Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Департамент координации деятельности организаций
в сфере сельскохозяйственных наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»

ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

22 31 десятилетие науки и технологий

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АГРОМИР БУДУЩЕГО:
ЖИТЬ И РАБОТАТЬ В АПК

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ АПК И СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Материалы
Национальной научно-практической конференции

г. Волгоград, 28 ноября 2025 г.

ТОМ II

- *Научные исследования и инновационные технологии в зоотехнии и аквакультуре*
- *Цифровая трансформация в АПК, науке, бизнесе, образовании*
- *Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и таможенная экспертиза продукции*
- *Воспитательно-образовательное пространство вуза в условиях цифрового развития АПК*
- *Проектирование и технологии строительства в АПК*

Волгоград
Волгоградский ГАУ
2026

УДК 001(066)
ББК 72
Н-34

Н-34 Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции, г. Волгоград, 28 ноября 2025 г. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2026. – Том II. – 516 с.

В данном научном издании рассмотрены *научные исследования и* инновационные технологии в зоотехнии и аквакультуре; цифровая трансформация в АПК, науке, бизнесе, образовании; инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и таможенная экспертиза продукции; воспитательно-образовательное пространство вуза в условиях цифрового развития АПК, а также проектирование и технологии строительства в АПК.

Издание предназначено аспирантам, магистрантам, научным сотрудникам, специалистам сельского хозяйства.

Мероприятие было реализовано при поддержке Минобрнауки России в рамках заключенного соглашения № 075-15-2025-413 от 20 мая 2025 г. о предоставлении из федерального бюджета гранта в форме субсидии в соответствии с пунктом 4 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации для достижения результата федерального проекта «Популяризация науки и технологий» государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» связанных с выполнением работ по проекту «Агромир будущего: жить и работать в АПК». Проект выполняется в рамках Десятилетия науки и технологий, объявленного Указом Президента Российской Федерации от 25 апреля 2022 г. № 231.

ISBN 978-5-4479-0553-8 (т. II)
ISBN 978-5-4479-0557-6

УДК 001(066)
ББК 72

Редакционная коллегия
доцент Цепляев В. А. (главный редактор),
профессор Ряднов А. А. (ответственный за выпуск), академик Овчинников А. С.,
профессор Николаев А. П., профессор Злепкин Д. А., доцент Злепкин В. А.,
профессор Кочеткова О. В., профессор Ряднов А. И., профессор Рогачев А. Ф.,
профессор Ахмедов А. Д., профессор Балашова Н. Н., доцент Гиченкова О. Г.,
профессор Лебедь Н. И., профессор Кузнецов Ю. В., доцент Черняева А. В.,
доцент Беломутенко Д. В., профессор Чехранова С. В.

ISBN 978-5-4479-0553-8 (т. II)
ISBN 978-5-4479-0557-6

© ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2026
© Авторы статей, 2026

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗООТЕХНИИ И АКВАКУЛЬТУРЕ

УДК 636.5.033.087.7

ВЛИЯНИЕ СИМБИОТИКА «ЛАКТОСУБТИЛ-ФОРТЕ» НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Зорин Е. М., *аспирант*
Пономарев В. В., *канд. с.-х. наук, доцент*
Злепкина Н. А., *канд. с.-х. наук, доцент*
Злепкин В. А., *д-р с.-х. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Ключевым фактором роста продуктивности в современном птицеводстве стало включение биологически активных веществ в состав кормовых рационов. Такие добавки позволяют сформировать сбалансированное питание, без которого невозможно поддерживать высокую плодовитость поголовья, обеспечивать здоровье птиц, добиваться эффективного усвоения кормов.

При этом экономическое обоснование интенсификации производства требует не только использования высокопродуктивных кроссов, но и серьёзной работы над кормовой базой. Оптимизация расхода кормов особенно актуальна, поскольку их доля в структуре себестоимости мяса птицы достигает 65 %.

Применение симбиотика «Лактосубтил-форте» положительно сказалось на мясной продуктивности цыплят-бройлеров. Было выявлено увеличение предубойной живой массы в опытных группах, которая была выше контрольной на 4,08 % (98,21 г) и 6,55 % (157,57 г) в I и II опытных группах соответственно. Наибольшую дополнительную прибыль получили от реализации бройлеров II опытной группы, которая составила 3460,86 рублей, что значительно превышает прибыль от контрольной группы (2572,86 рублей). Рентабельность производства мяса бройлеров во II опытной группе также была выше, достигнув 13,48 %, по сравнению с 11,00 % в контрольной группе.

Ключевые слова: *птицеводство, цыплята-бройлеры, продуктивность цыплят-бройлеров, симбиотики, калорийность мяса птицы, масса потрошеной тушки, уровень рентабельности птицеводства.*

В современной птицеводческой отрасли интенсивно ведутся исследования по созданию симбиотических комплексов, способных положительно влиять на продуктивность цыплят-бройлеров и качественные характеристики их мяса. Ключевая задача таких разработок – отыскать безопасную и действенную альтернативу, которая позволит повысить выживаемость поголовья, улучшить основные зоотехнические показатели, стабилизировать метаболические процессы в организме птиц, восстановить и поддерживать здоровый баланс кишечной микрофлоры [1, 4].

Особую озабоченность вызывает проблема борьбы с грамотрицательными бактериями. На протяжении последних сорока лет мировая фармацевтика не представила ни одного принципиально нового класса антибиотиков [2].

При этом в ветеринарной и медицинской практике всё чаще регистрируются случаи обнаружения штаммов микроорганизмов, демонстрирующих устойчивость ко всем существующим антибактериальным препаратам. Подобная ситуация создаёт серьёзную угрозу общественному здоровью, затрагивая как животных, так и людей [5].

Особенно тревожно, что антибиотикорезистентность развивается у возбудителей ряда опасных заболеваний, включая пневмонию, туберкулёз и сальмонеллёз. Это существенно сужает возможности эффективной терапии данных инфекций [3, 6].

Для оценки воздействия симбиотика «Лактосубтил-форте» на физиологические показатели и продуктивность бройлеров было организовано экспериментальное исследование с использованием цыплят-бройлеров кросса «Росс-308».

В рамках эксперимента изучалось влияние добавки на динамику роста бройлеров, продуктивные характеристики, морфологические параметры крови, биохимические показатели крови, общую эффективность производства мяса бройлеров.

В качестве симбиотика в рацион кормления цыплят-бройлеров включали «Лактосубтил-форте». Он представляет собой комплекс препаратов АВИЛАКТ-1К, АВИСУБТИЛ и ЦЕРЕВЕТ:

АВИЛАКТ-1К – жидкий или сухой пробиотик, бактериальный препарат, содержащий в 1 $см^3$ не менее 200 млн живых клеток молочнокислых бактерий lactobacillus acidophilus штамма 1К, выделенного из организма птицы.

АВИСУБТИЛ – жидкий или сухой пробиотик, содержащий живые клетки Bacillus subtilis, штамм М-8.

ЦЕРЕВЕТ – белковая кормовая добавка, содержащая сухую биомассу инактивированных клеток дрожжей S. cerevisiae diastaticus, штамм ВКПМ-у-1218.

Для проведения научно-хозяйственного опыта были сформированы в суточном возрасте 3 группы подопытных цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» (контрольная, две опытные), по 100 голов в каждой группе. Цыплята в группы подбирались по методу аналогов с учетом кросса, возраста, живой массы, развития.

Препарат вводили через медикатор в систему поения. Контрольная группа получала только полнорационный корм (ПК). Опытные группы получали ПК с добавлением симбиотика «Лактосубтил-форте»: I группа – 1,0 л/т воды, II группа – 3,0 л/т воды.

В ходе эксперимента изучалось влияние различных дозировок симбиотика «Лактосубтил-форте» на следующие показатели:

- живая масса цыплят – путем взвешивания на весах типа Меркурий – 313 г в суточном, 7-, 14-, 21-, 28-, 35-, 38- дневном возрасте (в утренние часы перед кормлением);

- сохранность поголовья – ежедневным учетом выбытия птицы с установлением его причины совместно с ветеринарными работниками;

- потребление кормов – еженедельным учетом поступления и их остатков с последующим расчетом на 1 кг прироста живой массы птицы;

- мясные качества цыплят-бройлеров определяли путем контрольного убоя и анатомической разделки тушек – по 6 голов (3 курочки, 3 петушка) – по методике ВНИТИП, 1994;

- экономические показатели – по методике ВАСХНИЛ, 1980.

- биометрическая обработка полученных результатов проводили согласно существующим рекомендациям [Н. А. Плохинский, 1980] с использованием персонального компьютера и программы «Microsoft Excel».

Поедаемость корма цыплятами-бройлерами тесно связана с их ростом и затратами корма на прирост (табл. 1). Наибольшая поедаемость наблюдалась во II опытной группе, наименьшая – в I опытной группе. Бройлеры в I и II опытных группах потребили на 1,73 % и 2,08 % корма больше, чем в контрольной группе.

Таблица 1 – Поедаемость корма, г

Комбикорм	контрольная группа	I опытная группа	II опытная группа
№ ПК-5	1966,2	2032,4	2039,2
№ ПК-6	1988,7	1991,2	1997,4
Всего за опыт	3954,9	4023,6	4036,6

В современных условиях кормления сельскохозяйственной животных и птицы большое значение придается добавкам, содержащим микроэлементы, которые оказывают влияние на процессы жизнедеятельности организма и на их рост.

Поэтому целью изучения симбиотика «Лактосубтил-форте» на продуктивность цыплят-бройлеров мы провели научно- хозяйственный опыт, в ходе которого изучали показатели роста и развития.

Выращивание цыплят-бройлеров проводили до 38-дневного возраста, условия содержания у всех подопытных групп были одинаковыми. Взвешивали цыплят-бройлеров еженедельно (табл. 2).

В суточном возрасте при постановке на опыт живая масса цыплят внутри групп и между группами различалась незначительно и колебалась в пределах 42,3-42,7 г. Однако в возрасте 7 суток цыплята I опытной группы превышали контрольную на 7,0 г, или на 4,54 %, а II опытная группа превышала контрольную на 9,31 г, или на 6,04 %; в

возрасте 21 суток это превышение составило 69,6 г, или 9,29 % и 104,3 г, или 13,9 % соответственно; и в возрасте 38 суток превышение составило 98,8 г, или 4,1 % и 158,5 г, или 6,55 % соответственно.

Таблица 2 – Возрастные изменения живой массы цыплят-бройлеров, г

Возраст цыплят, дней	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
1	42,3 ± 0,31	42,7 ± 0,32	42,5 ± 0,31
7	154,1 ± 1,45	161,1 ±1,64*	163,4 ± 1,64**
14	351,7 ± 6,55	374,1 ± 5,87*	382,7 ± 5,85*
21	749,0 ± 5,31	818,6 ± 5,62**	853,3 ± 5,59***
28	1361,8 ± 6,23	1415,5 ± 6,37*	1497,6 ± 6,89**
35	1922,1 ± 11,32	2029,7 ± 11,8*	2118,3 ± 12,21***
38	2416,8 ± 14,83	2515,6 ± 14,32*	2575,32 ± 3,71**

Различия достоверны *(P < 0,05) **(P < 0,01) **(P < 0,001).

Среднесуточный прирост живой массы за весь период эксперимента составил: в контрольной группе – 62,48 г, в I опытной – 65,07 г, во II опытной группе – 66,65 г. (табл. 3). Увеличение среднесуточного прироста живой массы цыплят-бройлеров I и II опытных группах по сравнению с контрольной составило 2,59 г, или 4,14 % и 4,17 г, или 6,67 % соответственно.

Таблица 3 – Интенсивность роста цыплят – бройлеров, г

Группа	Абсолютный прирост, г	Среднесуточный прирост, г	Относительный прирост, %
контрольная	2374,5	62,48	196,49
I опытная	2472,9	65,07	196,60
II опытная	2532,8	66,65	196,69

Анализируя показатели роста цыплят под влиянием симбиотика, увеличение их живой массы можно объяснить тем, что при интенсивном росте бройлеров их организм более чувствителен к изменениям условий кормления и содержания. Это приводит к активации свободнорадикальных процессов в организме, а введение в рацион симбиотика «Лактосубтил-форте» нормализует обмен веществ в организме цыплят.

Результаты убоя показали, что применение симбиотика «Лактосубтил-форте», положительно влияет на убойный выход потрошеных цыплят. Предубойная живая масса бройлеров в опытных группах была выше, чем в контрольной: в I опытной группе – на 98,21 г (4,08 %), во II опытной группе – на 157,57 г (6,55 %). Средняя масса потрошеной тушки в контрольной группе составила 1710,68 г. В I опытной группе, получавшей симбиотик «Лактосубтил-форте», средняя масса увеличилась до 1812,87 г, на 5,97 % больше контроля, а во II опытной группе – до 1902,24 г, на 11,19 % больше контроля (табл. 4).

Таблица 4 – Показатели убойных качеств цыплят-бройлеров

Показатели	Группы		
	контрольная	I опытная	II опытная
Живая масса перед убоем, г	2402,3 ± 21,22	2500,51 ± 22,16**	2559,87 ± 22,61**
Масса потрошеной тушки, г	1710,68 ± 12,21	1812,87 ± 14,37*	1902,24 ± 15,11**
Убойный выход, %	71,21 ± 0,47	72,5 ± 0,49	74,31 ± 0,42

Добавление симбиотика «Лактосубтил-форте» положительно повлияло на убойный выход бройлеров. Так, убойный выход в I опытной группе составил 72,5 % (на 1,29 % выше контрольного значения 71,21 %), а во II опытной группе – 74,31 % (на 3,1 % выше контроля). Это указывает на то, что симбиотик «Лактосубтил-форте» улучшил усвоение питательных веществ из корма и способствовал их отложению в тканях и органах птицы.

Эффективность использования кормов при выращивании бройлеров определяется, прежде всего, затратами корма на единицу продукции. В ходе исследования мы оценивали влияние различных дозировок симбиотика «Лактосубтил-форте» на этот показатель. Учитывались абсолютный и валовой прирост живой массы подопытных цыплят за весь период опыта, себестоимость центнера прироста, а также рассчитывались прибыль и рентабельность производства.

