сельских товаропроизводителей в модернизированной СДК

Критерий	Уровни консультационной поддержки		
	1 уровень	2 уровень	3 уровень
Участие человека	Пользователь	Менеджер-организатор	Специалист предметной области
Возможность анализа графической информации (например, снимка зараженного растения и пр.)	Отсутствует, т.к. реализация алгоритмов достаточно качественной обработки графической информации исключительно с помощью программных средств не вполне реализована даже ведущими мировыми IT-корпорациями	Имеется. Менеджер может осуществить поиск по изображениям, хранящимся в базе данных СДК и в случае идентификации изображения дать ответ на заданный вопрос	Полная возможность анализа любой видео- и графической информации
Типы решаемых вопросов	Представленные по шаблону и/или ключевым словам. Ответы уже имеются в базе данных СДК. Например, указав климатическую зону, в которой располагаются возделываемые земли, предшествующие культуры и некоторые другие характеристики земель, сельский товаропроизводитель может получить рекомендации по их дальнейшему использованию	Представленные в произвольной форме. Менеджер формализует вопрос, пользуясь инструментарием, умениями и навыками работы в СДК. Однако и в этом случае ответ на поставленный вопрос должен уже содержаться в базе данных, т.к. менеджером СДК является человек, обладающий высоким опытом работы в ИТ, но не являющийся экспертом предметной области	Представленные в произвольной форме, требующие знаний смежных предметных областей. Ответы отсутствуют в базе данных СДК
Возможность выполнения расчетов	Задача решается только в том случае, если пользователь имеет все необходимые для расчетов данные, а в СДК предусмотрен вычислительный шаблон для решения именно этого конкретного типа задачи.	Менеджер может привлечь дополнительную справочную информацию из различных источников, воспользоваться встроенными шаблонами и моделями, недоступными на первом уровне ввиду высокой сложности для пользователя	Любых требуемых в предметной области

Обсуждение. Анализ представленных моделей (еЕРС-диаграмм) позволяет сделать вывод, что каждый уровень консультирования сельских товаропроизводителей можно охарактеризовать по следующим критериям: участие человека (наиболее значимый критерий, который демонстрирует нагрузку на обслуживающий персонал); возможность анализа графической информации (зачастую основная суть вопроса заключена в прилагаемой к заявке фотографии); типы решаемых вопросов; возможность выполнения расчетов. Подробная характеристика уровней консультирования по описанным выше критериям и в соответствии с разработанными нами моделями представлена в таблице. Реализация дистанционного консультирования сельских товаропроизводителей, в соответствии с предлагаемой многоуровневой поддержкой, позволит повысить качество предоставляемых консультационных услуг, снизить их стоимость и время ожидания консультации.

Заключение. В результате исследования сайтов систем дистанционного консультирования сельских товаропроизводителей установлено их несоответствие требованиям качества предоставления консультационных услуг. Для создания описанной трехуровневой системы дистанционного консультирования необходимо модернизировать существующую в Волгоградском ГАУ СДК, т.к. на текущий момент основным функционалом системы являются средства коммуникации между пользователем и менеджером, а также менеджером и экспертом. Для достижения поставленной цели потребуются решить следующие задачи: провести анализ и классификацию типов поступающих заявок; выделить типы вопросов, которые поддаются формализации; разработать алгоритмы обработки формализованных вопросов по типам; разделить типы формализуемых вопросов на части по их сложности; реализовать разработанные алгоритмы в виде СППР. Эти задачи планируется реализовать в будущем.

Библиографический список

1. Демишкевич, Г.М. Формирование и развитие системы сельскохозяйственного консультирования [Текст] / Г.М. Демишкевич. – М.: ФГУРЦСК, 2009. – 296 с.
2. Кочеткова, О.В. Дистанционное консультирование сельских товаропроизводителей – необходимая реальность [Текст] / О.В. Кочеткова // Вестник АПК Волгоградской области. – 2012. – №1-2. – С. 28-29.
3. Кочеткова, О.В. Многоуровневая поддержка принятия решений в системе дистанционного консультирования сельских товаропроизводителей [Текст] / О.В. Кочеткова, Д.А. Оспищев // 21 век: фундаментальная наука и технологии: сборник докладов VIII Международной научно-практической конференции. – North Charleston, USA. – 25-26 января 2016. – Том 2. – С. 120-122.
4. Меденников, В.И. Отчет о научно исследовательской работе тема № 0571-2014-0002 «Разработать методику оценки эффективности использования информационного ресурса информационно-консультационной службой (ИКС)» [Текст] / В.И. Меденников / ФГБНУ Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова. – М., 2015.
5. Сайты региональных центров системы сельскохозяйственного консультирования. [Электронный ресурс] // Федеральная сеть обмена знаниями и технологиями в сельском хозяйстве. URL: http://mcx-consult.ru/sayti_selskohozyaystvennoe_konsultirovani.
6. 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. – С. 228-232.
7. David M. Bridgeland, Ron Zahavi. Business Modeling: A Practical Guide to Realizing Business Value. – Morgan Kaufmann. – 2008. – 408 p.
8. What is CobIT? [Электронный ресурс] // isaca.org: официальный сайт международной ассоциации ISACA. URL: <http://www.isaca.org/cobit/pages/default.aspx>.

9. What is ITIL® Best Practice? [Электронный ресурс] // axelos.com: официальный сайт компании Axelos. URL: <https://www.axelos.com/best-practice-solutions/itil/what-is-itil>.

References

1. Demishkevich, G. M. Formirovanie i razvitie sistemy sel'skohozyajstvennogo konsul'tirovaniya [Tekst] / G. M. Demishkevich. - M.: FGURCSK, 2009. - 296 s.
2. Kochetkova, O. V. Distancionnoe konsul'tirovanie sel'skih tovaroproizvoditelej ? neobhodimaya real'nost' [Tekst] / O. V. Kochetkova // Vestnik APK Volgogradskoj oblasti. - 2012. - №1-2. - S. 28-29.
3. Kochetkova, O. V. Mnogourovnevaya podderzhka prinyatiya reshenij v sisteme distancionnogo konsul'tirovaniya sel'skih tovaroproizvoditelej [Tekst] / O. V. Kochetkova, D. A. Ospishev // 21 vek: fundamental'naya nauka i tehnologii: sbornik dokladov VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. - North Charleston, USA. - 25-26 yanvarya 2016. - Tom 2. - S. 120-122.
4. Medennikov, V. I. Otchet o nauchno issledovatel'skoj rabote tema № 0571-2014-0002 "Razrabotat' metodiku ocenki jffektivnosti ispol'zovaniya informacionnogo resursa informacionno-konsul'tacionnoj sluzhboj (IKS)" [Tekst] / V. I. Medennikov / FGBNU Vserossijskij institut agrarnyh problem i informatiki im. A. A. Nikonova. - M., 2015.
5. Sajty regional'nyh centrov sistemy sel'skohozyajstvennogo konsul'tirovaniya. [}lektronnyj resurs] // Federal'naya set' obmena znaniyami i tehnologiyami v sel'skom hozyajstve. URL: http://mcx-sonsult.ru/sayti_selskohozyaystvennoe_konsultirovani.
6. 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. - S. 228-232.
7. David M. Bridgeland, Ron Zahavi. Business Modeling: A Practical Guide to Realizing Business Value. - Morgan Kaufmann. - 2008. - 408 r.
8. What is CobIT? [Jelektronnyj resurs] // isaca.org: oficial'nyj sayt mezhdunarodnoj asociacii ISACA. URL: <http://www.isaca.org/cobit/pages/default.aspx>.
9. What is ITIL® Best Practice? [Jelektronnyj resurs] // axelos.com: oficial'nyj sayt kompanii Axelos. URL: <https://www.axelos.com/best-practice-solutions/itil/what-is-itil>.

E-mail: ovk555@bk.ru

УДК: 338.242.2

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ МАЛЫХ ФОРМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ INSTITUTIONAL MECHANISMS OF TECHNOLOGICAL MODERNIZATION OF SMALL FARMS

Р.Н. Муртазаева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
С.Е. Алифанова, кандидат экономических наук

R.N. Murtazayeva, S.E. Alifanova

Волгоградский государственный аграрный университет
Volgograd State Agricultural University

Рассмотрено развитие крестьянско-фермерских хозяйств, индивидуальных предпринимателей, а также личных подсобных хозяйств, объем производства которых составляет более 60 процентов валовой продукции сельского хозяйства Волгоградской области и установлено, что экономическая и финансовая устойчивость их в настоящее время невозможны без адекватных элементов рыночной инфраструктуры, обеспечивающих благоприятные условия их деятельности. В то же время мировой опыт показывает, что деятельность зависит от эффективного использования техники, в условиях недостатка финансовых средств и возможна только через объединение их ресурсов, кооперации усилий и сотрудничества. А также во многих развитых странах широко используется добровольное объединение фермеров с целью совместного ис-

пользования техники, что позволяет им оптимизировать затраты на современное техническое оборудование и технологии, в целях соответствия рациональной системе аграрного производства. Проанализирован организационный механизм технологической модернизации мелкотоварного производства в сельском хозяйстве. Проведен анализ зарубежного опыта поддержки развития и обоснована возможность стимулирования активности малого бизнеса аграрного сектора. Разработано формирование фермерского технопарка с организационно-правовой формой в виде простого товарищества. Предложена новая форма предпринимательской деятельности – семейный микробизнес с правовым закреплением и поэтапным стимулированием.

We consider the development of peasant farms, individual entrepreneurs and private farms, the volume of which is more than 60 per cent of the gross agricultural output of the Volgograd region and found that the economic and financial stability of their currently is impossible without adequate elements of market infrastructure, providing favorable conditions of their work. At the same time, international experience shows that the activity is dependent on the effective use of technology in the conditions of a lack of funds and is only possible through combining their resources, cooperation and collaboration efforts. And as in many developed countries it is widely used voluntary association of farmers with a view to sharing technology that allows them to optimize the cost of modern technical equipment and technologies, in order to comply with a rational system of agricultural production. It analyzes the institutional mechanism for technological modernization of small-scale production in agriculture. The analysis of foreign experience and development support proved the possibility to stimulate the activity of small businesses of the agricultural sector. Developed by the formation of farmers' technology park with the legal form of a simple partnership. A new form of entrepreneurial activity as a family microbusiness with legal consolidation and gradual stimulation is observed.

Ключевые слова: технологическая модернизация, организационный механизм, простое товарищество, фермерский технопарк, семейный микробизнес, кооперирование техники, государственная поддержка.

Key words: technological modernization, organizational mechanism, a simple partnership, farm technology park, family microbusiness, technology co-operation, government support.

Введение. Развитие малых форм хозяйствования является важнейшим условием обеспечения устойчивости сельского развития Волгоградской области. Малые формы хозяйствования обеспечивают работой основную часть занятого в сельском хозяйстве населения. В то же время не достаточный уровень технической оснащенности и технологическая отсталость являются основными причинами низких темпов развития аграрного сектора экономики, медленного вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных угодий.

Структура сельского хозяйства региона по состоянию на 01 января 2016 г., кроме сельскохозяйственных организаций, представлена 4,8 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств, 240,6 тыс. личных подсобных хозяйств, 124 сельскохозяйственных потребительских кооператива. Они обладают большим объемом производственных мощностей, а именно только посевные площади сельскохозяйственных культур в К(Ф)Х и ЛПХ составляют 1098 тыс. га, 65,3 % из которых занято зерновыми и зернобобовыми культурами, 17,7 % – масличными культурами, остальная площадь посева овощных, бахчевых, кормовых культур и картофеля. Малыми формами хозяйствования обеспечивается содержание более 80 процентов общей численности скота, в том числе 86,2 % крупного рогатого скота, 41,4 % свиней, 86,7 % овец и коз. В совокупности ими производится около 50 % мяса, 92,0 % молока, 48,5 % яиц и 87 % шерсти.

В этой связи, Государственной программой «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2017-2020 гг. поставлены задачи стимулирования перехода ЛПХ в ИП и К(Ф)Х, увеличение объемов приобретения сельскохозяйственными товаропроизводителями новой энергонасыщенной высокопроизводительной сельскохозяйственной техники.

Машинно-технологический комплекс, являясь важнейшей производственной системой, регулирует объемы, качество и экономические характеристики конечной сельскохозяйственной продукции, внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий.