Таблица 5 – Экономическая эффективность применения симбиотика «Лактосубтил-форте» в рационах кормления цыплят-бройлеров

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Живая масса 1 головы, г	2402,3	2500,51	2559,87
Сохранность, гол.	94	97	99
Цена реализации 1 кг, руб.	115	115	115
Выход мясопродуктов, кг	225,82	242,55	253,43
Получено от реализации мясопродуктов, руб.	25968,86	27893,19	29144,12
Расход кормов всего, кг	371,76	390,29	399,62
Средняя стоимость 1 кг, комбикорма	52,2	52,2	52,2
Затраты на кормление, прочие прямые затраты и накладные расходы, руб.	19405,90	20373,10	20860,34
Прочие прямые затраты, руб.	3990,1	4302,3	4352,3
Стоимость препаратов, руб., на весь период опыта: симбиотика «Лактосубтил-форте»	---	188,2	470,62
Всего затрачено, руб.	23396,00	24863,60	25683,26
Прибыль, руб.	2572,86	3029,59	3460,86
Уровень рентабельности, %	11,00	12,18	13,48

Максимальную дополнительную прибыль получили от реализации бройлеров II опытной группы: что составило 3460,86 руб. по сравнению с контролем 2572,86 руб.

Рентабельность производства мяса бройлеров в II опытной группе цыплят была достаточно высокой – 13,48 % по сравнению с контрольной 11,00 %.

Таким образом, при выращивании цыплят-бройлеров целесообразно добавлять симбиотик «Лактосубтил-форте» в дозе 3 литра на тонну воды в систему поения при помощи медикатора, что будет способствовать повышению продуктивности и рентабельности производства мяса птицы.

Список использованной литературы

1. Эффективность использования экстракта крапивы двудомной при выращивании цыплят-бройлеров / О. А. Багно, С. А. Шевченко, А. И. Шевченко [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2022. № 1 (62). С. 97-109.

2. Васильева О. А., Нуфер А. И., Шацких Е. В. Альтернативные пути замены кормовых антибиотиков // Эффективное животноводство. 2019. № 4. С. 13-15.

3. Дускаев Г. К., Климова Т. А. Фитохимические вещества в кормлении сельскохозяйственной птицы: перспективы использования // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 3. С. 137-152.

4. От науки к практике: рациональный подход к контролю микрофлоры кишечника птицы – Текст: непосредственный / И. И. Кочиш, О. В. Мясникова, И. Н. Никонов, А. А. Худяков // Птицеводство. 2023. № 1. С. 39-42.

5. Казачкова Н. М. Использование природных антибиотиков в рационе сельскохозяйственных животных и птицы // Инновационные технологии в образовании и науке: материалы Междунар. науч.- практ. конф. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. С. 14-16.

6. Синбиотики – белковый кормовой продукт 21 века / Л. А. Неминущая, Г. И. Воробьева, Э. Ф. Токарик, В. И. Еремец, И. Л. Беро, А. Я. Самуйленко // Научные основы производства ветеринарных биологических препаратов. Щелково. 2019. С. 489-497.

УДК 636.4.087.7

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ДОБАВКИ В РАЦИОНАХ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ

Лаврентьев А. Ю., *д-р с.-х. наук, профессор*
Ларионов Г. А., *д-р биол. наук, профессор*

ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ
г. Чебоксары, Россия

Аннотация. Приведены результаты использования кремнийсодержащего трепела и микроэлементы содержащего препарата при доращивании молодняка свиней. Выявлено их положительное влияние на прирост живой массы и снижения затрат кормов на единицу прироста.

Ключевые слова: *поросята, трепел, кормление поросят, доращивание поросят, прирост поросят, затраты кормов.*

Актуальность. Технология производства продукции животноводства значительно обостряет проблему полноценного кормления, содержания животных и получения продукции высокого качества, как на спе-

циализированных предприятиях, так и в небольших хозяйствах. При этом в определенной степени (около 50 %) она зависит от сбалансированного кормления. Корма, кормовые добавки, биологически активные вещества и их полноценность являются определяющим фактором в повышении количества и качества животноводческой продукции.

В последние годы в лабораториях некоторых институтов, академий и университетов проводится синтез различных соединений и изучение их биологического влияния на организм животных, таких как комплексный микроэлементный препарат «Сувар», представляющий собой смесь природных смоляных кислот и микроэлементов (железо, медь, марганец, цинк и кобальт), который обладает стимулирующим эффектом и нормализует содержание микроэлементов в организме животных.

Особый интерес вызывают кремнийсодержащий трепел, содержащий в своем составе поверхностно-активные вещества. При их скармливании с одной стороны появляется реальная возможность повышения продуктивности животных за счет положительного влияния их на улучшение усвояемости и использование питательных веществ корма. С другой стороны, цеолиты значительно дешевле принимающихся для этих целей других детергентов, а запасы их в России исчисляются миллиардами тонн.

Изыскание способов обогащения рационов различными добавками с целью улучшения переваримости питательных веществ, на наш взгляд, является одной из приоритетных и актуальных задач в области кормления. Особый интерес представляют смеси различных биологически активных веществ местного производства и их использование в рационах, таких как комплексный микроэлементный препарат «Сувар» и кремнийсодержащий трепел.

Для рационального использования вышеназванных нетрадиционных добавок и биологически активных веществ (БАВ) необходимо изучить их свойства, химический состав и питательность, зоотехническую и экономическую эффективность использования их в кормлении молодняка сельскохозяйственных животных.

Цель работы – совершенствование технологии выращивания молодняка свиней крупной белой породы с использованием смеси выше названных препаратов, в задачи которых входили изучение роста, развития, переваримости питательных веществ и определение экономической эффективности.

Материалы и методика исследований. Для проведения научно-хозяйственного опыта были сформированы три группы поросят-отъёмышей по 10 голов в каждой. Для этого отобрали животных в двухмесячном возрасте по принципу групп-аналогов с учётом живой массы, породы, возраста. Продолжительность научно-хозяйственного опыта 60 дней.

Кормление животных осуществляли по рациону хозяйства, который был составлен с учетом их живой массы и энергии роста.

Подобранных для научно-хозяйственного опыта животных содержали в отдельных клетках. Контрольная группа животных получала только основной рацион, принятый в хозяйстве. II опытная группа дополнительно к основному рациону получала кремнийсодержащий трепел в количестве 3 % от массы концентратов, а III опытная группа дополнительно к основному рациону смесь кремнийсодержащего трепела + микроэлементного биостимулятора «Сувар» в соотношении 30:1 в количестве 3 % от массы концентрированных кормов.

В хозяйственном рационе поросят отъемышей наблюдался дефицит питательных веществ, минеральных веществ и витаминов. Некоторый дефицит минеральных веществ в рационе, таких как кальций, магний, железо, медь, цинк, кобальт, марганец, восполняется за счет использования в рационе кремнийсодержащего трепела и биостимулятора «Сувар».

Результаты исследований и их обсуждения. В результате проведенных исследований были выявлены некоторые влияния использования кремнийсодержащего трепела и смеси кремнийсодержащего трепела с комплексным микроэлементным препаратом «Сувар». Валовой прирост поросят отъемышей во второй опытной группе по сравнению с контрольной группой увеличилось на 9,1 %, в третьей опытной – на 13,8 %. Также в опытных группах снизились затраты кормов на 1 кг прироста – по II опытной группе на 8,4 % и по III опытной группе – на 12,1 % по сравнению с контрольной.

Под влиянием добавок кремнийсодержащего трепела и комплексным микроэлементным биостимулятором «Сувар», у поросят 2 и 3 опытных групп несколько улучшилась переваримость питательных веществ. Поросята опытных групп лучше переваривали сухое вещество (77,9-79,2), органическое вещество (80,6-82,1), сырой протеин (70,4-71,3), сырой жир (38,6-40,1), сырую клетчатку (31,9-33,4) и БЭВ (88,9-89,7). Контрольные животные переваривали соответствующие питательные несколько хуже: 75,3; 78,7; 68,8; 33,8; 28,3; 87,4 %.

Количество азота, отложенного в теле у поросят опытных групп по сравнению с контрольной, было выше – на 3,9 и 5,6 % соответственно. К тому же, животные опытных группы, по сравнению с контрольными, лучше использовали как принятый, так и переваренный азот. Количество переваренного азота во второй опытной группе было выше, чем в контрольной группе – на 2,3 %, а по третей опытной группе – на 3,2 %.

Полученные нами данные доказывают о том, что вышеназванные добавки оказывают положительное влияние на использование азота корма животными опытных групп за счет повышения переваримости его и за счет лучшего использования усвоенного азота.

Поросята опытных групп несколько лучше использовали кальций и фосфор, чем контрольные.

У поросят отмечены достоверные изменения гематологических показателей: по содержанию лейкоцита между 2-ой опытной и контрольной группами.

Количество общего белка и белковых фракций в сыворотке крови поросят колебался в пределах физиологической нормы. Однако следует отметить повышенное содержание общего белка на 0,84 г% ($P < 0,05$), что показывает об улучшении белкового обмена, повышении усвоения протеина корма вследствие нормализации минерального и витаминного питания.

У поросят 2 опытной группы по сравнению с поросятами контрольной группы наблюдается повышение общего кальция на 3,88 мг% ($P < 0,001$), а 3 опытной – на 4,71 мг%.

Таким образом, применение кремнийсодержащего трепела и смеси его с комплексным микроэлементным биостимулятором «Сувар» способствует улучшению белкового и минерального обмена у свиней, а также незначительное повышение лейкоцитов и эритроцитов в крови у поросят.

При выращивании поросят себестоимость во 2 опытной группе снизилась на 8 %, а в 3 опытной – 13 % по сравнению в контрольной группе. Окупаемость затрат во 2 опытной группе составила 94 %, в 3 опытной – 96 %, в контрольной – 86 %. На 1 рубль дополнительных затрат было получено по второй опытной группе 0,99 кг прироста, а по третьей – 0,35 кг.

Использование в технологии выращивания молодняка свиней на доращивании смеси кремнийсодержащего трепела и биостимулятора «Сувар» в соотношении 30:1 в составе зерносмеси оказало положительное влияние на динамику прироста живой массы животных. Абсолютный прирост живой массы у подопытных животных, получавших кремний, содержащий трепел отдельно был выше на 9,1 %, а в смеси с биостимулятором «Сувар» – выше на 13,8 %, чем в контрольной группе. Затраты кормов в ЭКЕ на единицу прироста были ниже на 8,4 и 13,9 % соответственно.

Заключение. Таким образом, результаты исследований на поросятах-отъемышах показали, что использование смеси кремнийсодержащего трепела и микроэлементного биостимулятора «Сувар» в соотношении 30:1 в количестве 3 % от массы зерновых кормов собственного производства в рационах улучшают обмен веществ, что способствует повышению прироста живой массы, перевариваемости кормов и снижению затрат кормов на единицу прироста.

Список использованной литературы

1. Данилова Н. В., Лаврентьев А. Ю. Отечественные ферменты в комбикормах для свиней // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12. № 2 (44). С. 26-29.

2. Данилова Н. В., Лаврентьев А. Ю. Отечественные ферментные препараты в технологии производства свинины // Свиноводство. 2017. № 4. С. 29-31.

3. Данилова Н. В., Лаврентьев А. Ю. Переваримость кормов и прирост живой массы свиней при использовании в комбикормах отечественных ферментных препаратов // Нива Поволжья. 2017. № 3 (44). С. 16-20.

4. Лаврентьев А. Ю. Влияние использования L-лизин монохлоргидрата кормового в рационах молодняка свиней на рост, развитие и затраты кормов // Аграрная наука: поиск, проблемы, решения: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2015. Т. 1. С. 112-115.

5. Лаврентьев, А. Ю. Влияние использования L-лизин монохлоргидрата кормового в рационах молодняка свиней на рост, развитие и затраты кормов // Аграрная наука: поиск, проблемы, решения: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. Т. 1. С. 112-115.

6. Михайлова Л. Р., Лаврентьев А. Ю. Отечественный ферментный препарат в комбикормах для молодняка свиней на откорме // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23. № 9. С. 87-96.

7. Михайлова Л. Р., Лаврентьев А. Ю. Фермент фитазной активности в комбикормах молодняка свиней на откорме // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 111. С. 183-189.

8. Михайлова Л. Р., Лаврентьев А. Ю., Костомахин Н. М. Фермент с фитазной активностью в комбикормах молодняка свиней на откорме // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2023. № 4 (213). С. 3-12.

9. Михайлова Л. Р., Лаврентьев А. Ю. Использование фермента с фитазной активностью на откорме молодняка свиней // Инновации и продовольственная безопасность. 2024. № 4 (42). С. 61-70.

10. Михайлова Л. Р., Лаврентьев А. Ю. Отечественный ферментный препарат в комбикормах для молодняка свиней на откорме // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 23. № 9. С. 87-96.

УДК 636.2.086.72

ПАЛЬМОВЫЙ ЖИР В КОРМЛЕНИИ КОРОВ

Лаврентьев А. Ю., *д-р с.-х. наук, профессор*
Упинин М. С., *аспирант*
Ильин А. Ю., *магистр*

ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ
г. Чебоксары, Россия

Аннотация. С целью изучения эффективности использования защищённого жира растительного происхождения, пальмового жира, при кормлении голштинизированных черно-пестрых коров при раздое были проведены исследования. При этом были определены его влияние на молочную продуктивность, содержание жира в молоке, а так же изменения химического состава молока. По результатам проведенного исследования было выявлено, что использование в кормлении коров при раздое пальмового масла способствует увеличению жирности молока на 0,45 %. Материалы статьи отражают ход опыта и проводимые исследования химического состава молока, а именно показателя жирности, полученного от животных группы раздоя, которые поедали опытный рацион кормления.

Ключевые слова: *кормление лактирующих коров, лактирующие коровы, защищенные жиры, пальмовый жир, продуктивность молочных коров.*

Введение. Уровень системы кормления крупного рогатого скота молочного направления продуктивности в Российской Федерации сегодня зачастую ориентирован на удовлетворение запросов перерабатывающих молоко предприятий. При формировании цены на молоко как сырья для переработки учитываются следующие затраты: содержание животных, кормление (заготовка основных кормов, балансирующие добавки, транспортировка, покупные корма), доильное оборудование, профилактика и лечение животных. В наше время помимо вышеперечисленных затрат при формировании цены на сырье перерабатывающие предприятия, также учитывают ряд качественных показателей химического состава сырого коровьего молока, по этой причине многие хозяйства стараются не только получить от животного как можно больше молока, но и следят за качеством. Для этого они улучшают условия содержания животных, систему кормления, ведут селекционную работу, приглашают консультантов, проводят обучения своих специалистов. Самым ценным показателем в молоке является % сухого вещества (СВ). Состав сухого вещества формируется из жира, белка, лактозы (молочного сахара), минеральных веществ, также ценными элементами химического состава молока являются витамины, гормоны, пигменты, иммунные тела и ферменты и другие.

Молочный жир, а именно его процент в составе молока, есть главный показатель, который определяет качество молока и его полезные свойства.

В сыром молоке, которое мы получаем от коровы, средним показателем содержания жира считается 3,5 %, что является нормой. В зависимости от многих факторов – этот показатель у одного и того же животного может менять от дойки к дойке, а также он зависит к примеру, от принадлежности коровы к той или иной породе. По мнению некоторых авторов, джерсейская и красная датская породы молочного скота считаются лучшими по среднему показателю жирности молока, у этих пород он составляет 5 и 5,1 % соответственно. Также % содержания жира напрямую связан с количеством получаемого молока от коровы, здесь действует правило, при большем надое, жирность ниже. Еще одним фактором, влияющим на данный показатель, является количество и качество кормов, а также правильно сбалансированный рацион кормления, поедаемый животным, при этом стоит заметить, что данный показатель также можно регулировать при расчете рационов кормления. Так при включении в рацион кормления лактирующих животных бобовых и злаковых культур, а также кормов с высоким содержанием сырого жира, можно увеличить жирность молока, но не стоит забывать про условие что рацион полностью сбалансирован с

учетом потребностей животного. Например, можно включать в рационы кормления животных защищённые жиры растительного происхождения.

Цель исследования – изучить эффективность использования защищённого жира растительного происхождения, пальмового жира, при кормлении голштинизированных черно-пестрых коров при раздое. Задачей исследования было изучить влияние пальмового масла в рационах коров на содержание жира в молоке.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на черно-пестром голштинизированном крупном рогатом скоте (на коровах), находящемся в одинаковых условиях содержания, в одной технологической группе – раздоя.

Результаты исследования. Для реализации цели и задач исследования по влиянию на содержания жира в молоке был поставлен научно-хозяйственный опыт на лактирующих корова в период раздоя с включением в рацион кормления данной технологической группы животных пальмового защищенного жира. Для этого был рассчитан опытный рацион, состоящий из основных кормов (кукурузный силос, сенаж люцерновый), соломы пшеничной дробленой (резка 3 ± 1 см), кукурузы плющенной, комбикорма для лактирующих коров с премиксом, сухой пивной дробины (гранулы), мела, соли, белково-амидного кормового средства Кауфит 60, комплексной буферной добавки РуменБуффер, и непосредственно жира пальмового из расчета 250 г/гол. в сутки. Опыт проводили в период с 1 по 31 (включительно) июля 2021 года. Животные были одной технологической группы, черно-пёстрой голштинизированной породы, содержание привязное, доение двукратное. По началу новый рацион кормления получали не все животные, находящиеся в группах раздоя, а лишь 50 % от общего количества данных животных на ферме, что позволило сформировать две группы аналогичных животных (200 ± 15 голов в каждой группе) и дать сравнительную оценку эффективности использования пальмового жира в рационе кормления дойных коров в первые 100 дней доения животных, с лактирующими коровами поедаемыми основной рацион без пальмового жира. Раздойными животными в данном хозяйстве принято считать животных от 20 до 100 дней в доении. Контроль правильности загрузки кормов в кормораздатчик оснащенного системой контроля кормления осуществляли визуально и с при помощи программы контроля кормления Dairy Feeder.

С момента начало опыта животные опытной группы, получавшие дополнительно к основному рациону 250 г пальмового жира, доились в отдельный молочный танк. Для контроля изменений показателей химического состава молока в хозяйстве проводился анализ содержания жира в молоке с использованием анализатора Клевер 2М, данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание жира в молоке по данным с анализатора Клевер 2М

Период	Содержание жира, %		Разница
	Контрольная группа	Опытная группа	
01.07-10.07.2021	3,23	3,75	+ 0,52
11.07-20.07.2021	3,29	3,72	+ 0,42
21.07-31.07.2021	3,41	3,82	+ 0,41
Среднее значение за период опыта	3,31	3,76	+ 0,45

Исходя из данных таблицы 1 видно, что использование в рационе кормления пальмового жира положительно отражается на показатели содержания жира в молоке коров раздойной технологической группы. Данный показатель резко изменяется еще на этапе приучения животных к пальмовому защищенному жиру в рационе кормления, то есть в первые 10 дней, что отражается в разнице содержания жира в молоке между контрольной и опытной группами животных, а затем постепенно выравнивается к концу опыта. При этом средний показатель жира в молоке опытной группы за период опыта выше на 0,45 % по сравнению с контрольной группой дойных коров в период раздоя.

Таблица 2 – Жирность молока

Месяц	Жирность, %	Отклонение от предыдущего месяца	Отклонение от первого в 2021 году учетного месяца в хозяйстве
Январь	3,4	-	-
Февраль	3,41	0,01	0,01
Март	3,45	0,05	0,05
Апрель	3,42	-0,03	0,02
Май	3,35	-0,07	-0,05
Июнь	3,2	-0,15	-0,2
Июль	3,72	0,52	0,32
Август	3,83	0,11	0,43
Сентябрь	3,78	-0,05	0,38
Октябрь	3,72	-0,06	0,32
Ноябрь	3,7	-0,02	0,3
Декабрь	3,65	-0,05	0,25

Также ежедневно поступали данные по показателям жирности с лаборатории молочного завода, результат по изменениям показателей сравнивали с предыдущими месяцами, данные были взяты с лабораторного журнал учета приёмки молока. С этой целью посетили лабораторию молочного завода и на месте посмотрели проведения анализов на содержания жира в принимаемом с нашего хозяйства коровьем молоке. Анализ проводился по ГОСТу Р ИСО 2446-2011 согласно которому молочный жир в бутирометре (жиромере) отделяют путем центрифугирования после растворения белка серной кислотой, отде-

лению способствует добавление небольшого количества изоамилового спирта. Градуировка бутирометра (жиромера) позволяет сразу же считывать показатель содержания жира. В таблице 2 представлены среднемесячные данные по жирности молока, реализованного на молочный завод данным хозяйством.

По данным таблицы 2 видно, что кормление животных пальмовым защищенным жиром дало эффект не только на опытную группу животных, но и положительно отразилось в общем анализе молока по содержанию жира реализуемым этим хозяйством на молочный завод в целом. Применение жира растительного происхождение в рационах лактирующих коров отразилось в отклонении на 0,37 ± 0,03 % в сторону увеличения.

Таким образом, использование в рационах кормления черно-пестрых голштинизированных коров при раздое пальмового жира способствуют повышению жирности молока на 0,45 %.

Список использованной литературы

1. Игнатьева Н. Л., Лаврентьев А. Ю. Хозяйственно-полезные признаки голштинизированных коров черно-пестрой породы и корреляционная связь между ними // Молочнохозяйственный вестник. 2020. № 1 (37). С. 35-45.

2. Игнатьева Н. Л., Данилова Н. В., Лаврентьев А. Ю. Продуктивность коров в зависимости от линейной принадлежности // Аграрная Россия. 2018. № 5. С. 39-42.

3. Игнатьева Н. Л., Немцева Е. Ю., Лаврентьев А. Ю. Зависимость молочной продуктивности голштинизированных коров черно-пестрой породы от их линейной принадлежности // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2 (5). С. 32-36.

4. Лаврентьев А. Ю., Шерне В. С. Доращивание бычков с использованием рожьсодержащих комбикормов // Нива Поволжья. 2021. № 2 (59). С. 115-121.

5. Лаврентьев А. Ю., Михайлова Л. Р., Шерне В. С. Рожьсодержащие комбикорма в рационе бычков на доращивании // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (58). С. 197-203.

6. Лаврентьев А. Ю., Данилова Н. В., Шерне В. С. Новая система оценки питательности кормов и потребность в кормах для коров // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (23). С. 39-45.

7. Михайлова Л. Р., Лаврентьев А. Ю., Шерне В. С. Влияние количества ржи в комбикормах для бычков на доращивании // АгроЗооТехника. 2022. Т. 5. № 4.

8. Михайлова Л. Р., Лаврентьев А. Ю. Рожьсодержащие комбикорма для бычков на доращивании // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4.

9. Михайлова Л. Р., Лаврентьев А. Ю., Шерне В. С. Рожьсодержащие комбикорма в рационах бычков на доращивании // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 6 (92). С. 303-308.

10. Михайлова Л. Р., Лаврентьев А. Ю. Рожьсодержащие комбикорма для бычков на доращивании // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4. С. 124-135.

11. Немцева Е. Ю., Лаврентьев А. Ю. Использование иммуногенетического анализа в целях повышения молочной продуктивности коров // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4 (11). С. 97-101.

12. Петрянкин Ф. П., Лаврентьев А. Ю., Шерне В. С. Зависимость иммунобиологии телят от физиологического состояния при рождении // Современные направления развития зоотехнической науки и ветеринарной медицины: материалы Международной научно-практической конференции. Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2018. С. 245-250.

13. Упинин М. С., Лаврентьев А. Ю., Костомахин Н. М. Влияние комплексных функциональных добавок на рост и развитие телят // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2023. № 7 (216). С. 26-36.

14. Упинин М. С., Лаврентьев А. Ю. Комплексные функциональные добавки и их влияние на рост и развитие телят // Нива Поволжья. 2023. № 1 (65). С. 2001.

15. Упинин М. С., Лаврентьев А. Ю. Рост и развитие телят при использовании комплексных функциональных добавок // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (25). С. 147-152.

16. Шилов А. В., Лаврентьев А. Ю., Шерне В. С. Использование L-лизина монохлоргидрата кормового в технологии производства молока // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей. Барнаул: Алтайский ГАУ 2017. Т. 3. С. 217-218.

УДК 636.234.1.034+636.087.7

ПРИМЕНЕНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «РУМИНПРО» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

Лапина Д. Н., *магистр*
Пономарев В. В., *канд. с.-х. наук, доцент*
Злепкина Н. А., *канд. с.-х. наук, доцент*
Злепкин В. А., *д-р с.-х. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Молочное скотоводство является стратегически важной отраслью российского АПК, поскольку одновременно решает две задачи: снабжает население продуктами питания и обеспечивает сырьевую базу для перерабатывающей промышленности. В последнее время отмечается положительная динамика продуктивности молочного поголовья – она достигнута благодаря развитию селекции и совершенствованию подходов к содержанию и кормлению животных. Однако потенциал высокопродуктивных пород скота (в частности, голштинской) не удаётся использовать в полной мере. Основные ограничивающие факторы – несбалансированные кормовые рационы и ограниченные возможности традиционных систем кормления по поддержанию метаболических процессов на уровне, необходимом для максимальной реализации продуктивного потенциала животных. Инновационный мультикомпонентный препарат «РуминПРО» – это передовой кормовой добавочный продукт, включающий в себя активные дрожжевые культуры Saccharomyces cerevisiae, пробиотики и комплекс ферментов, разработанный для улучшения процессов пищеварения в рубце. Исследования показали, что использование этой добавки способствует росту популяции полезных микроорганизмов в рубце, поддерживает равновесие pH, усиливает усвояемость клетчатки и активизирует производство микробного белка.

Ключевые слова: *молочное скотоводство, кормовые добавки, крупный рогатый скот, пробы молока, суточные надои, молочная продуктивность коров, рентабельность молочного скотоводства.*

Повышение продуктивности молочного скота и улучшение качества молока, включая содержание белка и жира, имеет ключевое значение для агропромышленного комплекса, поскольку это влияет на качество сырья и выход готовой продукции [6].

Исследование качества кормов показало, что они не соответствуют ГОСТовским нормам по уровню содержания важнейших элементов – меди, кобальта и цинка, что может привести к недостатку этих веществ у животных. Неправильный состав рациона, включая недостаток белка, макро- и микроэлементов, может стать причиной ухудшения продуктивности и снижения качества молока [3, 4].

Для успешного ведения интенсивного молочного скотоводства необходимо уделять пристальное внимание поддержанию нормального рубцового пищеварения. Микробиоценоз преджелудков выполняет важнейшую функцию – обеспечивает переваривание клетчатки и усвоение питательных веществ. Нарушение баланса рациона за счёт избытка концентратов может привести к развитию ацидоза и угнетению целлюлолитической микрофлоры, что неизбежно сказывается на снижении продуктивности и ухудшении здоровья животных. В этой связи особую ценность представляют специализированные кормовые добавки, призванные стабилизировать рубцовую среду и усилить усвоение питательных веществ для поддержания стабильно высокой продуктивности поголовья [1, 2].

На основании вышеизложенного анализ результативности использования кормовой добавки «РуминПРО» в хозяйстве ООО «Красный Октябрь» (Стародубский район, Брянская область) для повышения продуктивности коров голштинской породы представляет значимый интерес как для науки, так и для практики. Особое внимание в исследовании уделяется характеристикам местных кормов и методам зоотехнического обслуживания животных. Ключевая задача – изучить, как добавка влияет на удой, качество молочной продукции и экономическую эффективность производства. Успешная реализация этого исследования может стать драйвером роста производительности и рентабельности молочного скотоводства в данном регионе.