Современные экономические, а также участвовавшие неблагоприятные погодные условия негативно отразились на финансовом состоянии сельскохозяйственных товаропроизводителей и инвестиционном климате в агропромышленном комплексе.

Однако темпы роста отрасли недостаточны для роста и развития аграрного сектора экономики активного инвестирования, регулирования ценообразования на материальные ресурсы и др. и негативные тенденции в этом направлении остановить не удалось. Ежегодно хозяйства, к сожалению, списывают около 5 % устаревших и изношенной сельскохозяйственной техники и оборудования, взамен приобретая новую энергонасыщенную высокопроизводительную технику. Доля тракторов и комбайнов со сроком эксплуатации менее 10 лет по региону составляет более 70 %. На этом фоне, при массовом дефиците техники в сельском хозяйстве, её интенсивном старении как физическом, так и моральном, снижении показателей надежности внедрение разнообразных видов технологической модернизации сельскохозяйственных товаропроизводителей на современном этапе приобретает особую актуальность.

В настоящее время существует необходимость в принятии мер по поддержке всех хозяйствующих субъектов как уже действующих, так и вновь возникающих на территории региона.

Материалы и методы. Теоретической и методологической базой научной работы явились фундаментальные положения общей теории модернизации, научные труды современных отечественных и зарубежных ученых в сфере сельского хозяйства, нормативно-правовые акты федеральных и региональных органов законодательной и исполнительной власти. В процессе исследования авторами были применены экономико-статистические и аналитические методы исследования.

По предварительным итогам сельхозпереписи 2016 г., на сегодня в 33 сельскохозяйственных районах Волгоградской области действует более 5 тыс. КФХ и ИП, с посевной площадью 1476,8 тыс. га и 280,0 тыс. ЛПХ, за которыми закреплено 56,2 тыс. га пахотных земель [9, 6]. Ряд фермеров в некоторых районах арендуют не занятую под посевами землю в коллективных хозяйствах вовлекая дополнительные площади сельхозугодий под производство продукции.

Значение малых форм хозяйствования в современной аграрной экономике трудно переоценить, учитывая их огромное количество и роль ядра экономики, а также оценивая тот вклад, который они вносят в долю национального продукта (ВНП) и занятости населения [10]. По Волгоградской области, согласно статистическим данным за 2015 г., около 46 % сельскохозяйственной продукции производится хозяйствами населения (ЛПХ), 15,8 % крестьянско-фермерскими хозяйствами (КФХ), а остальная часть (около 38,4 % от общего числа произведенной продукции) приходится на сельскохозяйственные организации [4]. Объем производства сельскохозяйственной продукции по категориям хозяйств Волгоградской области за 2005-2015 гг. представлен в таблице 1.

Анализируя данные таблицы, представленные выше, можно сформулировать вывод, что перекоп в структуре производства в пользу ЛПХ необходимо трактовать как шаг назад не только по технико-технологическому уровню производства основных видов сельхозпродукции, определяющих специализации отрасли, но и в части обеспечения достойного проживания населения на сельских территориях.

Таблица 1 – Производство сельскохозяйственной продукции по категориям хозяйств
Волгоградской области за 2005-2015 гг. (в %)

Категория хозяйства	Годы			
	2005	2013	2015	% к 2010
Хозяйства всех категорий, в т.ч.:	100,0	100,0	100,0	100,0
Сельскохоз. организации	39,6	35,3	38,4	101,0
К(Ф)Х	11,9	13,7	15,8	130,3
ЛПХ	48,5	51,0	45,8	91,8

В связи с тем, что в настоящее время государство не в состоянии выделить средства на приобретение техники для всех фермерских хозяйств, а в сельскохозяйственных организациях парк машин значительно сократился и отсутствуют средства на приобретение новой техники, государство должно выступать гарантом перед банковской системой для предоставления фермерам, коллективным хозяйствам долгосрочных кредитов на льготных условиях и в организации реализации сельскохозяйственной техники на условиях лизинга [8].

Результаты и обсуждение. Стимулирование активности малого бизнеса аграрного сектора может представлять следующие возможности:

- применить конкретные технические и технологические достижения в процессе производства качественно нового или усовершенствованного продукта;
- повысить производительность труда на базе технических и технологических достижений;
- обеспечить рост уровня производственной мощности в хозяйствующих субъектах аграрного сектора;
- внедрить новые технические и технологические достижения в процессе упрощения тяжелого труда;
- использовать новые технические и технологические достижения в процессе частичного смягчения влияний природно-климатических факторов на аграрное производство сельхозпродукции.

В большинстве крестьянских (фермерских) хозяйствах (КФХ), получивших кредиты и возможность приобретения техники, уровень ее загрузки не соответствует нормативной из-за незначительных площадей земельных угодий [1]. Зарегистрированные, вновь образовавшиеся в настоящее время, не имеют доступа к льготным кредитам и возможности приобрести собственную сельскохозяйственную технику, а лизинг для них вообще не доступен по финансовым соображениям. Поэтому проблема обработки земли стоит очень остро и является одной из причин их несостоятельности [7].

В условиях, когда государство не в состоянии оказывать действенную финансовую поддержку всему сельскому хозяйству, одной из важнейших задач стабилизации сельского хозяйства является кооперирование техники.

Идея авторов преследует задачу объединения финансовых, трудовых и материально-технических ресурсов малых форм хозяйствования и личных подсобных хозяйств населения, которые, сохраняя самостоятельность, обеспечат стабильный доход, восстановление и обновление на инновационной основе собственной материально-технической базы.

Такой подход позволит решить одновременно как минимум три взаимосвязанные и емкие задачи:

- осуществление технологической модернизации материально-технической базы, наиболее отсталой части аграрной экономики;
- формирование коллективных компетенций в использовании инноваций;
- создание условий для орошения ранее неиспользуемых земельных участков (развитие малой мелиорации).

Возможность использования малыми формами хозяйствования современной техники и технологии повысит качество и сроки обработки земель и тем самым позволит снизить риски и потери урожая.

Для реализации потенциала модернизации мелкотоварного сельского хозяйства предлагается формирование «фермерского технопарка» с организационно-правовой формой в виде Простого товарищества, путем заключения договора на основе гражданского права, признаками которого являются договор между двумя или более партнерами. Участниками простого товарищества «Фермерский технопарк» могут быть индивидуальные предприниматели, заключившие договор между двумя или несколькими лицами, которые могут выступать в правовом поле под собственным названием.

В договоре оговариваются задачи, достижения совместной цели, обязательства каждого из участников договора, являющегося основой для совместной деятельности людей. Необходимо отметить, что цель должна быть совместной.

Товарищество «Фермерский технопарк», может добиться снижения рисков по существующим кредитным соглашениям для малого бизнеса, тем самым участвующие в нем заемщики могут получить дополнительный доход, предоставляя услуги на стороне, чтобы сократить расходы и увеличить урожай с помощью современной техники во время посева и избежать потери урожая, уменьшив затраты до минимума.

Для осуществления совместной деятельности каждый из участников соответствующего договора обязан внести свой вклад в форме финансовых средств, знаний и опыта, имущества или товарно-материальных ценностей, деловую репутацию и связи.

Преимущество простого товарищества «Фермерский технопарк» перед организационно-правовой формой кооператива заключается в том, что оно не является отдельным юридическим лицом, поэтому не подлежит налогообложению. Все члены товарищества зарегистрированы в налоговых органах как сельскохозяйственные образования, различных форм собственности и являются плательщиками сельскохозяйственного налога.

На основании вышеизложенного считаем, что предложенные нами новые формы коллективной технологической модернизации должны пользоваться приоритетом при оказании государственной поддержки.

При создании и деятельности данной формы хозяйствования решается ряд проблем:

- упрощается процедура получения долгосрочных кредитов на развитие и модернизацию технической базы: банки охотно работают с простыми товариществами, нежели с индивидуальными предпринимателями;
- минимизируются экономические риски, вследствие аккумулирования имущества, денежных вложений и других ресурсов;
- снижаются издержки производства, в результате сокращения числа наемных рабочих (в зависимости от членов товарищества), сокращение расходных материалов, получения выгоды в виде скидок при покупке удобрений, семян и прочих материалов;
- объединение всех членов товарищества одной общей целью ведет к повышению объемов и качества выращиваемой продукции за счет применения современных технологий и использования модернизированной сельскохозяйственной техники;
- рост финансового результата по итогам решения вышеперечисленных проблем.

Создание простого товарищества авторами рекомендуется проводить по территориальному признаку, так как значительно сокращаются: расходы на горюче-смазочные материалы при дислокации техники; временные интервалы работы; амортизация сельскохозяйственного оборудования и техники; затраты на орошение.

Кроме оказания услуг по выполнению сельскохозяйственных работ, созданное простое товарищество может выполнять и другие сельскохозяйственные работы, которые позволят ему быть более прибыльным. Для диверсификации деятельности в качестве вариантов можно предложить выполнение следующих работ: услуги грузоперевозок, услуги по ремонту сельскохозяйственной техники, услуги по предоставлению хранения сельхозтехники и др.

В соответствии с российским законодательством, могут стать участниками товарищества физические лица только зарегистрированные как индивидуальные предприниматели, и возможность кооперирования ЛПХ требует создания дополнительных условий.

На наш взгляд, необходимо законодательно ввести новую организационно-правовую форму предпринимательства в сельском хозяйстве – семейный аграрный микробизнес. Семейный аграрный микробизнес как форма предпринимательства существует де-факто, но не закреплена де-юре в законодательно-правовом регулировании предпринимательской деятельности.

Законодательно закреплённая форма предпринимательства «микробизнес» позволит определить льготы и преференции, которые укрепят семейные традиции и активизируют бизнес-процессы в регионе, особенно в сельской местности. Исследование показывает, что правовое закрепление и стимулирование семейного бизнеса должно проходить в несколько этапов.

За этот период предприниматель хозяйствующего субъекта аграрного сектора выработает привычку, заложенную на уровне архетипов по развитию модернизации культуры: предпринимательства, а именно осуществление фактов хозяйственной жизни, учет и анализ деятельности, контроль; освоения и ведения семейного совместного хозяйства; поддержания семейных традиций и бытового уклада - повысится авторитет семьи; воспитания детей на собственном примере; формирования государственных налоговых доходов как будущего финансового резерва для выживания.

В аграрном секторе развитие семейного аграрного микробизнеса (численность до 15 человек) по общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД) должно иметь особые преференции и дополнительную финансовую поддержку со стороны Администрации Волгоградской области.

Заключение. Организационно-экономический механизм технологической модернизации малых форм хозяйствования в отрасли представляет собой сложную систему взаимосвязанных элементов, включающую в себя технологическую обеспеченность сельского хозяйства, где технологическая модернизация выступает необходимым условием перехода на инновационный тип развития.

Обоснован организационный механизм технологической модернизации для малого агробизнеса в виде простого товарищества за счет оптимизации использования сельскохозяйственной техники. Предложен вариант правового закрепления товарных хозяйств населения как важнейшего сектора современного сельскохозяйственного предпринимательства.

Разработанные и обоснованные предложения по объединению ресурсов К(Ф)Х и ИП, ЛПХ, позволят повысить производительность труда, улучшить условия для постепенной технологической модернизации наиболее проблемного сектора аграрной экономики и обновить материально-техническую базу отрасли.

Библиографический список

1. Бутырин, В.В. Совершенствование государственной поддержки инновационно-инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве [Текст]/В.В. Бутырин, А.Н. Милованов, В.В. Невзгоднов// Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 6. – С. 61-65.

2. Государственная поддержка АПК и устойчивого развития хозяйствующие субъекты аграрного сектора (в вопросах и ответах) [Текст]/ Под ред. И.С. Горячева, Л.Т. Мехрадзе.- М.: Министерство сельского хозяйства : ФГБУНУ «Росинформагротех», 2012. – С. 97.
3. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/>.
4. Официальный сайт Росстата 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main
5. Проняева, Л.И. Управленческий учет и инновационно-инвестиционная политика в АПК [Текст]/ Л.И. Проняева// Экономический анализ: теория и практика. – 2008. – N 19 ИСС КонсультантПлюс.
6. Растем, однако! [Текст] //Волгоградская правда. – №16 от 01.02.2017.
7. Санду, И.С. Техничко-технологическая модернизация сельского хозяйства России [Текст] /И.С. Санду, А.А. Полухин//Экономика сельского хозяйства России. – 2014. – №1. – С. 5-8.
8. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России на период до 2020 года [Текст]/ Ю.Ф. Лачуга и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 80 с.
9. Стратегия социально-экономического развития Волгоградской области (2008-2025 гг.) [Текст]/Под редакцией док-ра экон. наук, проф. О.В. Иншакова; РАН, Отделение общественных наук, Юж. секция содействия развитию экономики; ВолГУ. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2008.– 356 с.
10. Узун, В.Я. Экономическая классификация личных подсобных хозяйств [Текст]/В.Я. Узун, В.А. Сарайкин// АПК: Экономика, управление. – 2012. – № 1. – С. 41-48.
11. Ушачев, И. Г. Современное состояние и проблемы развития АПК России [Текст]/Доклад на заседании Ученого совета в Институте экономики РАН 20 мая 2014 г.