Была разработана следующая схема опыта (табл. 1) с формированием трех групп животных по принципу пар-аналогов:

Контрольная группа – получала исключительно основной рацион (ОР) хозяйства, соответствующий текущему периоду лактации. Кормовая добавка «РуминПРО» в кормлении не применялась. Группа выполняла функцию контрольного образца для оценки эффективности применения добавки.

Опытная группа I – получала основной рацион (ОР) с включением кормовой добавки «РуминПРО» в дозировке 10 г на голову в сутки. Доза определена согласно рекомендациям производителя для профилактического применения.

Опытная группа II – получала основной рацион (ОР) с добавлением кормовой добавки «РуминПРО» в количестве 20 г на голову в сутки. Дозировка соответствовала указаниям производителя для профилактического использования.

Таблица 1 – Схема опыта

Периоды	Группа	Дни	Рацион
Подготовительный период	Контрольная	7	ОР
	Опытная I	7	ОР
	Опытная II	7	ОР
Переходный период	Контрольная	5	ОР
	Опытная I	5	ОР + "РуминПРО" – 10 г/гол.
	Опытная II	5	ОР + "РуминПРО" – 20 г/гол.
Главный период	Контрольная	142	ОР
	Опытная I	142	ОР + "РуминПРО" – 10 г/гол.
	Опытная II	142	ОР + "РуминПРО" – 20 г/гол.

Данная схема опыта позволяет объективно оценить влияние кормовой добавки «РуминПРО» в различных дозировках на продуктивные качества коров и определить оптимальный уровень её применения.

Животные содержались в типовом коровнике с беспривязной системой. Для обеспечения физиологических потребностей новотельных коров разработан сбалансированный рацион, включающий грубые, сочные и концентрированные корма, а также минеральные добавки. В качестве грубого корма используется разнотравное сено (0,7 кг на голову в сутки). Питательная ценность сена составляет 0,45 ЭКЕ/кг, а содержание сырого протеина находится в диапазоне 8,5-9,5 %. Рацион включает два вида сочных кормов: сенаж кукурузный (10 кг/сут.) заготовлен в фазе молочно-восковой спелости. Силос кукурузный (38 кг/сут.) соответствует I классу качества (pH 3,8-4,2). Концентратная часть рациона состоит из пшеничных отрубей (1 кг/сут.) с содержанием сырого протеина 15-16 % и клетчатки 9-10 %. Комбикорма (14,2 кг/сут.), составленного по следующему рецепту: зерно кукурузы – 40 %; ячмень – 25 %; шрот подсолнечный – 18 %; отруби пшеничные – 10 %; минеральные добавки – 7 %. Питательная ценность комбикорма достигает 1,1 ЭКЕ/кг. В рацион включён премикс (0,15 кг/сут.), содержащий: витамины A, D, E; микроэлементы (цинк, медь, марганец, кобальт, йод).

Представленный рацион полностью соответствует современным технологическим требованиям к кормлению новотельных коров. Его сбалансированность создаёт оптимальные условия для реализации генетического потенциала животных и поддержания их продуктивного здоровья [5].

Все статистические различия между группами были признаны не достоверными ($p > 0,05$), что подтверждает репрезентативность сформированных групп и обеспечивает валидность последующих сравнительных исследований.

Данный подход к формированию экспериментальных групп гарантирует объективность оценки влияния кормовой добавки «РуминПРО» на молочную продуктивность коров.

В ходе проведения научно-хозяйственного опыта была изучена динамика молочной продуктивности коров голштинской породы при использовании кормовой добавки «РуминПРО» в различных дозировках.

Таблица 2 – Динамика среднесуточных удоев коров голштинской породы (кг)

Период исследования	Контрольная группа (n=15)		
	Ср. сут. удой	% жира	% белка
Начало опыта	24,7 ± 0,04	3,79 ± 0,3	3,19 ± 0,3
30 дней	25,6 ± 0,04	3,83 ± 0,3	3,23 ± 0,3
60 дней	26,6 ± 0,04	3,78 ± 0,3	3,21 ± 0,3
90 дней	25,9 ± 0,04	3,8 ± 0,3	3,22 ± 0,3
120 дней	24,7 ± 0,04	3,79 ± 0,3	3,23 ± 0,3
Период исследования	Опытная группа I (10 г/гол.) (n=15)		
	Ср. сут. удой	% жира	% белка
Начало опыта	25,5 ± 0,04	3,85 ± 0,03	3,25 ± 0,03
30 дней	26,4 ± 0,04*	3,88 ± 0,03	3,27 ± 0,03
60 дней	27,2 ± 0,04*	3,9 ± 0,03*	3,32 ± 0,03*
90 дней	28,5 ± 0,04**	3,96 ± 0,03**	3,38 ± 0,03**
120 дней	29,5 ± 0,03**	4 ± 0,03**	3,42 ± 0,03**
Период исследования	Опытная группа II (20 г/гол.) (n=15)		
	Ср. сут. удой	% жира	% белка
Начало опыта	24,8 ± 0,04	3,83 ± 0,03	3,22 ± 0,03
30 дней	27,1 ± 0,04**	3,93 ± 0,03*	3,33 ±0,03*
60 дней	28,3 ± 0,04**	4,03 ± 0,03**	3,43 ± 0,03**
90 дней	30,3 ± 0,03**	4,13 ± 0,03**	3,53 ± 0,03**
120 дней	32,3 ± 0,03**	4,23 ± 0,03**	3,63 ± 0,03**

*Примечание: * - различия достоверны при $p < 0,05$; ** - при $p < 0,01$*

Анализ данных показывает, что применение кормовой добавки «РуминПРО» способствовало достоверному повышению молочной продуктивности. Наибольшая эффективность отмечена в опытной группе II (20 г/гол.), где увеличение удоя к 120 дню опыта составило 7,6 кг (30,8 %) по сравнению с контрольной группой. В опытной группе I (10 г/гол.) прирост удоя составил 4,8 кг (19,4 %).

Качественные показатели молока также улучшились: в опытной группе II массовая доля жира увеличилась на 0,44 % (11,6 %), белка – на 0,40 % (12,4 %) относительно контроля. Статистическая достоверность различий подтверждена при $p < 0,01$ для большинства показателей в группе с максимальной дозировкой добавки.

Таблица 3 – Показатели качества молока коров голштинской породы (M±m)

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа I (10 г/гол.)	Опытная группа II (20 г/гол.)
Массовая доля жира, %	3,85 ± 0,03	3,96 ± 0,02*	4,12 ± 0,03**
Массовая доля белка, %	3,18 ± 0,02	3,27 ± 0,03*	3,41 ± 0,02**
Количество соматических клеток, тыс./мл	278 ± 15	245 ± 12*	218 ± 10**
Содержание мочевины, мг/%	31,8 ± 0,7	29,2 ± 0,6*	26,4 ± 0,5**
Кислотность, °Т	18,2 ± 0,3	17,9 ± 0,2	17,6 ± 0,2*
Плотность, кг/м³	1028,5 ± 0,5	1029,2 ± 0,4*	1030,1 ± 0,3**

Использование добавки «РуминПРО» положительно повлияло на качественные показатели молока. Наибольшее улучшение отмечено в опытной группе II, увеличение массовой доли жира на 0,27 %, белка – на 0,23 %. Также наблюдалось достоверное снижение количества соматических клеток на 21,6 % и содержания мочевины на 17,0 % по сравнению с контрольной группой. Улучшение показателей плотности и кислотности свидетельствует о положительном влиянии добавки на технологические свойства молока.

Важным этапом применения любого нового препарата является определение его рентабельности для молочного скотоводства. На основании данных был проведен расчет экономической эффективности от применения кормовой добавки «РуминПРО» в различных дозировках.

Таблица 4 – Экономическая эффективность использования кормовой добавки «РуминПРО» за 120 дней лактации (в расчете на 1 голову)

Показатель	Группа		
	Контрольная группа	Опытная группа I (10 г/гол.)	Опытная группа II (20 г/гол.)
Суточный удой натурального молока, кг	25,9	28,1	29,7
Получено молока за 120 дня опыта, кг	3108,7	3373,5	3564,8
Суточный удой молока базисной жирности, кг	26,2	29,2	32,8
Получено молока базисной жирности, ц	310,9	350,5	393,7
Цена реализации 1 ц молока, руб.	5200	5200	5200
Сумма реализации, руб.	161652,4	175422	185369,6
Затраты на кормовую добавку, руб.	-	965,6	1931,2
Всего затрат, руб.	114821,2	115786,8	116752,4
Прибыль от реализации, руб.	46831,2	59635,2	68617,2
Дополнительная прибыль, руб.	-	12804	21786

Использование кормовой добавки «РуминПРО» способствовало значительному росту продуктивности подопытных животных. Наилучшие результаты зафиксированы в группе с дозировкой 20 г/гол., где показатель суточного удоя молока базисной жирности достиг 32,8 кг, превысив контрольные значения на 6,6 кг (25,2 %).

За период проведения 120-дневного эксперимента отмечено существенное увеличение выхода продукции в пересчете на молоко базисной жирности: в группе I получено дополнительно 39,6 ц, в группе II – 82,8 ц молочной продукции в сравнении с контрольными показателями.

Проведенные экономические расчеты доказали целесообразность применения изучаемой добавки. Экономический эффект выразился в получении дополнительной прибыли в размере 12 804 руб. – при норме скармливания 10 г/гол. и 21 786 руб. – при норме 20 г/гол. в расчете на одно животное за период исследований.

По результатам комплексного анализа установлена оптимальная дозировка кормовой добавки «РуминПРО» – 20 г на голову в сутки, которая гарантирует максимальную продуктивность и наивысшую экономическую эффективность в условиях производства.

Список использованной литературы

1. Бабичева И. А., Мустафина Р. З. Влияние пробиотических добавок на продуктивность коров – Текст: непосредственный // Достижения науки и техники АПК. 2022. № 5. С. 68-71.

2. Беляева Н. Ю., Ашенбреннер А. И. Современные подходы к кормлению высокопродуктивных коров // Зоотехния. 2022. № 8. С. 15-18.

3. Буяров В. С. Эффективность применения кормовых добавок в молочном скотоводстве // Аграрный вестник Урала. 2024. № 2. С. 45-49.

4. Молочная продуктивность коров при использовании природной кормовой добавки – Текст: непосредственный / О. В. Горелик, Н. А. Федосеева [и др.] // Монографическое издание Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 4 (79). С. 62-65.

5. Калашников А. П., Фисинин В. И., Щеглов Н. И. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: научное пособие. М.: Росинформагропром, 2020. 456 с.

6. Фисинин В. И., Щеглов Н. И. Современные технологии в молочном скотоводстве. М.: ФГБНУ "ВНИИФБиП", 2022. 312 с.

УДК 636.085.55

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА

Николаев С. И., *д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой*
Водянникова В. В., *д-р биол. наук, доцент, профессор*
Чехранова С. В., *д-р с.-х. наук, доцент, профессор*
Воронцова Е. С., *канд. биол. наук, ст. научный сотрудник*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Фундаментальным аспектом производства мяса является «бесперебойное» снабжение кормами животноводческих и птицеводческих предприятий. Это напрямую влияет на формирование отраслевой структуры и ценообразование на сельскохозяйственную продукцию.

В пищевой промышленности значительная часть сырья (60-80 %) превращается во вторичные ресурсы. Эти отходы обладают огромным потенциалом: доходы от их переработки и реализации могут в разы превышать прибыль от продажи основного продукта.

Ключевые слова: *альтернативное кормопроизводство, биологически активные добавки, БВМК, комбикорма, вторичные сырьевые ресурсы пищевой промышленности.*

Чтобы в полной мере реализовать генетические возможности и добиться максимальной продуктивности в животноводстве и птицеводстве, первостепенное значение имеет обеспечение надежной и качественной кормовой базы. В этом контексте применение комбикормов является основополагающим. Рынок кормов активно развивается: появляются новые компании, внедряются инновационные технологии, и ведется постоянная работа над улучшением качества комбинированных кормов [1].

Современные комбикорма представляют собой тщательно сбалансированные рационы, разработанные с учетом видовых, возрастных и физиологических потребностей сельскохозяйственных животных и птицы. Они не просто насыщают, но и обеспечивают организм сельскохозяйственных животных и птицы всеми необходимыми питательными веществами, витаминами и минералами, способствуя оптимальному росту, развитию и здоровью поголовья. Это позволяет не только увеличить выход продукции, будь то мясо, молоко, яйца или шерсть, но и значительно повысить ее потребительские качества. Более того, применение таких кормов минимизирует риск возникновения различных заболеваний, укрепляет иммунную систему и повышает общую резистентность организма к стрессовым факторам внешней среды. Инновационные технологии производства и строгий контроль качества на всех этапах гарантируют стабильность состава и безопасность конечного продукта, делая его незаменимым инструментом в современном животноводстве и птицеводстве [3, 5].

Таким образом, использование современных комбикормов является ключевым фактором для достижения высокой экономической эффективности в агропромышленном комплексе, обеспечивая устойчивое развитие отрасли и удовлетворение растущего спроса на качественную животноводческую продукцию.

Инвестиции в качественные комбикорма – это стратегическое решение, которое напрямую влияет на рентабельность сельскохозяйственного предприятия. Эффективное использование кормов снижает затраты на единицу продукции, минимизирует потери и способствует устойчивому развитию отрасли. Постоянное совершенствование рецептур и производственных процессов гарантирует, что комбикорма будут отвечать самым высоким стандартам и способствовать дости-

жению амбициозных целей в современном животноводстве и птицеводстве. Это залог здоровья и продуктивности поголовья, основа для получения высококачественной продукции и укрепления позиций на рынке. Сотрудничество с надежными поставщиками, предлагающими инновационные кормовые решения, позволяет сельхозпроизводителям оптимизировать рационы, учитывая видовые, возрастные и физиологические особенности животных, что в свою очередь ведет к снижению себестоимости конечной продукции. Такой подход не только обеспечивает экономическую выгоду, но и способствует формированию положительного имиджа предприятия как ответственного производителя, заботящегося о благополучии своих животных и качестве поставляемой продукции.

Для уменьшения использования фуражного зерна в составе комбикормов, производители активно применяют белковые компоненты и вторичные ресурсы, получаемые от пищевой и перерабатывающей промышленности. В то же время, производство премиксов в значительной степени зависит от импортного сырья. Доля импортных составляющих в белково-витаминно-минеральных концентратах (БВМК) достигает 75-80 %, что напрямую влияет на конечную стоимость кормов и, как следствие, на себестоимость животноводческой продукции.

Это создает определенные риски для отечественного агропромышленного комплекса, делая его уязвимым перед колебаниями мировых цен и геополитической нестабильностью. Поиск и внедрение альтернативных, отечественных источников сырья для производства премиксов становится стратегической задачей. Разработка технологий переработки местных растительных и животных ресурсов, обогащенных необходимыми нутриентами, открывает перспективы для снижения зависимости от импорта и повышения конкурентоспособности отечественной животноводческой продукции на внутреннем и внешнем рынках.

В этом контексте особое внимание заслуживают такие направления, как использование отходов масложировой промышленности (например, шротов и жмыхов), продуктов переработки зерна (отрубей, зародышей), а также сырья, получаемого из насекомых и микроводорослей. Эти источники, при условии их грамотной переработки и обогащения, могут стать ценной заменой импортным компонентам в премиксах. Например, шроты богаты протеином и клетчаткой, а отруби содержат витамины группы В и минеральные вещества. Развитие биотехнологий позволяет получать из этих вторичных ресурсов высококачественные белковые и нутриентные добавки, адаптированные под специфические потребности различных видов сельскохозяйственных животных и птицы.

Кроме того, перспективным является использование местных видов растений, которые могут быть адаптированы к климатическим условиям и не требуют значительных затрат на выращивание. Исследования в области селекции и агротехники позволяют выводить сорта с повышенным содержанием необходимых аминокислот, витаминов и микроэлементов. Инновационные методы экстракции и концентрирования позволяют извлекать из растительного сырья ценные компоненты, которые затем могут быть использованы в производстве премиксов.

Важным аспектом является также развитие отечественной сырьевой базы для производства синтетических витаминов и аминокислот. Создание собственных производственных мощностей позволит не только снизить зависимость от импорта, но и обеспечить стабильность поставок, а также контролировать качество и безопасность конечной продукции. Инвестиции в научные исследования и разработку новых технологий в этой области являются ключевым фактором для достижения продовольственной безопасности и устойчивого развития агропромышленного комплекса страны. Реализация этих мер позволит не только сократить затраты на производство животноводческой продукции, но и повысить ее качество, делая отечественных производителей более конкурентоспособными на мировом рынке [2].

В настоящее время удельный вес зерновых компонентов в общем объеме комбикормов превышает 70 %. При достаточном предложении фуражного зерна все острее ощущается нехватка качественных шротов, гороха, сои, рапса, то есть источников белка растительного происхождения.

Другой проблемой является несбалансированность комбикормов как по содержанию белка, так и по аминокислотному составу, следовательно, на производство животноводческой продукции может затрачивается в два раза больше кормов по сравнению с нормативами западных стран, что приводит к неэффективному использованию ресурсов, увеличению себестоимости продукции и снижению конкурентоспособности отечественных производителей на мировом рынке [4, 6, 10].

Известно, что в своем естественном состоянии большинство отходов производства несовместимы с технологиями традиционных комбикормовых производств по причине своих физико-механических свойств (жидкие, вязкие и пр.) и, кроме того, характеризуются низкой кормовой ценностью из-за наличия трудно гидролизуемых полисахаридов и невысокого содержания усваиваемого белка, а некоторые из отходов производства содержат компоненты, сдерживающие их использование на корм скоту. Поэтому проблема поиска новых и альтернативных способов получения кормовых продуктов, повышения качества при снижении затрат на их производство, а также развития

сопутствующих источников энергии – актуальна и является одной из основных при проведении проблемно-ориентированных исследований сотрудниками кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных».

Сотрудниками кафедры разрабатываются и внедряются технологии по производству комбикормов и кормовых добавок на основе переработки малоиспользуемых или же вообще неиспользуемых отходов сельскохозяйственных, животноводческих, пищевых и зерноперерабатывающих производств, так как любое растительное сырье и биологические отходы (зерноперерабатываюшей, кожевенной, консервной и масложировой, кондитерской и молочной промышленности) доступны в экструдерной переработке. Таким образом, запасы сырья для производства корма по альтернативной технологии – не ограниченны [6, 7, 9].

Инновационные подходы к производству кормов позволяют получать продукцию с улучшенными потребительскими свойствами, а получаемые корма обладают повышенной биологической ценностью, что выражается в высоком содержании белка (22-24 %), легкости усвоения питательных веществ, наличии биологически активных компонентов, а также обогащении ферментами, витаминами и минералами [5, 6].

Как известно, в традиционном кормопроизводстве зерно и другие фуражные компоненты измельчаются и без дополнительной обработки смешиваются. В таком виде пшеница, имеющая высокое содержание клейковины, попадая в желудок животных, присоединяет большое количество воды с образованием «резиноподобной» массы – клейстера. Это снижает доступность всех питательных веществ, возрастают затраты энергии на пищеварение и увеличиваются потери. При экструзии все зерновые компоненты проходят термо-физико-механическую обработку, что исключает нежелательные изменения зернофуражного сырья и повышает его кормовую ценность, а также полностью исключает необходимость запаривания кормов перед скармливанием.

Альтернативные технологии производства кормов демонстрируют соответствие установленным стандартам по питательной ценности, содержанию витаминов и микроэлементов, а также ветеринарной безопасности и экологичности. Процесс усвоения таких кормов характеризуется высокой биологической активностью, отличной переваримостью и сниженными затратами организма на ферментацию и энергию на всех этапах пищеварения. Средняя себестоимость производства 1 кг корма по данной технологии сопоставима со стоимостью фуражного зерна, при этом его кормовая ценность превосходит в 1,4-2,0 раза.

Основным достоинством внедряемых альтернативных технологий является их комплексность. Они позволяют одновременно решать ключевые проблемы сельскохозяйственных предприятий, а именно обеспечивают хозяйство высококачественными кормами, решают экологические задачи путем утилизации отходов и снижают себестоимость производимой продукции [6].

Следовательно, потенциал использования альтернативных источников кормления огромен. Для его реализации необходимо фундаментально изменить подходы к кормопроизводству, ориентируясь на снижение затрат при одновременном повышении качества.

Это требует внедрения инновационных технологий, таких как ферментация, экстракция и биоконверсия, позволяющих извлекать максимум питательных веществ из доступного сырья. Важно также развивать научные исследования в области микробиологии и биохимии кормов, чтобы лучше понимать их усвояемость и биологическую ценность. Кроме того, необходимо стимулировать кооперацию между производителями кормов, научными учреждениями и аграрными предприятиями для обмена опытом и совместной разработки эффективных решений.

Список использованной литературы

1. Бородычев В. В., Лытов М. Н. Кормопроизводство в Волгоградской области – проблемы и пути развития // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 1. С. 39-45. http://e.lanbook.com/journal/issue/292992

2. Гааг А. В., Гончарова И. В., Пичугин А. П. Роль кормопроизводства в импортозамещении продукции животноводства // Инновации и продовольственная безопасность. 2015. № 3. С. 47-52. http://e.lanbook.com/journal/issue/297924

3. Грязнов А. А. Инновационный подход к проблеме повышения эффективности кормопроизводства // АПК России / Вестник ЧГАА. 2011. № 59. С. 33-36. https://e.lanbook.com/journal/issue/288311

4. Инновационные технологи полноценного кормления животных, с использованием нетрадиционных кормовых средств Волгоградской области / С. И. Николаев, А. В. Горбунов, В. А. Чучунов, И. А. Авоян // Пути интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции в современных условиях: материалы международной научно-практической конференции: в 2-х частях. 2012. С. 65-67.

5. Николаев С. И. и др. Использование добавок в кормлении крупного рогатого скота и птицы: монография. Волгоград, 2015.

6. Найдова А. Г., Николаев С. И. Использование кудюритов в кормлении кур-несушек // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития: сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. 2017. С. 294-299.

7. Николаев С. И., Кучерова И. А., Чехранова С. В. Использование рыжикового жмыха в кормлении телят // Эффективное животноводство. 2015. № 1 (111). С. 22-25.

8. Николаев С. И., Струк М. В., Чехранова С. В., Брюхно О. Ю. Сравнительная эффективность использования сорго в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы // Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях: материалы Международной научно-практической конференции. 2015. С. 216-219.

9. Николаев С. И., Карапетян А. К., Корнилова Е. В. Сравнительный аминокислотный состав кормов // Эффективное животноводство. 2015. № 1 (111). С. 16-17.

10. Николаев С. И., Волколупов Г. В., Струк В. Н., Шкаленко В. В. Экономическая оценка влияния зерна сорго и нута в рационах коров айрширской породы на их молочную продуктивность // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 2 (42). С. 158-165.

УДК 636.5.033.087.72

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Пехтелева О. А., *аспирант*
Саломатин В. В., *д-р с.-х. наук, профессор*
Коноблей Т. В., *канд. с.-х. наук, доцент*
Сушко И. Н., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Приведены данные исследований по влиянию кормовой добавки Ветвигор на морфологические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Росс-308». Установлено, что введение данной кормовой добавки в питьевую воду бройлерам в возрасте 5-10, 21-26 суток в период выращивания (40 дней) (из расчёта на 1 л воды: 1 опытная группа – 1 мл, 2 опытная – 2 мл и 3 опытная группа – 3 мл), по сравнению с контролем, оказывает положительное влияние на количество в крови в 40 дней жизни эритроцитов, лейкоцитов и уровень гемоглобина. Сделан вывод, что увеличение концентрации гемоглобина и количества эритроцитов в крови бройлеров опытных групп в пределах нормы является положительным физиологическим критерием, свидетельствующим об интенсификации обменных процессов в организме.

Ключевые слова: *цыплята-бройлеры, Ветвигор, полнорационные комбикорма, показатели крови цыплят-бройлеров.*

Введение. Все процессы, происходящие в организме, в той или иной степени отражаются на морфологическом составе крови и её физико-химических свойствах [1]. Это даёт возможность судить об интенсивности окислительно-восстановительных процессов и уровне обмена веществ.

Изучение новых, оказывающих комплексное воздействие на организм молодняка птицы кормовых биологически активных добавок и препаратов, апробация эффективных схем их применения являются актуальными и имеют научное и практическое значение для птицеводства [2].

Колодина Е. Н. [3] подчёркивает, что возможность достичь успешных результатов на этапе урегулирования физиологических процессов в организме птицы повышается при введении в рацион биологически активных добавок, которые способствуют снижению потерь и эффективному использованию дефицитных и дорогостоящих сырьевых ресурсов-кормов.

С этой точки зрения заслуживает внимание кормовая добавка Ветвигор, которая содержит в качестве активных веществ: L-карнитин гидрохлорид, сульфат магния, экстракт эхинацеи и вспомогательные вещества.

Материал и методика исследований. Научно-хозяйственный опыт был проведён на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308» на базе АО «Птицефабрика Краснодонская» Волгоградской области. Продолжительность опыта составила 40 дней.

В суточном возрасте цыплят сформировали контрольную и 3 опытные группы по 100 голов в каждой. Согласно фарам выращивания, контрольной группе бройлеров скармливали полнорационные комбикорма: ПК-0, ПК-2, ПК-5, ПК-6 и ПК-7.

Кроме того, бройлерам опытных групп в возрасте 5-10, 21-26 суток, в питьевую воду вводили кормовую добавку Ветвигор из расчёта на 1 л воды: 1 опытная группа – 1 мл, 2 опытная – 2 мл и 3 опытная группа – 3 мл.

Параметры микроклимата, фронты кормления и поения, питательность рационов, режим освещения у подопытных цыплят-бройлеров были одинаковыми. Плотность посадки птицы составила 22 гол/м².

Для изучения гематологических показателей у 6 бройлеров из каждой сравниваемой группы в 40-дневном возрасте из подкрыльцовой вены на внутренней стороне крыла, был произведён забор крови. Гематологические показатели у подопытной птицы определяли по общепринятым методикам.

Полученные экспериментальные данные были статистически обработаны с определением уровня достоверности различий между группами.

Результаты исследований и их обсуждение. Для объективной оценки физиологического состояния и направленности обменных процессов в организме птицы используют анализы крови, которая непосредственно принимает основное участие в специфических и неспецифических реакциях организма, влияет на резистентность и реактивность. Кровь, кроме всего прочего, характеризует состояние гомеостаза внутренней среды организма, который обеспечивает жизнедеятельность клеток и тканей [4].

Кровь, являясь внутренней средой для всех органов и тканей, наиболее полно отражает в себе разнообразные биохимические и физиологические процессы, происходящие в организме. Она играет огромную роль в основных процессах обмена веществ. Определение количественных и качественных показателей ряда компонентов крови является одним из методов оценки состояния здоровья цыплят-бройлеров [5, 6].

Эритроциты, пройдя все стадии эмбрионального развития, поступают из костного мозга в кровь, где участвуют в транспортировке кислорода, питательных веществ ко всем органам, тканям и клеткам организма, забирая из тканей углекислый газ и транспортируя его для удаления через лёгкие. Параллельно эритроциты поддерживают pH крови, адсорбируют на поверхности токсины [7].

Количество эритроцитов и содержание гемоглобина в крови, в известной мере, отражают интенсивность окислительно-восстановительных процессов, происходящих в организме цыплят-бройлеров.

Количество лейкоцитов, эритроцитов и концентрация гемоглобина в крови цыплят-бройлеров отражены в таблице.