Reference

1. Butyrin, V. V. Sovershenstvovanie gosudarstvennoj podderzhki innovacionno-investicionnoj deyatel'nosti v sel'skom hozyajstve [Tekst]/V. V. Butyrin, A. N. Milovanov, V. V. Nevzgodov// Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N. I. Vavilova. - 2012. - № 6. - S. 61-65.
2. Gosudarstvennaya podderzhka APK i ustojchivogo razvitiya hozyajstvuyushie sub'ekty agrarnogo sektora (v voprosah i otvetah) [Tekst]/ Pod red. I. S. Goryacheva, L. T. Mehradze. -- M.: Ministerstvo sel'skogo hozyajstva : FGBUNU "Rosinformagroteh", 2012. - S. 97.
3. Konceptiya dolgosrochnogo social'no-]konomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/>.
4. Oficial'nyj sajt Rosstata 2016 g. [Jelektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main
5. Pronyaeva, L. I. Upravlencheskij uchet i innovacionno-investicionnaya politika v APK [Tekst]/ L. I. Pronyaeva// Jekonomicheskij analiz: teoriya i praktika. - 2008. - N 19 ISS Konsul'tant-Plyus.
6. Rastem, odnako! [Tekst] //Volgogradskaya pravda. - №16 ot 01.02.2017.
7. Sandu, I. S. Tehniko-tehnologicheskaya modernizaciya sel'skogo hozyajstva Rossii [Tekst] /I. S. Sandu, A. A. Poluhin//Jekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii. - 2014. - №1. - S. 5-8.
8. Strategiya mashinno-tehnologicheskoy modernizacii sel'skogo hozyajstva Rossii na period do 2020 goda [Tekst]/ Yu. F. Lachuga i dr. - M.: FGNU "Rosinformagroteh", 2009. - 80 s.
9. Strategiya social'no-jekonomicheskogo razvitiya Volgogradskoj oblasti (2008-2025 gg.) [Tekst]/Pod redakciej dok-ra jekon. nauk, prof. O. V. Inshakova; RAN, Otdelenie obschestvennyh nauk, Yuzh. sekciya sodejstviya razvitiyu]konomiki; VolGU. - Volgograd: Izd-vo VolGU, 2008. -- 356 s.
10. Uzun, V. Ya. Jekonomicheskaya klassifikaciya lichnyh podsobnyh hozyajstv [Tekst]/V. Ya. Uzun, V. A. Sarajkin// APK: jekonomika, upravlenie. - 2012. - № 1. - S. 41-48.
11. Ushachev, I. G. Sovremennoe sostoyanie i problemy razvitiya APK Rossii [Tekst]/Doklad na zasedanii Uchenog soveta v Institute jekonomiki RAN 20 maya 2014 g.

E-mail: menedgment.volgau.com

УДК 338.242.2

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ИНВЕСТИЦИОННЫМИ СТРАТЕГИЯМИ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК
С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ****MATHEMATICAL MODELING OF OPTIMAL CONTROL THE INVESTMENT
STRATEGY OF AGRICULTURAL ENTERPRISES WITH UNCERTAINTY****Е.В. Мелихова**, кандидат технических наук, доцент**E.V. Melikhova***Волгоградский государственный аграрный университет*
Volgograd state agricultural university

В статье рассмотрены теоретические проблемы оптимизации процессов инвестирования в рамках конкуренции сельхозтоваропроизводителей. Проведено экономико-математическое моделирование параметров оптимального нестратегического и стратегического случаев конкуренции сельхозтоваропроизводителей при выборе переменных инвестирования. Показано, что оптимальная величина инвестиционного порога возрастает, при угрозе последующего конкурентного входа на рынок другого производителя. Наличие потенциального конкурента вынуждает первого производителя повышать уровень качества продукции. Повышенное качество сельскохозяйственной продукции индуцирует оптимальность более высокого, чем в случае отсутствия конкуренции, инвестиционного порога. Доказано посредством анализа соотношений между уровнем сетевых экстерналий, величиной сети и оптимизированным значением качества сельскохозяйственной продукции, что в условиях неопределенности рынка показатель качества продукции должен увеличиваться с возрастанием степени неопределенности и скорости приращения прибыли. Неопределенность (волатильность) конкурентной среды и степень интенсивности моделируемых сетевых экстерналий оказывают воздействие и на значение оптимального инвестиционного порога. Полученное дифференциальное уравнение выявило прямое соотношение между оптимальным значением порога инвестирования и степенью неопределенности рыночной среды. Увеличение неопределенности на рынке сельскохозяйственной продукции, при котором предприятие осуществляет инвестирование, предполагает рост значения инвестиционного порога при оптимальном вхождении на конкурентный рынок.

The article deals with the theoretical problem of the optimization of investment processes in the framework of agriculture producers competition. A mathematical modeling of economic parameters of non-strategic and strategic cases of agricultural competition in the selection of investment variables was made. It is shown that the optimal value of the investment threshold increase, with the threat of further competitive entry into the market of another manufacturer. The presence of a potential competitor forcing the first manufacturer to raise the level of product quality. High quality agricultural products induces optimal higher than in the case of the absence of competition, the investment threshold. It is proved by analyzing the relationships between the level of network externalities, the value of the network and optimized the value of agricultural product quality, which in the conditions of Quality product market uncertainty should increase with increasing degree of uncertainty and profit increment rate. The uncertainty (volatility) of the competitive environment and the degree of intensity of the simulated network externalities have an impact on the value of the optimal investment threshold. The resulting differential equation revealed a direct correlation between the optimum value of the investment threshold and the degree of uncertainty of the market environment. Increased uncertainty in the market of agricultural products in which the company invests, investment growth suggests threshold values for optimal entry in the competitive market.

Ключевые слова: *экономико-математическое моделирование, инвестирование, стратегическое взаимодействие, уровень качества сельскохозяйственной продукции.*

Key words: *economic and mathematical modeling, investment, strategic cooperation, quality of agricultural products.*

Введение. При моделировании экономических систем, в отличие от технических, даже четко сформулированная проблема требует детального изучения и структурирования. Слабая структурированность экономических проблем диктует повышенные требования к всесторонности, цельности и гармоничности системного анализа [1]. Существенная неопределенность экономических процессов, характерная для предприятий АПК, приводит к тому, что принятие решения относительно управления инвестиционными процессами обуславливает необходимость не только определения оптимального момента вхождения в конкурентный рынок, но и обоснование характеристик качества сельскохозяйственной продукции. Более высокое качество сельскохозяйственных продуктов связано с повышенными производственными затратами, однако позволяет получить выгоды от лучшего состояния спроса. Напротив, худшее состояние спроса может приводить к более низкому качеству продукции, поскольку затраты на улучшение качества могут превосходить выгоды от несущественного увеличения потребительского спроса [5]. Поэтому управление инвестиционными стратегиями предприятий АПК с учетом неопределенности – вопрос актуальный.

Материалы и методы. Проблема разработки и применения методов теории управления к задачам управления в социальной и экономической сферах не нова. Известны различные подходы построения математических моделей управления инвестиционными стратегиями предприятий с учетом неопределенности. В данной статье анализируются инвестиционные решения предприятий АПК на рынке продовольствия, характеризующимся стохастическим типом спроса, сетевыми положительными экстерналиями и конкурентным характером входа. Основным содержанием являются теоретическое и прикладное исследование системных связей, закономерностей функционирования, развития объектов и процессов в экономике АПК, ориентированное на повышение эффективности управления на основе развития и использования методов теории управления и принятия решений, статическим и динамическим методам стохастической оптимизации.

Результаты. Для исследования данного вопроса была поставлена задача построения экономико-математической модели, в которой производитель с.-х. продукции выбирает момент инвестирования, а также уровня качества производимой продукции с учетом инновационной компоненты.

Прибыль в данный момент t в расчете на единичного потребителя обозначим $x(t)$, где X описывается дифференциальным уравнением броуновского движения [2]:

$$dx(t) = \alpha x(t)dt + \sigma x(t)dw(t), \quad (1)$$

где параметр α – детерминированная тенденция (тренд), σ – волатильность показателей прибыли, dw – приращение (малое) винеровского процесса.

Принимается, что совокупность потребителей характеризуется оценками показателей ω_i качества продукции, равномерно распределенными в интервале $[0,1]$. Потребитель получать выгоду не только из самостоятельного потребления товара, но и использования данного товара другими потребителями. Функция полезности U_i , удовлетворяющая этому условию, может быть представлена в виде [5]:

$$U_i = \omega_i q + a n - k, \quad (2)$$

где q – показатель качества товара, k – затраты на приобретение товара, не связанные с ценой.

Данный параметр k показывает немонетарные затраты, связанные с временем и усилиями, необходимыми для поиска товара с соответствующими характеристиками. Параметр a показывает уровень сетевых экстерналий. Если a положительные, то полезность данного потребителя возрастает с ростом количества остальных потребителей и наоборот.

На основе функции полезности (2) можно определить размер сети в зависимости от выбранного фирмой качества. Зададим потребителя типа $\bar{\omega}$ как безразличного к приобретению либо отказу от приобретения продукции, что соответствует равенству $\bar{\omega}q + an - k = 0$. Поскольку размер сети n равен $1 - \bar{\omega}$, то

$$n(q) = \frac{q - k}{q - a}. \quad (3)$$

Затраты производителя, отнесенные к единице продукции, определяются как $c(q)$. Выбирая качество продукции q для максимизации опциона инвестирования, предприятие определяет его стоимость и вычисляет стоимость проекта. Для определения стоимости инвестиционного проекта $V(t)$ необходимо определить интеграл разности (дисконтированной по времени) мгновенной прибыли потребителей, равной $xn(q)$ и затратами на производство $c(q)n(q)$:

$$V(t) = E \left[\int_t^{\infty} (x(s) - c(q))n(q) \exp[r(t-s)] ds \right] = \quad (4)$$

$$= \frac{n(q)x}{\delta} - \frac{c(q)n(q)}{r} \equiv R(q)x - C(q),$$

где $R(q) = \frac{n(q)}{\delta}$, $C(q) = \frac{c(q)n(q)}{r}$, r – процентная ставка (безрисковая); $\delta = r - \alpha$.

Невозвратные инвестиционные затраты предприятия обозначим I .

Для получения значения оптимального инвестиционного порога (x^*), соответствующего оптимальному качеству продукции q , при котором предприятие входит в рынок, используем описанный ниже подход.

а) Определим момент оптимального инвестирования для произвольного уровня q . В результате получим стоимость опциона $F(q)$ и значение оптимального инвестиционного порога $x^*(q)$ (5) и (6).

б) Определяем максимальное значение стоимости опциона инвестирования $F(q)$, согласно выражению (7).

Оптимальное значение инвестиционного порога $x^*(q)$, определяемое как наименьшее значение X , получаем в виде:

$$x^*(q) = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \frac{I + C(q)}{R(q)}, \quad (5)$$

где обозначено

$$\beta_1 = -\frac{\alpha}{\sigma^2} + \frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{\alpha}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{2r}{\sigma^2}} > 1. \quad (6)$$

Максимальное значение стоимости опциона инвестирования $F(q, x)$ определяется из зависимости

$$F(q, x) = \frac{(\beta_1 - 1)^{\beta_1 - 1}}{\beta_1^{\beta_1}} \frac{R(q)^{\beta_1} x^{\beta_1}}{(I + C(q))^{\beta_1 - 1}}. \quad (7)$$

Оптимальный уровень качества для инвестиционного решения $x^*(q)$ определяется максимизацией зависимости (7) по q .

Продифференцировав полученное уравнение относительно q^* - оптимальное качество продукции, получим уравнение: $C_q = x^* R_q$.