Таблица – Количество эритроцитов, лейкоцитов и уровень гемоглобина в крови цыплят-бройлеров в 40 дней жизни (n=6), (M±m)

Показатель	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Эритроциты, 10^{12}/л	2,64 ± 0,05	2,75 ± 0,07	2,87 ± 0,05	2,91 ± 0,04
Лейкоциты, 10^{9}/л	26,80 ± 0,42	27,30 ± 0,38	27,70 ± 0,31	28,20 ± 0,28
Гемоглобин, г/л	95,83 ± 1,08	97,00 ± 0,58	99,67 ± 0,99	101,83 ± 0,87

Введение в питьевую воду цыплятам-бройлерам опытных групп кормовой добавки Ветвигор привело к увеличению в крови количества эритроцитов и содержание гемоглобина, по сравнению с аналогами контрольной группы.

Так, бройлеры 1, 2 и 3 опытных групп в 40-дневном возрасте по количеству эритроцитов в крови превосходили цыплят контрольной группы соответственно на 0,11 (4,17 %);0,23 (8,71 %; P < 0,01) и 0,27*10^{12}/л (10,23 %; P < 0,01).

Концентрация гемоглобина в крови бройлеров 1, 2 и 3 опытных групп была выше, чем у аналогов контрольной группы, соответственно на 1,17 (1,22 %); 3,84 (4,01 %; P < 0,05) и 6,0 г/л (6,26 %; P < 0,01).

Преимущество по количеству эритроцитов и концентрации гемоглобина в крови между опытными группами установлено у 3 опытной группы, которая превосходила по данному показателю 1 группу на 0,16*10^{12}/л (5,82 %); 4,83 г/л (4,98 %; P < 0,001) и 2 группу – на 0,04*10^{12}/л (1,39 %); 2,16 г/л (2,17 %), соответственно.

Увеличение количества эритроцитов и уровня гемоглобинов в крови цыплят-бройлеров опытных групп в пределах нормы зависело от количества изучаемой добавки и являлось положительным физиологическим критерием, свидетельствующим об интенсификации обменных процессов в организме.

Количество эритроцитов и концентрация гемоглобина в крови имеют очень большое значение для нормального функционирования у птицы всех органов и тканей. При снижении данных показателей ниже физиологической нормы клетки всего организма не получают необходимого количества кислорода, в результате чего нарушается обмен веществ и функционирование систем организма [8].

При этом по количеству лейкоцитов в крови бройлеры опытных групп также превосходили контроль. Однако статистически достоверная разница выявлена лишь между контрольной и 3 опытной группами. Разница составила $1{,}40*10^{12}$/л (5,22 %; $P < 0{,}05$).

Заключение. У цыплят-бройлеров опытных групп при введении в питьевую воду кормовой добавки Ветвигор отмечали, по сравнению с контролем, повышение в крови количества эритроцитов и лейкоцитов, а также содержание гемоглобина. Это является наглядным доказательством усиления у них работы кроветворных органов и повышения интенсивности окислительно- восстановительных процессов в организме.

Список использованной литературы

1. Влияние биологически активной добавки на морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров / В. В. Саломатин, А. А. Ряднов, Т. А. Ряднова [и др.] // Птицеводство. 2021. № 3. С. 45-49.

2. Гематологический статус цыплят-бройлеров при скармливании селеноорганического препарата и кормовой пробиотической добавки / В. В. Саломатин, А. А. Ряднов, Т. В. Коноблей [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 1 (65). С.257-268.

3. Колодина Е. Н. Влияние кормовой добавки на микробиоценоз и продуктивность птицы // Птицеводство. 2018. № 5. С. 26-30.

4. Кван О. В., Шейда Е. В., Сизова Е. А. Влияние пищевых волокон на динамику живой массы и гематологические показатели цыплят-бройлеров, находящихся на полусинтетическом рационе // Птицеводство. 2024. № 2. С. 29-34.

5. Морфологический и биохимический состав крови цыплят-бройлеров при введении в рацион биологически активных препаратов / А. Ф. Злепкин, В. В. Саломатин, В. А. Злепкин [и др.] // Птицеводство. 2019. № 2. С. 30-34.

6. Головко А. Влияние препарата ФАКС-1 на биохимию крови цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2011. № 9. С. 47-49.

7. Николаева Л. П., Черданцев Д. В., Хват Н. С. Особенности миелограммы костного мозга трубчатых костей // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. С. 348-352.

8. Изменение гематологических показателей у цыплят-бройлеров при введении в рационы селеносодержащих препаратов / В. В. Саломатин, А. Ф. Злепкин, В. А. Злепкин [и др.] // Птицеводство. 2019. № 4. С. 49-54.

УДК 639.3.05

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ И ПОЯВЛЕНИЯ В УЗВ АЛЬБИНОТИЧЕСКИХ ФОРМ ОСЕТРОВЫХ ВИДОВ РЫБ

Ранделин Д. А., *д-р биол. наук, доцент*
Агапова В. Н., *канд. с.-х. наук, доцент*
Агапов С. Ю., *канд. с.-х. наук, доцент*
Погорелов А. С., *студент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Такое явление как альбинизм среди осетровых видов рыб является редкой генетической мутацией, которая в природных условиях в большинстве случаев приводит к смерти гидробионта, связано это с хорошо заметным окрасом особи для хищников, осетровые с данной мутацией имеют белую с золотистым отливом окраску тела. Если в живой природе, выживаемость данных особей стремиться к нулю, то на производствах рыбоводы предпринимают все усилия для увеличения их выживаемости, так как особи с данной особенностью стали одной из самых ценных пород, для разведения в виду их редкости. На предприятиях для этого выделяют отдельные бассейны и создают уникальные условия содержания рыб с подобной мутацией из-за ее физиологических особенностей. В ходе проведения научно-исследовательской работы в центре «Разведение ценных пород осетровых» при ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ нами было изучено несколько альбинотических форм стерляди, содержащихся в ремонтно-маточном стаде. Проведено сравнение морфометрических показателей альбиносов и нормальных особей.

Ключевые слова: *стерлядь волжская, альбинизм осетровых рыб, ремонтно-маточное стадо стерляди, молодь стерляди.*

Введение. В условиях центра «Разведения ценных пород осетровых» после нескольких нерестовых кампаний сформировались группы особей с несколькими отличными между собой альбинотическими формами. С одной стороны, это результат мутации, с другой – мясо и икра таких особей обладают отличными вкусовыми характеристиками и имеют высокую цену на рынке [8, 9, 12, 14].

Результаты исследований в центре «Разведения ценных пород осетровых» позволили провести сравнение жизнестойкости альбинотических особей и разработать биотехнические параметры для выращивания данных форм. Исследования проводились с целью создания стада с ценным морфологическим и товарным генотипом.

Цель научно-исследовательской работы. Изучение особенностей жизненного цикла и биотехники выращивания различных альбинотических форм стерляди в условиях центра «Разведения ценных пород осетровых».

Методика проведения работы. Промеры выполнялись по стандартной схеме изучения пластических признаков осетровых рыб [4, 6]. Определялись показатели: 1) длина всей рыбы (абсолютная

длина тела) (от вершины рыла до вертикали конца верхней лопасти хвостового плавника); 2) наибольшая высота тела (измерялась по вертикали от самой высокой точки спины рыбы, без учета плавников); 3) наибольшая толщина тела – наибольшее расстояние между боками рыбы при осмотре сверху; 4) ширина лба – наименьшая ширина черепа (при осмотре сверху) на участке между глазами [2, 5, 6].

Помимо измерений линейных показаний особой, так же проводилось и их взвешивание.

Оценка и подбор наиболее эффективных биотехнологических параметров выращивания альбинотических особей проводился методом наблюдения за биологическими объектами.

В ходе измерений параметров тела и веса альбинотических форм стерляди, проводилось тщательное сравнение с особами стерлядями без отклонений (они были подвержены идентичным процедурам по выявлению линейных показателей тела и измерению массы).

Так же были отмечены все внешние отличия рыб альбиносов с нормальными особями.

Данные всех проведённых работ были записаны в журнал, для дальнейшего сравнения полученных данных.

Результаты исследования. В центре «Разведения ценных пород осетровых» выявлено 4 морфологических альбинотических групп – «золотая», «белая», «лейцист с черными глазами», «лейцист с частичной пигментацией» (рис. 1).

а б в г

Рисунок 1 – Альбинотическая форма стерляди (слева на право):
а. «золотая» форма, б. «белая» форма», в. «лейцистная» форма,
г. «лейцистная» форма с частичной пигментацией

Стерлядь с «белой» формой альбинизма встречается чаще всего, особи с «золотой» формой мутации реже всего.

Начало выявления в стаде альбинотических особей относится к 2017 году. В выклеве этого года было получено 15 таких стерлядей «белой» формы, из которых сегодня живут и дают потомство только

3 шт. – самка 1,5 и 2 кг, самец 1,7 кг. Эти особи РМС были изначально и остаются сегодня одинаковыми по продукционным показателям при сравнении с нормальными. С генетической точки зрения чистый «белый» альбинизм проявляется у особей, получивших аллели от обоих родителей, носителей гена «аа».

Особи-лейцисты впервые были выведены в центре «Разведения ценных пород осетровых» в 2023 году. Причиной появления лейцистов в выклеве лаборатории считается смена гидрохимических факторов на 3-4 день жизни икры (резкая смена условий произошла из-за переноса икры из хозяйства с проточным водоснабжением). Важным отличием лейцизма и альбинизма является наличие или отсутствие пигментации глаз.

Результаты сравнения линейных показателей особей стерляди с альбинизмом с особями стерляди без отклонений, свидетельствуют о том, что особи без мутаций имеют большую массу и длину тела (рис. 2).

Такие показатели как высота и ширина тела у представителей стерляди обоих групп не имела существенных различий (рис. 2).

Так же в ходе исследования был проведён мониторинг выживаемости особей с мутацией альбинизма. За 5 месяцев роста молоди без пигментации осталось всего 2,3 % от их изначального количества. Такая низкая выживаемость вызвана, вероятнее всего, низким содержанием или отсутствием меланина в коже, отвечающего за защиту организма от вирусов, а также его адаптацию к факторам среды (в частности, поглощая ультрафиолетовое излучение), а также другими, сопутствующими альбинизму, физиологическими патологиями.

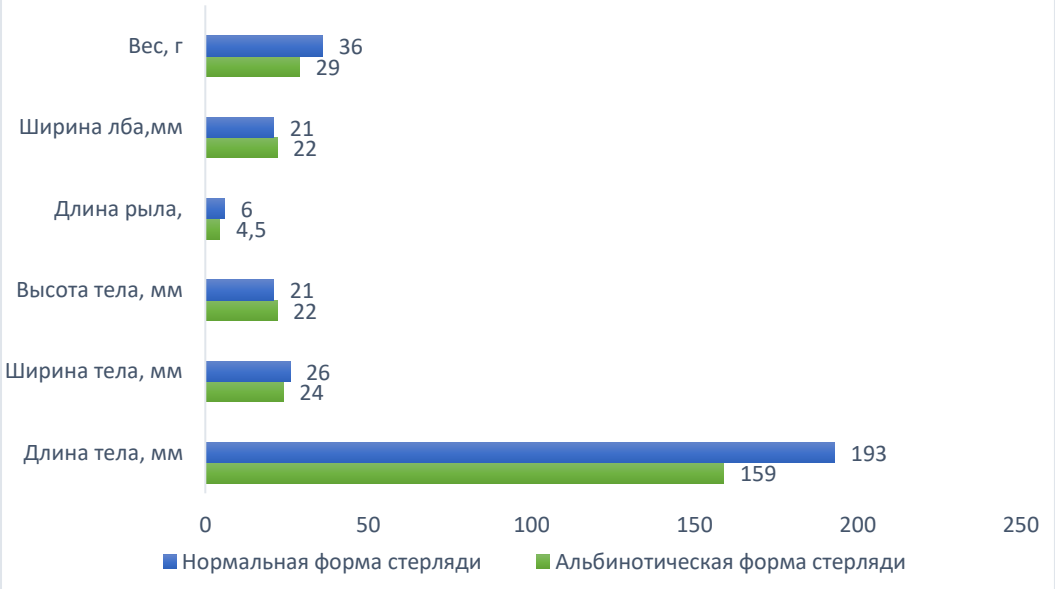

Рисунок 2 – Сравнение линейных показателей альбинотических форм стерляди с особями без отклонений

Вывод. Для повышения эффективности роста альбинотическую молодь лучше отсаживать в отдельные бассейны, так как они менее подвижные, отличаются от нормальных особей и гибридов менее активной реакцией на корм, имеют как бы меньшую тягу к корму. Из-за конкуренции за питание они начинают отставать в росте, в том числе, замечено, что и в саму массу набирают медленнее. И по результату, общий вид РМС 8-месячной молоди представляет собой «разнокалиберных» особей.

Для выращивания альбинотической молоди над бассейном требуется выставлять рассеянный свет. Такие особи не могут находиться под прямыми лучами.

Также в ходе проведения научно-исследовательской работы, после анализа всех полученных данных, мы пришли к выводу, что особи стерляди с мутацией альбинизма, меньше в размерах и имеют меньший вес в сравнении с нормальными особами и дают в разы меньше икры при получении. Но именно эта особенность, а конкретно, редкость и уникальность, сделала икру стерляди альбиноса одним из самых ценных продуктов не только в рыбоводной индустрии, но и в мире.