Таким образом, величина опциона инвестирования максимальна, когда предельные затраты на увеличение качества сельскохозяйственной продукции, соответствующие оптимальному порогу инвестирования, соответствуют предельному ожидаемому выигрышу.

При изменении качества продукции q^* неопределенность рыночной среды и интенсивность сетевых экстерналий воздействуют на оптимальный инвестиционный порог и явно, и неявно. Их суммарное воздействие определяется следующим дифференциальным уравнением:

$$\frac{dx^*(q)}{d\theta} = \frac{\partial x^*(q)}{\partial \theta} + \frac{\partial x^*(q)}{\partial q} \frac{dq}{d\theta}, \quad \theta \in \{a, \sigma\}. \quad (8)$$

Расчеты показывают, что если взять широкий интервал параметров модели, то оптимальное значение инвестиционного порога будет снижаться с ростом уровня сетевых экстерналий. Это обусловлено тем, что более значимые сетевые экстерналии повышают привлекательность товарного рынка для предприятий. Откуда получаем высокую стоимость инвестиционного проекта и более низкие значения спроса X , что достаточно для требуемого уровня рентабельности проекта при прочих равных условиях в момент инвестирования $\beta_1/(\beta_1 - 1)$.

Сравним взаимодействие двух фирм-предприятий на рынке. Допустим возможность входа в рынок второго конкурентного игрока (предприятие 2). Предположим, что он может войти в рынок только после вхождения в рынок предприятия 1. Производитель 2 начинает предлагать продукцию, качество q_2 которой не равно качеству q_1 производителя 1. Поскольку рассматриваемые производители не конкурируют в ценах, то затраты для потребителей доступа к любой сети одинаковы. Следовательно, производимые фирмами товары были бы эквивалентными (субститутами), а результирующее рыночное равновесие всегда представляло бы собой монополию. Если товары, производимые предприятиями, не являются абсолютными субститутами, то такая ситуация исключается. Обозначим $\rho \in (0,1)$ степень замещения. Если ρ приближается к единице, то продукция, предлагаемая двумя предприятиями, является субститутами. В противном случае, для малых значений ρ , производители находятся на отдельных рынках виртуально.

Проанализируем воздействие входа в рынок производителя 2 на оценку стоимости предприятия 1, уже функционирующего на рынке. Для этого исследуем структуру рынка дифференцированных товаров при условии сетевых экстерналий. Выражения для функций обратного спроса запишутся в виде

$$\begin{cases} k = (1 - n_1)q_1 - \rho n_2 q_2 + a(n_1 + \rho n_2), & \text{для сети фирмы 1} \\ k = (1 - n_2)q_2 - \rho n_1 q_1 + a(n_2 + \rho n_1), & \text{для сети фирмы 2} \end{cases} \quad (9)$$

где $n_i, i \in \{1,2\}$ – размер сети i -го предприятия; k – мгновенные издержки обеспечения доступа к сети; $a(n_1 + \rho n_2)$ – зависимость от сетевых экстерналий.

Выражения (9) отражают линейные функции спроса, снижающегося с увеличением объемов n_i и n_j предлагаемой с.-х. продукции.

Для удобства проведения аналитического анализа будем рассматривать следующую линейную модель функции затрат:

$$c(q_i) = c_0(q_i - a), \quad q_i \in [a, \infty), \quad (10)$$

где C_0 - безразмерный параметр, характеризующий эффективность.

Следовательно, более высокие значения C_0 соответствуют менее эффективным отраслям. Выражение для соответствующей (10) мгновенной прибыли имеет вид

$$\pi_i = (x - c_0(q_i - a))q_i. \quad (11)$$

Рассматриваемая модель динамической игры решена методом обратной индукции [5]. Сначала определяется оптимальный инвестиционный порог и уровень качества продукции предприятия 2:

$$x_2^* = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \left(\frac{I(1 - \rho^2)}{q_2 - \underline{q}_2} + \frac{c_0}{r} \right) (q_2 - a) \delta, \quad (12)$$

$$F_2^* = \max_{q_2} \frac{(q_2 - \underline{q}_2)x_2^*}{\beta_1(1 - \rho^2)\delta(q_2 - a)} \left(\frac{x}{x_2^*} \right)^{\beta_1}. \quad (13)$$

Из выражения (13) следует, что качество продукции, максимизирующее стоимость опциона инвестирования предприятия 2, q_2^* , определяется следующим образом

$$q_2^* = \frac{1}{2(\beta_1 - 1)} \times \left[(2(\beta_1 - 1)\underline{q}_2 - a + \sqrt{\underline{q}_2 - a} \sqrt{\underline{q}_2 - a + 4\beta_1 I r (\beta_1 - 1)(1 - \rho^2) c_0^{-1}}) \right], \quad (14)$$

где $\underline{q}_i = k(1 - \rho) + \rho \max[k, q_j]$.

Таким образом, предприятие 2 оптимально отвечает на увеличение качества продукции производителя 1 не только ростом качества своей продукции, но также откладывая момент своего входа в рынок, т.е. имеют место следующие неравенства:

$$\frac{dq_2^*}{dq_1} > 0, \quad \frac{dx_2^*}{dq_1} > 0.$$

Отсюда можно сделать вывод, что выбор наиболее высокого уровня качества Q_1 равносильно установке барьеров для входа в рынок производителем 1.

Проанализируем инвестиционное решение производителя 1, вычислив оптимальный инвестиционный порог предприятия 2. Заметим, что в момент инвестирования t стоимость инвестиционного проекта предприятия 1 определяется уравнением (15):

$$V_1 = \underbrace{\frac{q_1^* - k}{q_1^* - a} \left(\frac{x}{\delta} - \frac{c_0(q_1^* - a)}{r} \right) - I}_{\text{стоимость опциона инвестирования монополиста}} + \underbrace{\left(\frac{1}{1 - \rho^2} \frac{q_1^* - \underline{q}_1}{q_1^* - a} - \frac{q_1^* - k}{q_1^* - a} \right) \left(\frac{x_2^*}{\delta} - \frac{c_0(q_1^* - a)}{r} \right) \left(\frac{x}{x_2^*} \right)^{\beta_1}}_{\text{стоимость, потерянная из-за входа в рынок конкурирующей фирмы}}. \quad (15)$$

Обсуждение. В полученных выражениях для оптимального инвестиционного порога и стоимости опциона инвестирования производителя 1 следует отметить, что оптимальный момент инвестирования производителя 1 в явной степени не зависит от действий, предпринятых предприятием 2. Несмотря на то, что роли фирм (лидер и последователь) определены экзогенно, на оптимальный момент инвестирования производителя 1 оказывает влияние выбор уровня качества продукции q_1 .

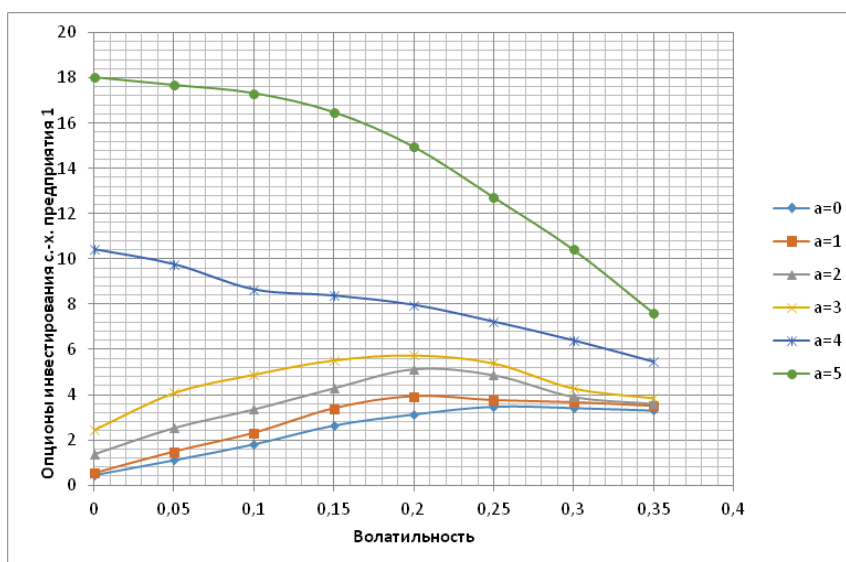


Рисунок 1 – Опционы инвестирования предприятия 1 для следующих значений параметров: $\rho = 0,5$; $k = 5$; $c_0 = 1$; $r = 0,05$; $\alpha = 0,015$; $x_0 = 4$; $I = 10$

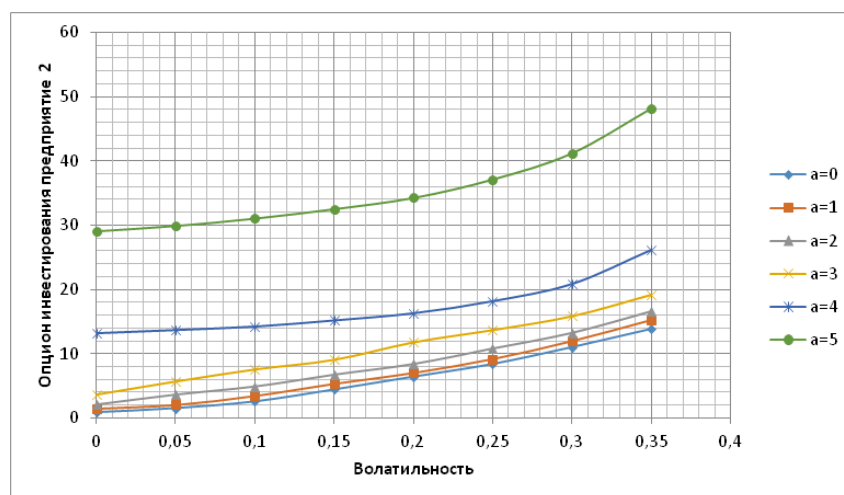


Рисунок 2 – Опционы инвестирования предприятия 2 для следующих значений параметров: $\rho = 0,5$; $k = 5$; $c_0 = 1$; $r = 0,05$; $\alpha = 0,015$; $x_0 = 4$; $I = 10$

На рисунках 1 и 2 показана взаимосвязь рыночной волатильности и стоимости инвестиционного опциона предприятия 1 и предприятия 2 соответственно при различных величинах сетевых экстерналий. На основе этого можно сделать следующие выводы.

Стоимость опциона инвестирования производителя 1 ниже, чем предприятия 2, что обусловлено невыгодным положением производителя-лидера в конкурентной игре, где предприятия взаимодействуют на уровне стратегических complements. Хотя

предприятие 1 получает прибыль от более раннего инвестирования в течение большего по продолжительности периода, ее совокупная стоимость ниже, чем у предприятия 2. Соотношения между стоимостью инвестиционного проекта производителя 1 и неопределенностью во многом определяется величиной сетевых экстерналий α . Традиционный постулат теории реальных опционов предполагает, что знак этого соотношения больше нуля. В то же время, с возрастанием уровня неопределенности предприятие 2 вынужденно обеспечивать более «агрессивное» качество своей продукции, т.е. $\frac{dq^*}{d\sigma} > 0$,

что снижает стоимость опциона инвестирования производителя 1.

Знак совместного результата упомянутого взаимодействия является неоднозначным, что отражает рассмотренный выше компромисс. Как показывает рисунок 1, присутствие на рынке значимых сетевых экстерналий способствует росту упомянутого эффекта и увеличивает стоимость опционов инвестирования для обоих предприятий. Скорость изменения этого увеличения возрастает, если стоимость влияния сетевых экстерналий приближается к затратам на участие в сети. Поэтому, для набора параметров (рисунок 1) изменение в стоимости опционов инвестирования обоих предприятий, возникающая при увеличении значения параметра α с 3 до 4 ($k = 5$) выше, чем аналогичное изменение, обусловленное увеличением параметра α от 0 до 3. Выбор оптимального инвестиционного порога представлен на рисунке 2.

Заключение. Таким образом, проведено сравнение параметров нестратегического и стратегического случаев конкуренции производителей относительно оптимального выбора стратегических переменных. Оптимальная величина инвестиционного порога возрастает, если учитывается угроза последующего конкурентного входа другого производителя на рынок. Наличие потенциального конкурента вынуждает первого производителя повышать уровень качества продукции. Более высокое качество сельскохозяйственной продукции обеспечивает оптимальность более высокого, чем в случае отсутствия конкуренции инвестиционного порога.