Список использованной литературы

1. Иванов, А. А. Физиология рыб: учеб. пособ. М.: Мир, 2003. 280 с.
2. Зиновьев Е. А., Мандрица С. А. Методы исследования пресноводных рыб: учеб. пособие по спецкурсу. Пермь: Пермский университет. 2003. 113 с.
3. Новокщёнова А. И., Дикусаров В. Г., Коротаева О. С., Калмыков В. Г. Результаты диагностики пола и стадий зрелости гонад осетровых УЗИ-сканированием и методом биопсии // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 2 (50). С. 221-227.
4. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищепромиздат, 1966. 376 с.
5. Ранделин Д. А., Новокщёнова А. И., Кравченко Ю. В. Изучение аномалий в строении тела и наружных органов ценных пород осетровых в условиях искусственно-го разведения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 251-256.
6. Чебанов М. С., Галич Е. В., Чмырь Ю. Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М.: ФГНУ Росинформагротех, 2004. 148 с.
7. Yiwen Gonga, Mou Hub, Shijian Xub, Bin Wangb, ChunlinWangc, Xidong Mud, Peng Xue, Yanliang Jiang Comparative transcriptome analysis reveals expression signa-tures of albino Russian sturgeon // Acipenser iformes gueldenstae dtii PMID: 30852186.
8. Degani G., Hurvitz A., Eliraz Y., Meerson A. Anim Reprod Sex-related gonadal gene expression differences in the Russian sturgeon (Acipenser gueldenstaedtii) grown in sta-ble aquaculture conditions // Sci. 2019. № 200. Pp. 75-85.
9. Chen Y., Xia Y., Shao C., Han L., Chen X., Yu M., Sha Z. Discovery and identifi-cation of candidate sex-related genes based on transcriptome sequencing of Russian sturgeon (Acipenser gueldenstaedtii) gonads // Physiol Genomics. 2016. № 48 (7). Pp. 464-76.

10. Karadal O., Güroy D. Effect of albinism on reproductive performance on cichlid fish: Example of powder blue and snow white (Pseudotropheus socolofi) cichlids // Ege J Fish Aqua Sci. 2015. № 32 (3). Pp. 159-163.

11. Reum J. C. P., Paulsen C. E., Pietsch T. W., Parker-Stetter S. L. First record of an albino chimaeriform fish // Hydrolagus colliei. Northwestern Naturalist. 2008. № 89. Pp. 60-62.

12. Sales J., Janssens G. P. J. Nutrient requirements of ornamental fish // Aquatic Living Resources. 2003. № 16 (6). Pp. 533-540.

13. Thorgaard G. H., Spruell P., Wheeler P. A., Scheerer P. A., Peek A. S., Valentine J. J., Hilton B. 1995. Inicidence of albinos as monitor for induced triploidy in rainbow trout // Aquaculture. 1995. № 137. Pp. 121-130.

14. Turner G. F. Teleost mating behaviour. In: Behaviour of teleost fishes. London, 1993. Pp. 307-331.

15. Türkmen G., Bul-guroğlu S. Y., Aydoğan G. 2011. Türkiye denizlerindeki bazı kemikli balık türlerinin deniz akvaryumlarına kazandırılması // Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2011. № 28 (3). Pp. 95-98.

УДК 639.3.043.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ НИЛЬСКОЙ ТИЛАПИИ (Oreochromis niloticus) В ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ПЯТОЙ РЫБОВОДНОЙ ЗОНЫ (ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Ранделин Д. А., *д-р биол. наук, доцент*
Агапова В. Н., *канд. с.-х. наук, доцент*
Агапов С. Ю., *канд. с.-х. наук, доцент*
Сафонов Я. С., *студент*
Лозин М. Е., *студент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. В условиях прудового хозяйства, расположенного на территории Волгоградской области (5 рыбоводная зона), впервые было осуществлено выращивание нильской тилапии. Проведена оценка изменения динамики роста и линейных размеров подопытной рыбы, выращиваемой на индустриальных кормах и естественной кормовой базе прудовых хозяйств. Согласно проведенным расчётам среднесуточных температур за предыдущие 5 лет, были определены оптимальные месяцы для зарыбления прудовых хозяйств нильской тилапией.

Ключевые слова: *нильская тилапия, пятая рыбоводная зона, прудовые хозяйства, естественная кормовая база рыбы, кормление тилапии.*

Цель работы: изучить изменение динамики роста и морфометрических показателей тела нильской тилапии (Oreochromis niloticus), определить наилучший период зарыбления водоемов нильской тилапией с учетом изменения параметров температуры для 5 рыбоводной зоны, более подходящей для культивации теплолюбивой рыбы.

Материалы и методика исследований. Научно хозяйственный опыт по оценке динамики роста тилапии в условиях Волгоградской области был проведен впервые в условиях ИП КФХ Лозина Я. В.

Предприятие представляет собой полносистемное прудовое хозяйство, общей площадью 460 га, на территории предприятия также имеется цех производства комбикормов.

Для зарыбления пруда было отобрано 400 голов нильской тилапии, выращенной в условиях УЗВ. Далее рыба была доставлена к рыбоводному предприятию и сформировано 2 группы: контрольная, в которой гидробионты питались естественной кормовой базой пруда, и 2-я опытная, в которой рыбе скармливались индустриальные гранулированные корма. Рыбопосадочный материал на начало проведения исследования имел среднюю живую массу 20 г. Продолжительность опыта составила 150 дней.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Контрольная	Опытная
Количество рыб в группе, шт.	200	200
Продолжительность опыта, дней	150	150
Особенности кормления	Естественная кормовая база	Гранулированные корма

В ходе проводимого исследования проводились следующие измерения таких показателей, как: длина тела до конца чешуйчатого покрова (измеряется от переднего края рыла до конца чешуйчатого покрова), наибольшая толщина тела (измеряется наибольшее расстояние между боками рыбы при виде сверху; наибольшая высота тела – измерялась по вертикали от самой высокой точки спины рыбы (без учёта плавников).

На основании полученных данных, рассчитывались:

Абсолютный прирост вычислялся по формуле

$$Раб = mк - m0,$$

где mк – масса конечная, г; m0 – масса начальная, г.

Относительный прирост определяли отношением абсолютного прироста живой массы к массе на период начала исследования, выраженное в процентах.

Коэффициент упитанности рассчитывался по формуле Фультона:

$$K= (p*100)/(L^3),$$

где p – масса рыбы с внутренностями, г; L – длина всей рыбы, см.

Кормление опытной группы производилось комбикормами, произведёнными в хозяйстве из ингредиентов, выращенных на территории Волгоградской области. Рецептура соответствовала применяемой в кормлении частиковых видов рыб. Состав кормов: ячмень, пшеница, жмых подсолнечный, отруби пшеничные.

Кормление производилось 3 раза в сутки. Дозировки пересматривались с учётом ежемесячных контрольных обловов. Содержание кислорода, температуру и pH воды измеряли ежесуточно.

Результаты исследований. Нильская тилапия, как представитель цихловых видов рыб, является одной из самых непривередливых по отношению к потребляемой пище, качеству воды, уникальна тем, что за 5-6 месяцев способна достигать товарной массы и др. [1, 3, 6]. Но несмотря на все эти преимущества, нильская тилапия относится к теплолюбивым видам рыб, и соответственно условия выращивания в 5 рыбоводной зоне является сложно выполнимой задачей [2, 4, 5, 7].

Изначально для определения оптимальной среднесуточной температуры воды были изучены и составлены графики среднесуточных температур воды и воздуха за предыдущие 5 лет в Волгоградской области по месяцам. По результатам были выбраны наиболее подходящие для культивирования теплолюбивой тилапии месяцы (с мая по сентябрь) (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели условий содержания тилапии

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, С	Среднесуточная температура воды, С	Концентрация растворённого кислорода в воде, мг/л
Май	22	20	6,9
Июнь	25	21	6,8
Июль	33	25	6,3
Август	36	28	6,0
Сентябрь	27	20	6,7
Октябрь	18	19	7,1

В результате эксперимента особи опытной группы, получавшие в составе рациона искусственные комбикорма, продемонстрировали достоверное преимущество по показателям продуктивности.

Сохранность тилапии в обеих группах составила 100 %. По показателям средней конечной массы особи опытной группы превосходили аналогов из контрольной группы на 7,89 %. Абсолютный прирост в опытной группе оказался выше на 8,61 %, что свидетельствует о более эффективной конверсии корма.

Таблица 3 – Показатели продуктивности тилапии

Показатель	Контрольная	Опытная
Количество в начале опыта, гол.	200	200
Количество в конце опыта, гол.	200	200
Сохранность поголовья на конец исследования, %	100	100

По показателям ихтиомассы опытная группа, потреблявшая готовые индустриальные корма, имела преимущества по живой массе, над аналогами из контрольной группы на 8,57 %.

Кормовой коэффициент в опытной группе составил 2,3. Полученные значения согласуются с литературными данными, подтверждающими, что введение индустриальных кормов способствует снижению затрат корма на единицу прироста.

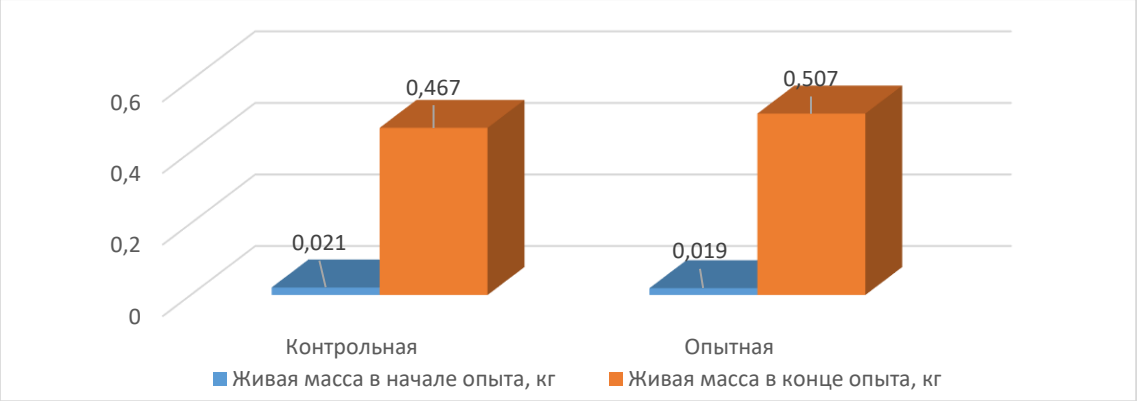

Рисунок 1 – Динамика изменения ихтиомассы нильской тилапии, г.

Морфометрические и рыбоводные показатели определялись путём измерений различных структур тела рыбы, изучаемые виды рыб оценивали по темпам роста, линейным и весовым характеристикам, коэффициенту упитанности, выживаемости.

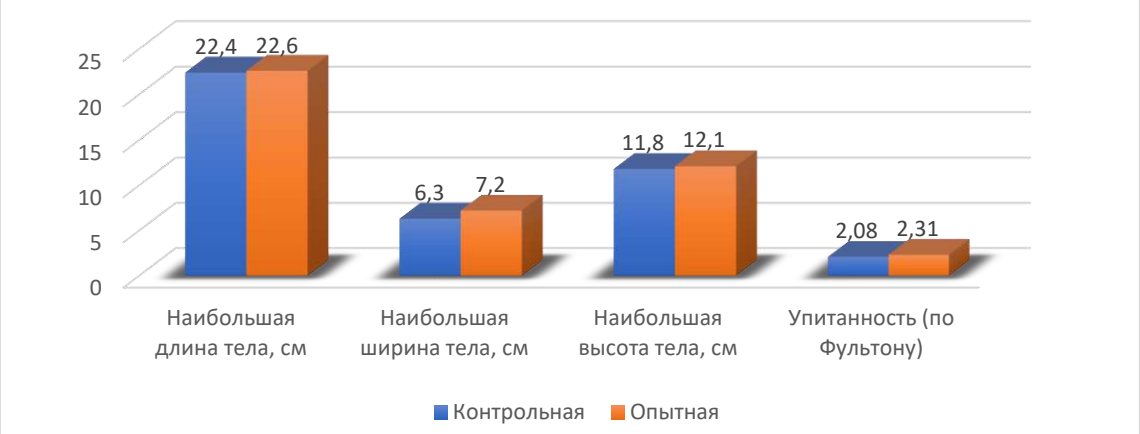

Рисунок 1 – Морфометрические показатели тела нильской тилапии, см

По показателю средней длины тела достоверных различий между группами выявлено не было. По показателю ширины тела особи опытной группы превышали контрольные значения на 14,3 %, а по показателю наибольшей высоты тела – на 2,5 %. Также в опытной группе наблюдаются более высокие значения показателя упитанности на 0,13 единиц по сравнению с контролем.

Заключение. За 3 месяца выращивания (Oreochromis niloticus) в прудовом хозяйстве пятой рыбоводной зоны (Волгоградская область) показатели средней живой массы составили от 446 до 507 грамм, соответственно. Эти данные соответствуют общепринятым показателям роста рыб, если бы они росли в естественной нативной среде характерной для этих гидробионтов. Сохранность во всех группах была на высоком уровне и составляла 100 %. По показателям линейного роста существенных различий между группами выявлено не было.

Список использованной литературы

1. Абрамович Л. С., Козлов В. И. Справочник рыбовода. М.: Росагропромиздат, 2020. 238 с.
2. Бардач Д., Ритер Д., Макларни У. Аквакультура. Разведение и выращивание пресноводных и морских организмов. М.: «Пищевая промышленность», 2021.
3. Привезенцев Ю. А. Современное состояние и перспективы использования тиляпии в рыбоводстве России: матер. докл. 2019.
4. Ширяев Ю. Г., Набиева К. Р. Культивирование тиляпий // Рыбное хозяйство, 2020. № 9. С. 20-22.
5. Шумак В. В. Программа расчета разовых норм кормления с учетом роста рыбы // Аграрная Россия. 2016. № 11. С. 8-10.
6. Khallaf E.A., Alne-na-ei A. A. Feeding ecology of Oreochromis niloticus (Linnaeus) & Tilapia zillii (Gervais) in a Nile Canal // Hydrobiologia. 1987. V. 146. № 1. Pp. 57-62.
7. Rajasekar V., Tanveer M. Production performance of gift tilapia in recirculating aquaponics system with red amaranth. 2022.

УДК 636.5.033.087.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВОГО БЕЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТА «ВОЛЖСКИЙ» В КОРМЛЕНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Рябова М. А., *канд. с.-х. наук, доцент*
Липова Е. А., *канд. с.-х. наук, доцент*
Брюхно О. Ю., *канд. с.-х. наук, доцент*
Агапов С. Ю., *канд. с.-х. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования по использованию кормового белкового концентрата «Волжский» в кормлении цыплят-бройлеров. Применение концентрата «Волжский» привело к увеличению живой массы, общего и среднесуточного прироста, снижению расхода корма на 1 кг прироста живой массы и увеличению показателя массы потрошеной тушки.