В результате анализа соотношений между уровнем сетевых экстерналий, величиной сети и оптимизированным значением качества сельскохозяйственной продукции доказано, что в условиях неопределенности рынка показатель качества продукции должен увеличиваться с возрастанием степени неопределенности и скорости приращения

прибыли: $\frac{dq^*}{d\sigma} > 0$, $\frac{dq^*}{d\alpha} > 0$. Неопределенность (волатильность) конкурентной среды и степень интенсивности моделируемых сетевых экстерналий оказывают воздей-

ствие и на значение оптимального инвестиционного порога. Анализ дифференциального уравнения (8) показывает прямое соотношение между оптимальным значением по-

рога инвестирования и степенью неопределенности рыночной среды $\frac{dx^*(q)}{d\sigma} > 0$. Сле-

довательно, увеличение неопределенности на рынке с.-х. продукции, при котором предприятие осуществляет инвестирование, индуцирует рост оптимального значения инвестиционного порога при вхождении на конкурентный рынок.

Библиографический список

1. Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ [Текст]: учебник/ В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. – М.: Издательско-торговая компания «Дашков и К», 2010. – 640 с.
2. Заяц, О.А. Моделирование динамики урожайности зерновых культур в Нижнем Поволжье методом многократного выравнивания [Текст] /О.А. Заяц, Е.В. Мелихова, Д.А. Мелихов // Аграрный научный журнал. – 2009. – № 11. – С. 52-56.

3. Мелихова, Е.В. Прогнозирование социально-экономических показателей Волгоградской области с применением эконометрических моделей [Текст] / Е.В. Мелихова // Труд и социальные отношения. – 2013. – № 11. – С. 125-130.
4. Никаноров, С.П. Системный анализ: этап развития методологии решения проблем в США [Электронный ресурс] / С.П. Никаноров. – Режим доступа – http://or-rsv.narod.ru/Concept/Nikanorov_003.htm
5. Рогачев, А.Ф. Моделирование оптимальных инвестиционных стратегий фирмы в условиях неопределенности и конкуренции [Текст] / А.Ф. Рогачёв, Д.А. Мелихов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2009. – № 4(24). – С.129-132.
6. Рогачёв, А.Ф. Моделирование стратегического выбора инвестирования на основе теории реальных опционов [Текст] / А.Ф. Рогачёв, Д.А. Мелихов // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2011. – Т. 11. № 4 (77). – С. 226-230.
7. Скитер, Н.Н. Теория допустимости управления экосистемой посредством налоговых механизмов [Текст] / Н.Н. Скитер, А.В. Шохнех, Е.В. Мелихова // Аудит и финансовый анализ. – 2015. – № 6. – С. 428-431.
8. Скитер, Н.Н. Моделирование и анализ эффективности государственного регулирования производственного сектора [Текст] / Н.Н. Скитер, А.Ф. Рогачев // Экономические науки. – 2010. – № 62. – С. 28-33.
9. Dixit A.K., Pindyck R.S. Investment under Uncertainty. - Princeton: Princeton University Press, 1996.
10. Formation of marketing strategy at environmentally determined enterprise / Pozdnyakova U.A., Buyanova M.E., Budanova I.M., Bezrukova T.L., Rogachev A.F., Golikov V.V. // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. T. 6. № 5 S1. P. 369-375.
11. Rogachev A. Economic and mathematical modeling of food security level in view of import substitution // Asian Social Science. 2015. T. 11. № 20. C. 178-184.
12. Rogachev, A.F. Modelling of monotowns development by means of cognitive maps / Rogachev, A.F., Miziakina, O.B., Fedorova, Y.V. // Actual Problems of Economics. 2016. P. 409-416.
13. Skiter N. Modeling ecological security of a state / Skiter N., Rogachev A.F., Mazaeva T.I. // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. T. 6. № 36. C. 185-192.

Reference

1. Vdovin, V. M. Teoriya sistem i sistemnyj analiz [Tekst]: uchebnik/ V. M. Vdovin, L. E. Surkova, V. A. Valentinov. - M.: Izdatel'sko-torgovaya kompaniya "Dashkov i K", 2010. - 640 s.
2. Zayac, O. A. Modelirovanie dinamiki urozhajnosti zernovykh kul'tur v Nizhnem Povolzh'e metodom mnogokratnogo vyravnivaniya [Tekst] /O. A. Zayac, E. V. Melihova, D. A. Melihov // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. - 2009. - № 11. - S. 52-56.
3. Melihova, E. V. Prognozirovaniye social'no-]konomicheskikh pokazatelej Volgogradskoj oblasti s primeneniem]konometricheskikh modelej [Tekst] /E. V. Melihova // Trud i social'nye otnosheniya. - 2013. - № 11. - S. 125-130.
4. Nikanorov, S. P. Sistemnyj analiz: etap razvitiya metodologii resheniya problem v SShA []lektronnyj resurs] / S. P. Nikanorov. - Rezhim dostupa - http://or-rsv.narod.ru/Concept/Nikanorov_003.htm
5. Rogachev, A. F. Modelirovanie optimal'nykh investicionnykh strategij firmy v usloviyakh neopredelennosti i konkurencii [Tekst] / A. F. Rogachjov, D. A. Melihov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2009. - № 4(24). - S.129-132.
6. Rogachjov, A. F. Modelirovanie strategicheskogo vybora investirovaniya na osnove teorii real'nykh opcionov [Tekst] / A. F. Rogachjov, D. A. Melihov // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. - 2011. - T. 11. № 4 (77). - S. 226-230.
7. Skiter, N. N. Teoriya dopustimosti upravleniya]kosistemoj posredstvom nalogovykh mehanizmov [Tekst] / N. N. Skiter, A. V. Shohneh, E. V. Melihova // Audit i finansovyj analiz. - 2015. - № 6. - S. 428-431.

8. Skiter, N. N. Modelirovanie i analiz jffektivnosti gosudarstvennogo regulirovaniya proizvodstvennogo sektora [Tekst] / N. N. Skiter, A. F. Rogachev // }konomicheskie nauki. - 2010. - № 62. - S. 28-33.
9. Dixit A.K., Pindyck R.S. Investment under Uncertainty. - Princeton: Princeton University Press, 1996.
10. Formation of marketing strategy at environmentally determined enterprise / Pozdnyakova U.A., Buyanova M.E., Budanova I.M., Bezrukova T.L., Rogachev A.F., Golikov V.V. // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. T. 6. № 5 S1. P. 369-375.
11. Rogachev A. Economic and mathematical modeling of food security level in view of import substitution // Asian Social Science. 2015. T. 11. № 20. S. 178-184.
12. Rogachev, A.F. Modelling of monotowns development by means of cognitive maps / Rogachev, A.F., Mizyakina, O.B., Fedorova, Y.V. // Actual Problems of Economics. 2016. P. 409-416.
13. Skiter N. Modeling ecological security of a state / Skiter N., Rogachev A.F., Mazaeva T.I. // Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. T. 6. № 36. S. 185-192.

E-mail: mel-v07@mail.ru

УДК 657.1:631.115.8

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УЧЁТА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КООПЕРАТИВОВ**
**ACCOUNTING PROBLEMS AND PROSPECTS
OF AGRICULTURAL CONSUMER COOPERATIVES**

Н.В. Чернованова, кандидат экономических наук, доцент

Е.В. Ягупова, кандидат экономических наук, доцент

N.V. Chernovanova, E.V. Yagupova

Волгоградский государственный аграрный университет
Volgograd state agrarian university

В статье рассмотрены функционирование и развитие сельскохозяйственной кооперации в новых экономических условиях. В рыночных условиях складывается новый хозяйственный механизм функционирования многоукладного сельскохозяйственного производства, включая кооперацию и интеграцию в развитии бизнеса, в целях сокращения издержек производства и роста конкурентоспособности продукции. Для получения необходимых данных и своевременного предоставления отчетных форм рекомендована «Ведомость учета расходов по счету 26». Составлена трехуровневая модель функционирования системы сельскохозяйственных потребительских кооперативов, которая поможет повысить эффективность сельскохозяйственного производства. В результативной части отражены мероприятия по развитию сельскохозяйственной потребительской кооперации на перспективу. Для усиления контроля за издержками производства целесообразно расширить возможности нормативного бухгалтерского учета в отношении сельскохозяйственного производства. С этой целью определена структура учетного стандарта и дана его характеристика. Сельскохозяйственная потребительская кооперация может обеспечить оптимальное производство, укрепить связи между участниками кооперации, повысить производительность труда и снизить себестоимость продукции.

The article deals with the operation and development for Agricultural Cooperation in the new economic conditions. The market environment develops new economic mechanism of functioning of multi-structure agricultural production, including co-operation and integration in business development in order to reduce production costs and increase competitiveness. Recommended «Statement of account on 26 expense account» to provide the necessary data and the timely submission of reporting forms. Compiled by three-level model of the functioning of the system of agricultural consumer cooperatives, which will help improve the efficiency of agricultural production. In the productive part reflects measures to develop rural-agricultural-consumer cooperation in the future. For stress-monitoring

of production costs it is advisable to extend the possibilities of the WHO-regulatory accounting in respect for Agricultural production. To this end, the accounting standards defined structure and given its characteristics. Agricultural consumer cooperation can ensure optimum production, strengthen the ties of cooperation between the parties, improve productivity and reduce production costs.

Ключевые слова: сельскохозяйственные потребительские кооперативы, бухгалтерский учет, концепция развития системы потребительской кооперации, сельское хозяйство.

Key words: agricultural consumer cooperatives, accounting, concept of consumer cooperative system and agriculture.

Введение. В современном сельском хозяйстве сосредоточен существенный ресурсный и высоконучный потенциал, способный обеспечить параметры продовольственной самодостаточности и безопасности по потребляемым продуктам питания за счет собственного производства.

Актуальность проблемы сельскохозяйственной потребительской кооперации обусловлена высокой значимостью развития субъектов малого агробизнеса в поддержании продовольственной безопасности и в создании необходимости успешных условий их функционирования для обеспечения новых рабочих мест, повышении уровня жизни, выполнения государственных заказов, развитии сельских территорий [7].

Материалы и методы. Одним из перспективных направлений в реформировании агропромышленного комплекса является осуществление мер по оздоровлению экономики и возобновлению производства в неплатёжеспособных аграрных организациях[8].

В российском законодательстве (Федерального закона № 193-ФЗ «О сельскохозяйственной кооперации») предусмотрен определенный порядок образования кооператива (рисунок 1).



Рисунок 1 – Порядок образования сельскохозяйственного потребительского кооператива

В настоящее время недостаточно определена последовательная схема определенных действий сельхозпроизводителей для создания сельскохозяйственного потребительского кооператива. Необходимо полное соответствие кооператива принципам кооперативного движения с момента его образования [10].

Деятельность потребительского общества регламентируется в соответствии с «Рекомендациями по ведению бухгалтерского учета и отчетности в сельскохозяйственных потребительских кооперативах». Учет в кооперативах организуется на основании типового плана счетов, если по установленным законодательно нормам сельскохозяйственный кооператив относится к субъектам малого предпринимательства, то учет можно вести по упрощенной системе. Рассмотрим на конкретном примере бухгалтерские проводки, совершаемые в сельскохозяйственных потребительских кооперативах [3].

Пример. ССОПК «Колос» приступил к постройке зернохранилища за счет средств участников. Помощь в строительстве оказывает подрядчик, который применяет спецрежим. Сумма фактических затрат на строительство зернохранилища – 2 000 000 руб. Члены кооператива внесли вступительный взнос в размере 6 000 000 руб. Взносы пайщиков поступили на расчетный счет объединения полностью. Решение представлено в таблице 1.

Таблица 1

№	Содержание хозяйственной операции	Дт	Кт	Сумма, р
1	Отражена задолженность участников по целевым взносам	76	86	6000000
2	Поступили денежные средства на расчетный счет в погашение задолженности по взносам	51	76	6000000
3	Отражена стоимость выполненных подрядчиком строительных работ	08	60	2000000
4	Произведены расчеты с подрядчиком	60	51	2000000
5	Введено в эксплуатацию здание хранилища	01	08	2000000
6	Отражено использование средств целевого финансирования	86	83	2000000

Учетная политика, охватывает все составляющие бухгалтерского учета в организации (рисунок 2) [2].



Рисунок 2 – Экономические интересы пользователей информации и учетная политика сельскохозяйственных потребительских кооперативов

Сельскохозяйственная потребительская кооперация играет важную роль в укреплении экономического потенциала, конкурентоспособности и социального статуса сельскохозяйственных производителей, улучшении условий хозяйствования и создании стимулов для роста товарной продукции, ее развитие в России находится на начальном этапе [6].

Результаты. Продовольственный аспект в условиях экономических санкций приобретает неоспоримый национальный интерес, так как это основной фактор политической и социально-экономической стабильности и экономического развития каждого государства [1].

Для получения необходимых данных для формирования отчетных показателей и своевременного предоставления отчетных форм рекомендуем, учитывая расходы по месяцам нарастающим итогом в течение отчетного периода и отражать данные в учетном регистре по счету 26 «Ведомость учета расходов». Вид и строение данного документа потребительский кооператив может разрабатывать [9]. Примерный фрагмент регистра представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Ведомость учета расходов по счету 26

№	Статья расходов	Месяц				Списание расходов			
		Январь		Февраль и т.д.		Дата		Дата...	
		за месяц	с начала года	за месяц	с начала года	в дебет счета 86	в дебет счета 91	в дебет счета 86	в дебет счета 91
А	Б	1	2	3	4...	25	26	27	28

Система сельскохозяйственной кооперации может быть определена как сложная, открытая система, имеющая иерархическую структуру, состоящая из совокупности взаимодействующих элементов, имеющая основной целью деятельности создание более выгодных условий для ведения хозяйства сельским товаропроизводителям за счет централизации отдельных функций, ему необходимых, но не связанных непосредственно с производственным процессом, выражающих его внешние взаимосвязи с субъектами окружающей рыночной среды.

Авторами составлена трехуровневая модель функционирования системы сельскохозяйственных потребительских кооперативов, представленная на рисунке 3. Деление по видам кооперативов произведено в соответствии со ст. 4 ФЗ «О сельскохозяйственной кооперации» [5].

На данный момент в стране и ее регионах сельхозтоваропроизводители сталкиваются с проблемой субсидируемого импорта продовольствия, что приводит к неблагоприятным условиям ведения аграрного производства.

Считаем, что развитие сельскохозяйственной кооперации должно быть признано стратегическим, ведущим направлением аграрной политики страны. Данное положение должно быть законодательно закреплено.

Это может быть оформлено в виде соответствующей долгосрочной Федеральной целевой программы или приоритетного национального проекта, либо выделено в качестве отдельной подпрограммы «Развитие сельскохозяйственной потребительской кооперации», специальной Государственной программы поддержки и развития сельскохозяйственного производства и регулирования рынков продукции, сырья и продовольствия. Разумеется, что данные документы стратегического планирования должны содержать весь комплекс связанных по ресурсам, исполнителям и срокам экономических, организационно-хозяйственных, научно-исследовательских и других мер, обеспечивающих эффективную реализацию целевых установок с использованием средств государственной поддержки [4].

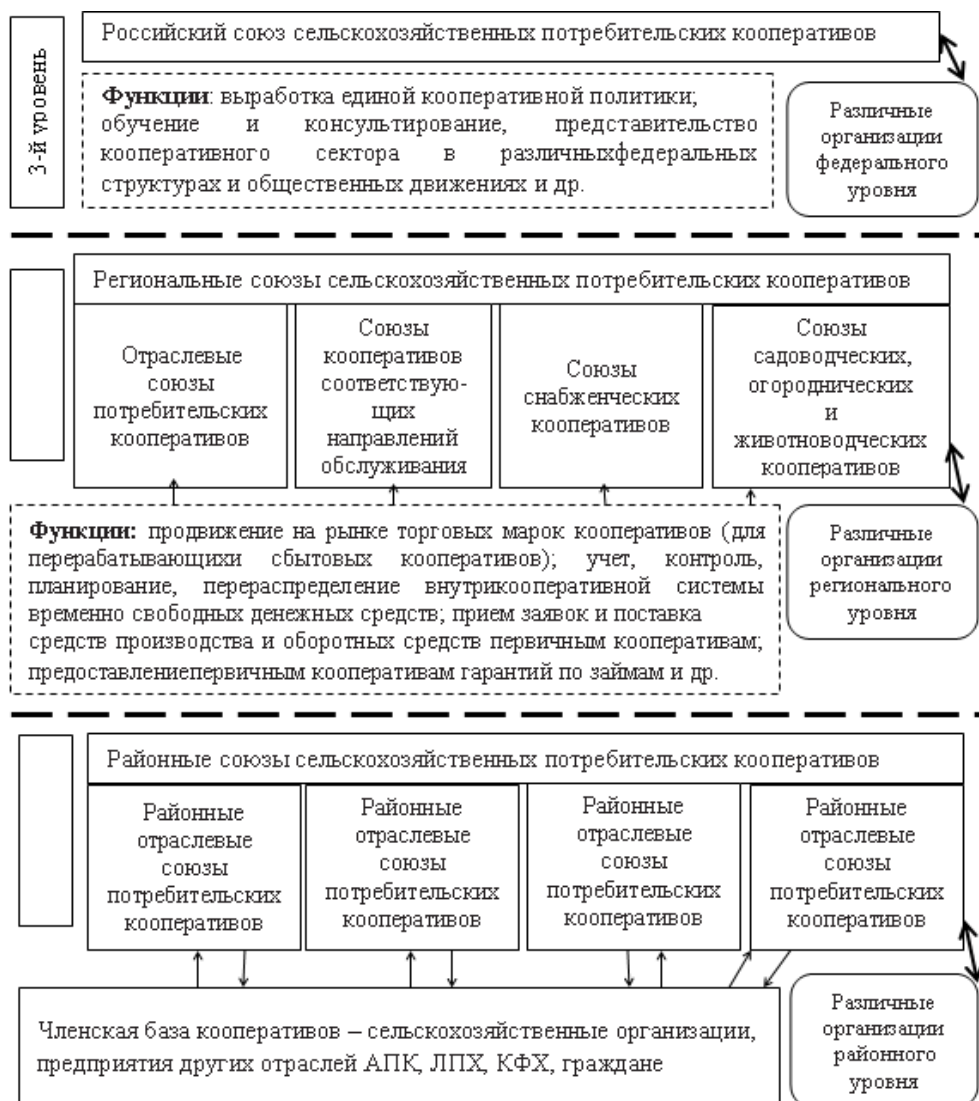


Рисунок 3 – Трехуровневая модель функционирования системы в рамках сельскохозяйственных потребительских кооперативов

Решению названных проблем будет способствовать разработка концепции и нового организационно-экономического механизма развития сельскохозяйственной потребительской кооперации, схема которого показана на рисунке 4.

Изменяются и подходы к калькулированию продукции и выявлению финансового результата, многие показатели учета и отчетности пересматриваются в связи с неизбежным сближением отечественного бухгалтерского учета с МСФО. Нужно обратить особое внимание на отражение сельскохозяйственной продукции в соответствии с МСФО, продукция до момента сбора отражается в учете как биологический актив, после момента сбора в соответствии с МСФО 2 «Запасы» – как запасы.

Разработка учетного стандарта для сельского хозяйства, аналогичного международному стандарту МСФО 41 «Сельское хозяйство», способствовала бы прозрачности учетных действий в отношении процесса биотрансформации биологических активов.

Необходимо разработать в отечественной учетной практике новый федеральный стандарт в отношении объектов производства сельскохозяйственной продукции.



Рисунок 4 – Схема организационно-экономического механизма перспективного развития сельскохозяйственной кооперации

В условиях гиперконкуренции, увеличивающейся инфляции многие предприятия, особенно, сельскохозяйственные потребительские кооперативы, сталкиваются с повышением эффективного управления, предоставляемого учетной системой. В целях минимизации затрат, предприятиям необходимо регулировать производство и реализацию продукции, для этого предприятиям агропромышленного комплекса необходима оперативная информация.

За счет экономии текущих затрат достигается конкурентное преимущество у сельскохозяйственных потребительских кооперативов.

По основным направлениям деятельности организации следует выделить центры затрат, за которыми закреплена ответственность за текущие затраты, возникающие в соответствующем звене процесса хозяйственной деятельности (рисунок 6). На основании отчетов центров затрат проводится расчет фактических текущих затрат в разрезе центров аккумуляирования затрат.

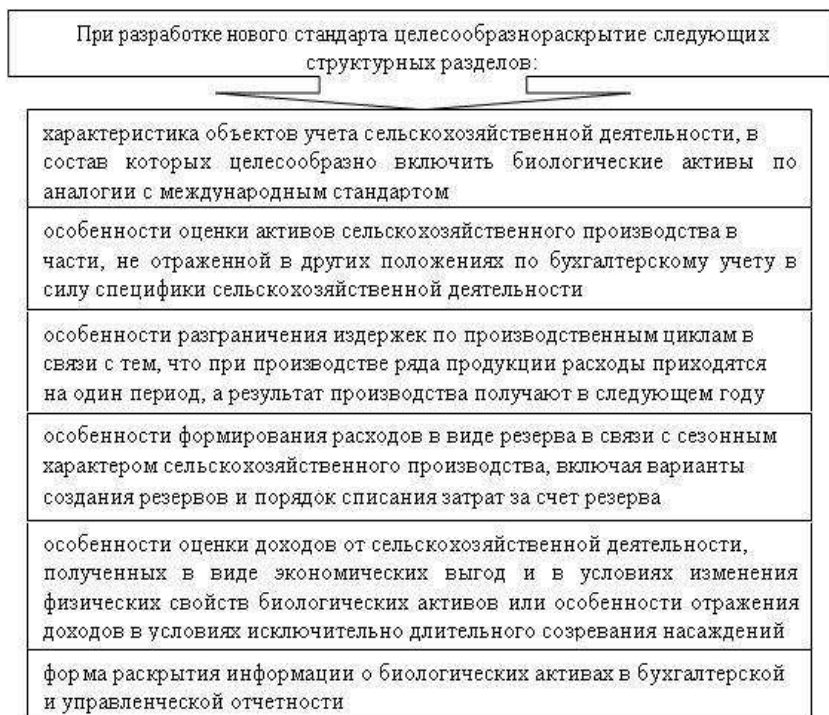


Рисунок 5 – Структура учетного федерального стандарта в отношении объектов производства сельскохозяйственной продукции

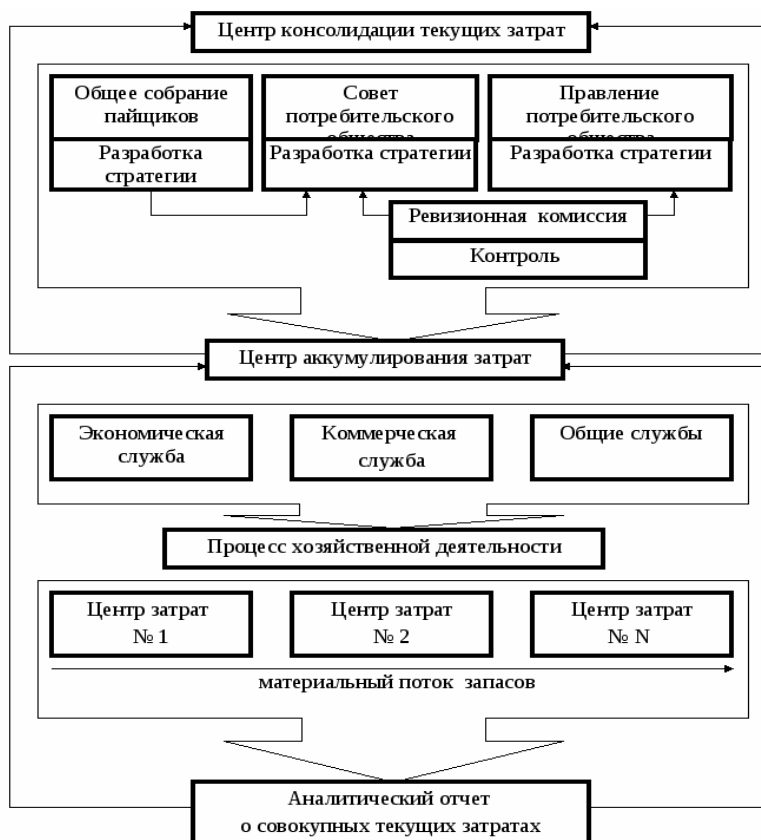


Рисунок 6 – Структура органов управления текущими затратами организации потребительской кооперации

Управленческий учет выполняет задачу оперативного управления результатами финансово-хозяйственной деятельности и управления ликвидностью предприятия, обеспечивает функционирование кооператива на рынке. Процесс управления реализуется стратегией функционирования и развития сельхозтоваропроизводителя.

Полученные результаты сверяются с заданными целями, отклонения анализируются, принимаются соответствующие решения по устранению недостатков.

Обсуждение. Процесс развития и формирования сельскохозяйственной потребительской кооперации, как показали исследования, выгоден всем ее участникам (рисунок 7).

В последние годы недостаточность перспективного развития сельскохозяйственной потребительской кооперации заключается в следующем: сложились общие неблагоприятные условия для сельскохозяйственного производства; недостаточно развита государственная поддержка сельскохозяйственных потребительских кооперативов; требует рассмотрения и доработки нормативно-правовая база кооперативов, устранения несовершенств законодательства развития малых форм хозяйствования. В связи с всевозрастающей конкуренцией на товарных рынках перед отечественными сельхозтоваропроизводителями встала необходимость внесения изменения в ФЗ «О сельскохозяйственной кооперации».



Рисунок 7 – Плюсы развития сельскохозяйственной потребительской кооперации

Следовательно, учитывая вышеизложенные факторы, реализация исследуемых приемов, построенных на установлении конструктивных взаимоотношений между региональными органами власти и потребительскими кооперативами, будет способствовать эффективному развитию сельскохозяйственной потребительской кооперации.

Заключение. В ближайшем будущем развитие сельскохозяйственной кооперации во многом будет зависеть от интенсивности процесса создания уровневой системы кооперации, её направленности на защиту сельскохозяйственных производителей от эксплуатации со стороны монополистических структур. В настоящее время данный процесс сдерживается существованием ряда проблем, имеющих в большинстве своем глобальный для агропромышленного комплекса характер.

В результате внедрения разработанной модели оптимизации текущих затрат высвобождаются финансовые и трудовые ресурсы, что приведет к росту объемов деятельности в приоритетных для проблемного региона отраслях.

Решение проблемы совершенствования и развития организационной структуры потребительской кооперации заключается во взаимной заинтересованности и мотивации всех ее участников; быстрой адаптации к современным условиям продовольственного рынка; ослабления межотраслевого диспаритета цен.

Библиографический список

1. Балашова, Н.Н. Использование логистического подхода для обеспечения конкурентоспособности сельскохозяйственных организаций [Текст]/ Н.Н. Балашова, И.А. Гончарова, А.А. Карпова//Научное обозрение: теория и практика. – 2016. – № 5. – С. 83-97.
2. Балашова, Н.Н. Учетная политика структур сельскохозяйственной потребительской кооперации [Текст]: монография / Н.Н. Балашова, А.С. Горбачева, М.А. Овчинников. – Волгоград: Волгоградская ГСХА, 2010. – 128 с.
3. Государственное регулирование в организационно-экономическом механизме сельского хозяйства [Текст] /Л.В. Попова, Д.А. Коробейников, О.М. Коробейникова, Д.Н. Телитченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 4 (44). – С. 292-299.
4. Донскова, О.А. Продовольственная безопасность агросферы в системе региональной экономики [Текст]/О.А. Донскова //Новая наука: Современное состояние и пути развития. – 2016. – № 2-1 (62). – С. 102-105.
5. Егорова, Е.М. Учетная классификация как основа организации бухгалтерского учета государственной помощи организациям АПК, с позиций адаптации к требованиям ВТО и МСФО [Текст] //Е.М. Егорова, Е.В. //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. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. – С. 313-318.
6. Немкина, Е.А. Развитие аграрного сектора Волгоградской области на основе импортозамещения [Текст]/Экономика и предпринимательство. – 2015. – №10 - 2(63 - 2). – С. 328-330.
7. Организация и функционирование сельскохозяйственных потребительских кооперативов: научно-методические рекомендации [Электронный ресурс]/ Н.В. Парахин, П.И. Дугин, А.Н. Шилов, А.И. Голубева, Т.И. Дугина, Л.В. Воронова, В.И. Дорохова, А.Н. Дугин. – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА».- 2014. – 146 с. – Режим доступа: локальный.
8. Чернованова, Н.В. Функционирование агропродовольственного рынка в современных условиях [Текст]/А.К. Имангалиева, Н.В. Чернованова, Т.А. Чекрыгина // Общество в эпоху перемен: формирование новых социально-экономических отношений: материалы V международной научно-практической конференции. –М., 2014. – С. 96-98.
9. Conditions for developing sustainable growth of region's agricultural industry [Электронный ресурс]/ A.V. Nemchenko, T.A. Dugina, E.A. Likholetov, A.V. Malofeev, A.A. Likholetov //International Journal of Economics and Financial Issues.- 2016.- Т. 6. № S2.-С. 207-211.-Режим доступа: локальный.
10. Organizational and methodological approaches to development of accounting policy for formation of integrated accounting of interrelated agricultural companies [Электронный ресурс]/ N.N. Balashova, V.A. Melikhov, M.A., Ovchinnikov, E.M. Egorova, E.V. Tokareva//European Research Studies Journal. -2016. -Т. 19. -№ 2 Special Issue.- С. 153-160.- Режим доступа: локальный.

Reference

1. Balashova, N. N. Ispol'zovanie logisticheskogo podhoda dlya obespecheniya konkurentosposobnosti sel'skohozyajstvennyh organizacij [Tekst]/ N. N. Balashova, I. A. Goncharova, A. A. Karpova//Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika. - 2016. - № 5. - S. 83-97.
2. Balashova, N. N. Uchetnaya politika struktur sel'skohozyajstvennoj potrebitel'skoj kooperacii [Tekst]: monografiya / N. N. Balashova, A. S. Gorbacheva, M. A. Ovchinnikov. -Volograd: Volgogradskaya GSXA, 2010. - 128 s.
3. Gosudarstvennoe regulirovanie v organizacionno-]konomicheskom mehanizme sel'skogo hozyajstva [Tekst] /L. V. Popova, D. A. Korobejnikov, O. M. Korobejnikova, D. N. Telitchenko // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. - 2016. - № 4 (44). - S. 292-299.
4. Donskova, O. A. Prodovol'stvennaya bezopasnost' agrosfery v sisteme regional'noj]konomiki [Tekst]/O. A. Donskova //Novaya nauka: Sovremennoe sostoyanie i puti razvitiya. - 2016. - № 2-1 (62). - S. 102-105.

5. Egorova, E. M. Uchetnaya klassifikaciya kak osnova organizacii buhgalterskogo ucheta gosudarstvennoj pomoschi organizacijam APK, s pozicij adaptacii k trebovaniyam VTO i MSFO [Tekst] //E. M. Egorova, E. V. //Strategicheskoe razvitie APK i sel'skih territorij RF v sovremennyh mezhdunarodnyh usloviyah: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyaschjionnoj 70-letiyu Pobedy v Velikoj Otechestvennoj vojne 1941-1945 gg. Volgograd: Volgogradskij GAU, 2015. - S. 313-318.

6. Nemkina, E. A. Razvitie agrarnogo sektora Volgogradskoj oblasti na osnove importozamescheniya [Tekst]//jekonomika i predprinimatel'stvo. - 2015. - №10 - 2(63 - 2). - S. 328-330.

7. Organizaciya i funkcionirovanie sel'skohozyajstvennyh potrebitel'skih kooperativov: nauchno-metodicheskie rekomendacii [}lektronnyj resurs]/ N. V. Parahin, P. I. Dugin, A. N. Shilov, A. I. Golubeva, T. I. Dugina, L. V. Voronova, V. I. Dorohova, A. N. Dugin. - Yaroslavl': Izd-vo FGBOU VPO "Yaroslavskaya GSXA". -- 2014. - 146 s. - Rezhim dostupa: lokal'nyj.

8. Chernovanova, N. V. Funkcionirovanie agroprodovol'stvennogo rynka v sovremennyh usloviyah [Tekst]/A. K. Imangalieva, N. V. Chernovanova, T. A. Chekrygina // Obschestvo v jpohu peremen: formirovanie novyh social'no-}konomicheskikh otnoshenij: materialy V mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. -M., 2014. - S. 96-98.

9. Conditions for developing sustainable growth of region's agricultural industry [}lektronnyjresurs]/ A.V. Nemchenko, T.A. Dugina, E.A. Likholetov, A.V. Malofeev, A.A. Likholetov //International Journal of Economics and Financial Issues. -- 2016. -- T. 6. № S2. -- S. 207-211. -- Rezhim dostupa: lokal'nyj.

10. Organizational and methodological approaches to development of accounting policy for formation of integrated accounting of interrelated agricultural companies [}lektronnyj resurs]/ N.N. Balashova, V.A. Melikhov, M.A., Ovchinnikov, E.M. Egorova, E.V. Tokareva//European Research Studies Journal. -2016. -T. 19. -№ 2 Special Issue. -- S. 153-160. -- Rezhim dostupa: lokal'nyj.

E-mail: Ch25nv@mail.ru; yev26@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ / ABSTRACTS

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ / AGRICULTURAL SCIENCES

Овчинников А.С., Дусарь С.А., Бородычев В.В., Мартынова А.А. Водопотребление и орошение моркови низкоинтенсивными стационарными дождевальными системами Ovchinnikov A.S., Dusar S.A., Borodychev V.V., Martynova A.A. Water consumption and irrigation of carrots low-intensity stationary sprinkler systems	9
Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Шабанов Р.М. Технология возделывания риса на мелиоративных системах общего назначения при орошении дождеванием Borodychev V.V., Dedova E.B., Shabanov R.M. Technology of cultivation of rice on drainage systems general purpose at a sprinkling	20
Зволинский В.П., Булахтина Г.К., Кудряшова Н.И. Новая технология улучшения естественных пастбищ – путь к устойчивому развитию овцеводства в Астраханской области Zvolinsky V.P., Bulahtina G.K., Kudryashova N.I. New technology improved natural pastures – way to sustainable development sheep breeding In the Astrakhan region	29
Овчинников А.С., Колебошина Т.Г., Варивода О.П., Байбакова Н.Г. Жизнеспособность пыльцы и получение перспективных форм у арбуза Ovchinnikov A.S., Koleboshina T.G., Varivoda O.P., Baibakova N.G. The viability of the pollen and obtaining promising forms in watermelon	35
Рулев А.С., Юферов В.Г. Геоинформационный анализ рельефа южной части Ергенинской возвышенности Rulev A.S., Yuferev V.G. The geoinformation analysis of the relief the southern part of the Ergeninskaya highland	41
Бармин А.Н., Зимовец П.А. Биомониторинг почвенного покрова Barmin A.N., Zimivets P.A. Biomonitoring of soil cover of Volzhsky city	47
Семененко С.Я. Волгоградское водохранилище: история, проблемы, решения. Semenenko S.Y. Volgograd reservoir: history, problems, solutions	53
Зеленев А.В., Уришев Р.Х., Семинченко Е.В. Эффективность средств биологизации в полевых севооборотах сухостепной зоны Нижнего Поволжья Zelenev A.V., Urishev R.H., Seminchenko E.V. Efficiency field rotations depending on the use of funds biologization in the dry steppe zone lower Volga Region	63
Зволинский В.П., Тютюма Н.В., Наумова Н.А. Агробιοлогические особенности возделывания сортов озимой тритикале в условиях орошения Астраханской области Zvolinsky V.P., Tyutyuma N.V., Naumova N.A. Agrobiological peculiarities of cultivation of winter Triticale cultivars in the irrigation of the Astrakhan region	69
Иванов В.М., Кубарева А.В. Фотосинтетическая деятельность и формирование урожайности при выращивании кукурузы на зерно по технологии Стрип-тил на черноземах южных Ivanov V.M., Kubareva A.V. Photosynthetic activity and formation of yield for growing corn by Strip till technology on southern chernozems	75
Кретинин В.М. Полевые и лабораторные материалы для составления Красной книги почв Волгоградской области Kretinin V.M. The Red book of soils of the Volgograd region	81

Тютюма Н.В., Бондаренко А.Н., Костыренко О.В. Элементы агротехнологии возделывания кабачка в условиях капельного орошения Tutuma N.V., Bondarenko A.N., Kostyrenko O.V. Elements of agrotechnologies of cultivation of zucchini in the conditions of drip irrigation	86
Колебошина Т.Г., Егорова Г.С., Варивода Е.А., Шапошников Д.С. Значение селекции бахчевых культур в развитии отрасли бахчеводства Koleboshina T.G., Egorova G.S., Varivoda E.A., Shaposhnikov D.S. The value selection of melons in the melon industry development	90
Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Шахбазова О.П., Губарева В.В., Болаев Б.К. Моделирование показателей мясной продуктивности в зависимости от типов телосложения бычков калмыцкой породы Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Shakhbazova O.P., Gubareva V.V., Bolaev B.K. Modeling parameters of meat productivity depending on body types calves of the kalmyk breed	97
Спивак М.Е., Болаев Б.К., Суторма О.А., Эзергайл К. В. Влияние кормов с высокой концентрацией обменной энергии на гематологический состав и естественную резистентность бычков Spivak M.E., Bolaev B.K., Sutorma O.A., Ezergail K.V. Influence of feeds with exchange energy high concentration upon hematological composition and natural	103
Осадченко И.М., Филатов А.С., Чамурлиев Н.Г. Разработка способа получения мясного фарша с использованием электроактивированных растворов Osadchenko I. M., Filatov A.S., Chamurliiev N.G. Process for the preparation of minced meat by the use of electroactivated solutions	108
Коссе Г.И., Казаков А.С. Влияние «Левисел SB плюс» на переваримость основных питательных веществ рационов цыплят-бройлеров кросса «ИСА-15» Kosse G.I., Kazakov A.S. Efficiency of application of probiotic enzyme complex in growing broiler chickens	114
Горлов И.Ф., Злобина Е.Ю., Мосолова Н.И., Воронцова Е.С. Влияние новой кормовой добавки «Коремикс» на молочную продуктивность коров Gorlov I.F., Zlobina E.Yu., Mosolova N.I., Vorontsova E.S. Impact of new supplement feed «Koremix» on dairy efficiency of cows	119
Колесников П.В., Давудова Т.М. Сравнительные патоморфологические изменения при вирусных энтеритах у собак Kolesnikov P.V., Davudova T.M. Comparative pathological changes in viral enteritis in dogs	126
Чиждова Г.С., Булатов Р.Н., Кочарян В.Д., Авдеенко В.С. Профилактическая эффективность препарата «Иммуносейв®» при гестозе суягных овец Chizhova G.S., Bulatov R.N., Kocharyan V.D., Avdeenko V.S. Prophylactical effectiveness of medication «Immunosafe®» in pregnant ewes gestosis	131
Коссе Г.И., Казаков А.С. Эффективность применения ферментно-пробиотического комплекса при выращивании цыплят-бройлеров Kosse G.I., Kazakov A.S. Efficiency of application of probiotic enzyme complex in growing broiler chickens	138

- Грицаева И.П., Сложенкина М.И., Индербаева Х.С., Мосолова Н.И., Воронцова Е.С.** Совершенствование технологии и рецептуры кисломолочного продукта
Gritsaeva I.P., Slozhenkina M.I., Inderbaeva H.S., Mosolova N.I., Vorontsova E.S. Improving of technologie and composition of fermented milk product 143
- Пугачева О.В., Кочарян В.Д., Авдеенко В.С., Перерядкина С.П.** Состояние новорожденных телят после применения коровам-матерям суспензии микроводорослей планктонного штамма *Chlorella Vulgaris* ИФР № с-111
Pugacheva O.V., Kocharian V.D., Avdeenko V.S., Pereryadkina S.P. Uspension mater of planktonic microalgae *Chlorella Vulgaris* IFR № strain c-111 148

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / TECHNICAL SCIENCES

- Овчинников А.С., Бочарников В.С., Мещеряков М.П., Бочарникова О.В., Лобойко В.Ф.** Влияние мульчирования как агротехнического приема на динамику контуров увлажнения при внутрипочвенном и капельном орошении
Ovchinnikov A.S., Bocharnikov V.S., Meshcheryakov M.P., Bocharnikova O.V., Loboyko V.F. Influence of mulching as an agro-technical reception on the dynamics of humidification circuits for intracororous and dropleted irrigation 155
- Бородычев В.В., Лытов М.Н.** Обобщенная модель автоматизированной информационной системы мониторинга и управления орошением в режиме реального времени
Borodychev V.V., Lytov M.N. Generalized model of automated information system Of monitoring and management of irrigation in real-time 161
- Овчинников А.С., Бочарников В.С., Мещеряков М.П., Бочарникова О.В., Лобойко В.Ф.** Технологические схемы обеспечения эффективности систем капельного и внутрипочвенного орошения
Ovchinnikov A.S., Bocharnikov V.S., Meshcheryakov M.P., Bocharnikova O.V., Loboyko V.F. Technological schemes of ensuring the efficiency of drops and intracororous irrigation systems 170
- Тютюма Н.В., Туз Р.К., Конев С.В.** Значение Волго-Ахтубинской поймы в сохранении устойчивости экологической системы Северного Прикаспия
Tutuma, N.V., Tuz R.K., Konev S.V. Value Volga-Akhtuba floodplain in the save-nvironmental stability system Prikaspiya 175
- Абезин В.Г., Шапоров М.Н., Моторин В.А., Беспалова О.Н.** Технология и технические средства производства и подготовки к посеву семян бахчевых культур
Abezin V.G., Shaprov M.N., Motorin V.A., Bepalova O.N. technology and equipment of melons and gourds seeds production and preparation for Sowing 181
- Семененко С.Я., Абезин В.Г., Лобойко В.Ф.** Разработка конструкции дождевального агрегата с улучшенными агротехнологическими показателями
Semenenko S.Y., Abezin V.G., Loboyko V.F. Construction development of a sprinkler unit with improved agrotechnological performance 188
- Ольгаренко В.И., Юрченко И.Ф., Ольгаренко И.В., Ольгаренко В.И.** Учёт факторов риска в расчётах эффективности орошения
Olgarenko V.I., Yurchenko I.F., Olgarenko I.V., Olgarenko V.Ig. Accounting risk factors in counts of irrigation efficiency 196

Ряднов А.И., Давыдова С.А., Цымбал О.Н., Павленко А.П. Использование растительных ресурсов Астраханской области в качестве основы для развития кормовой базы животноводческой отрасли региона	
Ryadnov A.I., Davydova A.S., Tsymba O.N., Pavlenko A.P. The use of plant resources of the Astrakhan region as the basis for the development of the feed base of the livestock industry in the region	202
Шапров М.Н., Мартынов И.С. Определение кинематических параметров рабочего органа орудия для укладки-раскладки плетей бахчевых культур	
Shaprov, M.N., Martynov I.S. Determination of body work tools kinematic parameters for scourge-melons installation layouts	209
Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Дедов А.А. Параметры водного режима капельного орошения при возделывании арбуза в аридных условиях	
Borodychev V.V., Dedova E.B., Dedov A.A. The parameters of the water regime of drip irrigation in the cultivation of melons in arid conditions	218
Ряднов А.И., Федорова О.А., Кочергин В.А. Стратегии технического обслуживания воздухоочистителя двигателя внутреннего сгорания	
Ryadnov A.I., Fedorova O.A., Kochergin V.A. Maintenance strategies air cleaner engine internal combustion	226
Фомин С.Д. Математическая модель для исследования неустановившегося криволинейного движения погрузочно-транспортного агрегата	
Fomin S.D. Mathematical model for investigation of uninstalled curvilinear movement of a load-transport unit (ltu)	234
Борознин А.В., Борознин В.А. Теоретическое обоснование параметров стабилизации работы доильного оборудования	
Boroznin A.V., Boroznin V.A. The oretical basis of stabilization parameters in work milking equipment	245
Зотов В.М., Хавронин В.П., Балакина Е.В., Зотов Н.М. Угловая деформация автомобильного колеса под действием крутящего момента: физика процесса	
Zotov V.M., Khavronin V.P., Balakina E.V., Zotov N.M. Angular deformation of automobile wheel caused by torque moment: the physics of process	252
Несмиянов И.А., Скакунов В.Н., Захаров Е.Н., Иванов А.Г. Распределенная система управления погрузочным манипулятором параллельно-последовательной структуры	
Nesmiyanov I.A., Skakunov V.N., Zaharov E.N., Ivanov A.G. Distributed control system lading manipulator of parallel-serial structure	260
Попов Г.Г., Борознин А.В. Оценка влияния шума на безопасность труда при выполнении работ по диагностированию и техническому обслуживанию доильного оборудования	
Popov G.G., Boroznin A.V Assessment of noise for safety when performing work on the diagnosis and maintenance of milking equipment	266
Корнеев А.Ю., Мартынова Н.Б. Обоснование конструкции многостоечного двухрядного рыхлителя	
Korneev A.Yu., Martynova N.B. The substantiation of the design of the multi-style double-row ripper	271

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ/ ECONOMIC SCIENCES

Кочеткова О. В., Оспищев Д.А. Разработка модели многоуровневой поддержки сельских товаропроизводителей в системе дистанционного консультирования Kochetkova O.V., Ospishchev D.A. Multilevel model development to support the agricultural producers in the system of remote consultation	277
Муртазаева Р.Н., Алифанова С.Е. Организационный механизм технологической модернизации малых форм хозяйствования Murtazayeva R.N., Alifanova S.E. Institutional mechanisms of technological modernization of small farms	285
Мелихова Е.В. Математическое моделирование оптимального управления инвестиционными стратегиями предприятий АПК с учетом неопределенности Melikhova E.V. Mathematical modeling of optimal control the investment strategy of agricultural enterprises with uncertainty	292
Чернованова Н.В. Ягупова Е.В. Проблемы и перспективы развития учёта сельскохозяйственных потребительских кооперативов Chernovanova N.V., Yagupova E.V. Accounting problems and prospects of agricultural consumer cooperatives	300
СОДЕРЖАНИЕ/ABSTRACTS.....	310

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция журнала в своей деятельности руководствуется принципами научности, объективности и беспристрастности.

Содержание статьи должно соответствовать одному из следующих отраслей науки и групп специальностей:

- Технические науки
- Сельскохозяйственные науки
- Экономические науки
- 05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем
- 06.01.00 Агрономия
- 06.02.00 Ветеринария и Зоотехния
- 06.03.00 Лесное хозяйство
- 08.00.00 Экономические науки

Рукопись предварительно рассматривается на профильной кафедре на предмет общего научного уровня, и за три месяца до публикации передается ответственному секретарю журнала.

Технический анализ рукописи осуществляется ответственным секретарем журнала, согласно требованиям для авторов после представления рукописи (в электронной и печатной форме), выписки из протокола заседания профильной кафедры и внешней рецензии, подписанной доктором наук или признанным специалистом (с ученой степенью) в сфере производственной деятельности по тематике статьи. Проверка **оригинальности** авторского текста, ссылки на использованные источники, степени заимствования осуществляется в системе Antiplagiat.ru. Допустимый объем цитирований (корректного заимствования) – не более 30 % от общего объема статьи.

Рецензирование статьи производится **независимыми экспертами** журнала. При наличии существенных замечаний рукопись возвращается авторам с письменным перечислением замечаний, требующих устранения. В журнале используются следующие модели рецензирования:

- *одностороннее слепое* рецензирование (singl-blind reviewing): рецензент знает имя автора, но автор не знает имени рецензента;
- *двухстороннее слепое* рецензирование (double-blind reviewing): рецензент и автор не знают имён друг друга.

При этом в каждом конкретном случае модель рецензирования и количество рецензентов могут варьироваться.

Повторное рецензирование осуществляется после представления варианта статьи, с устраненными замечаниями, в течение не более трех дней.

При трехкратном повторном возврате рукописи с замечаниями рецензента вопрос о ее принятии или отклонении решается на заседании редакционной коллегии.

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 представления данных и научной значимостью рассматриваемой работы.

Рецензии предоставляются авторам рукописей и по запросам экспертных советов в ВАК. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ. **Рукописи возврату не подлежат.**

За содержание статьи (точность приводимых в рукописи цитат, фактов, статистических данных) **ответственность несет автор (авторы).**

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 представляются в формате Corel Draw, фотографии в формате с 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 150-200 слов); ключевые слова.

В статье следует четко выделять следующие составные части:

1. Введение (Introduction),
2. Материалы и методы (Materials and Methods),
3. Результаты (Results),
4. Обсуждение (Discussion),
5. Заключение (Conclusions),
6. Библиографический список (References).

Особое внимание следует уделить *полноте пристатейного библиографического списка* (не менее **10** 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, контактный телефоны, почтовый и электронный адрес.

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.