Ключевые слова *цыплята-бройлеры, кормовые белковые концентраты, «Волжский», продуктивность цыплят-бройлеров, рационы цыплят-бройлеров.*

На сегодняшний день отрасль птицеводства занимает лидирующее место в агропромышленном комплексе нашей страны. Стоит также отметить, что птицеводство – это одна из самых быстро развивающихся отраслей аграрного сектора экономики.

Увеличение производства продукции птицеводства связано с замещением импорта, а также с потребностями населения нашей страны. Потребность в полноценных продуктах питания населения способствует увеличению темпов развития отечественного птицеводства как одного из способов достижения продовольственной безопасности страны. Для быстрого достижения желаемых результатов в птицеводстве, необходимо обеспечить птицу сбалансированным по всем питательным веществам в правильных пропорциях рационом [10].

Сбалансированность кормов для сельскохозяйственной птицы по питательным веществам (энергии, протеину, минералам и витаминам) – это взаимосвязанные аспекты. В связи с этим, ключевой задачей для ученых является точное определение содержания питательных веществ в используемых кормах. Также важно восполнить дефицит недостающих элементов путем оптимального выбора ингредиентов, включая использование нетрадиционных кормов и биологически активных добавок [8].

В структуре рациона птицы используются в основном кукуруза, пшеница, соевый шрот, рыбная мука, мясокостная мука и другие корма.

Недостаток и более высокая стоимость ингредиентов, используемых в комбикормах, наряду с все более важной проблемой защиты окружающей среды, стимулируют исследования альтернативных источников пищевого белка.

Корм является самым дорогим элементом общих производственных затрат – примерно 70-75 %, из которых около 15 % составляют затраты на белок [9].

Поэтому снижение стоимости кормов и повышение качества белка становится важной задачей в птицеводстве.

В последние годы будущая доступность и растущая стоимость и более высокий спрос на продукты из сои как источника белка в кормах для животных и птицы, а также запрет на побочные продукты животного происхождения, становятся серьезной угрозой для дальнейшего развития птицеводства [6].

В результате возникла необходимость поиска альтернативных источников белка, которые могут полностью или частично заменить обычные источники белка в составе кормов для птицы. Среди обычных альтернативных источников белка, которые могут использоваться в составе кормов для птицы кормовой белковый концентрат «Волжский».

Целью исследования послужило изучение, влияния разного уровни ввода кормового белкового концентрата «Волжский» на основные зоотехнические показатели при выращивании цыплят-бройлеров кросса «Росс-308».

В соответствии с поставленной целью в условиях центра нутригеномики сельскохозяйственных животных и птицы на базе ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (г. Волгоград) были проведены исследования на птице кросса «Росс-308». Для опыта в суточном возрасте были сформированы четыре группы цыплят-бройлеров одна из них контрольная и три опытных по 120 голов в каждой. Продолжительность опыта составила 37 дней. Схема проведения опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема проведения опыта

Группа	Количество голов	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
Контрольная	120	37	Основной рацион (ОР) с соевым шротом
1-я опытная	120	37	ОР с замещением 50 % шрота соевого на кормовой белковый концентрат «Волжский»
2-я опытная	120	37	ОР с замещением 75 % шрота соевого на кормовой белковый концентрат «Волжский»
3-я опытная	120	37	ОР с замещением 100 % шрота соевого на кормовой белковый концентрат «Волжский»

В течение исследования с суточного до 37-дневного возраста цыплята-бройлеры содержались напольным способом. Нормы посадки, световой, температурный, влажностный режимы, фронт кормления и поения во все возрастные периоды соответствовали рекомендациям и для всех групп были одинаковыми [3].

В течение всего опыта цыплята-бройлеры контрольной группы получали полнорационный комбикорм с соевым шротом. Опытные группы получали аналогичные комбикорма с включением в их состав кормового белкового концентрата «Волжский» по следующей схеме: 1-я опытая группа основной рацион с замещением 50 % шрота соевого, 2-я опытная группа основной рацион с замещением 75 % шрота соевого, 3-я опытная группа основной рацион с замещением 100 % шрота соевого.

Питательность комбикормов, используемых для птицы всех групп, соответствовала требованиям к кроссу и рекомендациям по кормлению птицы, разработанным ВНИТИП [4].

Клинико-физиологическое состояние и сохранность птицы определяли путем ежедневного ее осмотра.

Во время опыта учитывались следующие показатели: динамика живой массы цыплят-бройлеров оценивалась путем индивидуального взвешивания еженедельно до кормления с расчетом общего и среднесуточного прироста, сохранность поголовья, потребление кормов за весь период выращивания, расход комбикормов на 1 кг прироста живой массы, мясные качества бройлеров, убойный выход.

Перед проведением научно-хозяйственных исследований в лабораторных условиях был изучен и проанализирован сравнительный химический состав исследуемых кормовых продуктов (кормовой белковый концентрат «Волжский», соевый шрот).

В ходе проведения лабораторных исследований были получены следующие результаты, кормовой белковый концентрат «Волжский» содержал в своем составе больше сырого протеина на 10,79 %, сырой золы на 2,32 %, сырого жира на 8,48 % и меньше сырой клетчатки – на 3,65 %, БЭВ – на 15,94 % в сравнении с соевым шротом.

По содержанию аминокислот кормовой белковый концентрат «Волжский» превосходил соевый шрот по лизину на 0,30 %, по метионину на 0,31 %, по треонину на 0,09 %, по триптофану на 0,11 %, по треонину на 0,09 %, по аргинину на 0,83 %, по изолейцину на 0,36 %.

На основании проведенных лабораторных исследований было выявлено, что кормовой белковый концентрат «Волжский» по химическому и аминокислотному составу не уступает соевому шроту, и это повлияло на выбор дальнейшего исследования.

Основными показателями, характеризующими эффективность выращивания цыплят-бройлеров, являются их живая масса в предубойном возрасте и среднесуточный прирост живой массы за весь период выращивания (табл. 2) [1].

Таблица 2 – Живая масса цыплят-бройлеров по периодам выращивания, г

Группа	Живая масса в возрасте, дней:						
	1	7	14	21	28	35	37 (перед убоем)
Контрольная	61,58 ± 0,26	210,19 ± 2,66	528,95 ± 8,79	953,17 ± 10,47	1594,56 ± 15,54	2252,00 ± 20,29	2390,50 ± 23,27
1-я опытная	61,38 ± 0,17	214,57 ± 2,08	530,97 ± 7,92	997,15 ± 12,99**	1606,60 ± 18,35	2271,40 ± 23,09	2421,01 ± 24,23
2-я опытная	61,29 ± 0,17	223,16 ± 2,93	540,22 ± 8,75	1037,02 ± 12,05***	1642,00 ± 16,02*	2355,70 ± 21,13***	2509,00 ±2 4,08***
3-я опытная	61,17 ± 0,18	218,17 ± 2,89*	534,45 ± 8,29	1010,38 ± 10,69***	1623,31 ± 17,02	2296,31 ± 22,96	2474,30 ±2 6,24*

Примечание: *P > 0,95, ** P > 0,99, *** P > 0,999

Сохранность цыплят-бройлеров является важнейшим показателем, определяющим эффективность производства [5].

В наших исследованиях сохранность цыплят-бройлеров в контрольной и опытных группах была высокой и составила 100 %.

В опытных группах цыплят-бройлеров, которым скармливали кормовой белковый концентрат «Волжский», были получены наивысшие значения живой массы перед убоем.

Так, живая масса цыплят в возрасте 37 суток (перед проведением убоя) в группе первой была выше в сравнении с контролем на 30,51 г (1,28 %), в группе третьей – на 83,80 г (3,51 %).

Наивысшее значение данного показателя было отмечено в группе второй, цыплятам которой скармливали кормовой белковый концентрат «Волжский» с замещением 75 % шрота соевого масса цыплят этой группы в возрасте 37 суток (перед проведением убоя) была на 118, 50 г (4,96 %) выше живой массы цыплят контрольной группы.

Прирост живой массы – интегральный показатель нормального функционирования организма птицы. Изучение влияния различных факторов на рост животного организма является основным критерием оценки эффективности технологий содержания, кормления, селекции и состояния здоровья поголовья [7].

Общий прирост в группах составил: в контрольной – 2328,52 г, в группе первой опытной – 2359,63 г (разница с контролем 31,11 г или 1,34 %), в группе второй опытной – 2447,71 г (разница с контрольной группой 119,19 г или 5,12 %), в группе третьей опытной – 2413,13 г (разница 84,61 г или 3,63 % с контрольной группой).

Среднесуточный прирост живой массы опытных групп составил в 1-й – 0,87 г, во 2-й – 3,31 г, в 3-й – 2,35 г (рис. 1).

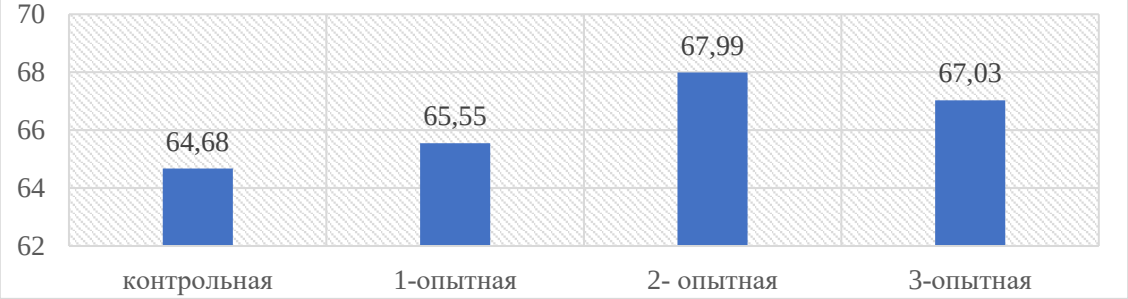

Рисунок 1 – Среднесуточный прирост цыплят-бройлеров с суточного до 37-дневного возраста, г

За весь период проведения исследований потребление комбикорма одним бройлером составило 3,586 кг, на основании этого были рассчитаны кормовые затраты на прирост живой массы (1 килограмм).

Один из основных показателей эффективности производства мяса бройлеров – расход корма на 1 кг прироста живой массы (конверсия корма) [2].

В опытных группах расход корма на 1 кг прироста живой массы (конверсия корма) был ниже, чем в контрольной группе, в 1-й – на 0,02 кг, во 2-й – на 0,07 кг, в 3-й – на 0,05 кг.

Для установления влияния на мясную продуктивность и качество мяса птицы кормового белкового концентрата «Волжский» в рационах цыплят-бройлеров был проведен контрольный убой (табл. 3).

Анализ приведенных в таблице 3 данных показывает, что по предубойной живой массе опытные группы превосходили контроль на 30,51-118,50 г.

Таблица 3 – Результаты убоя, качественные показатели мясной продуктивности цыплят-бройлеров, M ± m

Показатели	Группы			
	Контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Предубойная живая масса, г	2390,50 ± 23,27	2421,01 ± 24,23	2509,00 ± 24,08***	2474,30± 26,24*
Масса потрошеной тушки, г	1742,79 ± 17,17	1767,33 ± 19,13	1840,60 ± 23,27***	1813,16 ± 21,22**
Убойный выход, %	72,92	73,00	73,36	73,28

Тенденция к увеличению показателя массы потрошеной тушки была отмечена в сравнении с контрольной на 97,81 г (5,61 %) – во 2-й опытной группе, 70,37 г (4,04 %) – в 3 опытной группе и 24,54 г (1,41 %) – в 1-й опытной группе.

Убойный выход является важным показателем, который отражает убойные качества.

У цыплят-бройлеров опытных групп он составил 73,00-73,36 %, что на 0,08 – 0,44 % больше по сравнению с контрольной группой. Наивысший убойный выход имели цыплята-бройлеры 2-й опытной группы, которой скармливали кормовой белковый концентрат «Волжский» с замещением 75 % шрота соевого.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что, использование кормового белкового концентрата «Волжский» в кормлении цыплят-бройлеров способствовало увеличению живой массы птицы, общего прироста, среднесуточный прирост живой массы, снижению расхода корма на 1 кг прироста живой массы, увеличению показателя массы потрошеной тушки и убойного выхода в опытных группах.

Список использованной литературы

1. Буряков Н. П., Козловский А. Ю., Загарин А. Ю. Сравнительная эффективность использования различных пробиотиков в кормлении цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2022. № 2. С. 4-8.

2. Григорьева М. А. Использование эмульгатора жира при выращивании цыплят-бройлеров в условиях теплового стресса // Птицеводство. 2023. № 10. С. 29-34.

3. Егоров И. А., Манукян В. А., Ленкова Т. Н. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы // Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2013. 51 с.

4. Имангулов Ш. А. и др. Рекомендации по кормлению сельскохозяйственной птицы. Сергиев Посад: ВНИИТИП, 2003. 144 с.

5. Коломиец С. Н. Влияние применения «Токсисорб Классик» в кормлении цыплят-бройлеров на основные зоотехнические показатели // Птицеводство. 2024. № 4. С. 5-10.

6. Лавриненко К. В., Кощаев И. А., Рядинская А. А., Сергеева Е. С. Влияние модифицированной янтарной кислоты на продуктивность цыплят-бройлеров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 1 (73). С. 218-225.

7. Лавриненко К. В., Кощаев И. А., Сергеева Е. С. и др. Кормовая Лецитин содержащая добавка в рационах цыплят-бройлеров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 6 (78). С. 277-286.

8. Михайлова Л. Р., Жестянова Л. В., Лаврентьев А. Ю. и др. Эффективность включения в комбикорма отечественных ферментов для повышения яйценоскости кур и качества яиц // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2021. № 8 (193). С. 33-41.

9. Сизенцов Я. А., Рахматуллин Ш. Г., Кван О. В., Шейда Е. В., Дускаев Г. К. Использование нетрадиционных жмыхов при выращивании цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2024. № 1. С. 30-35.

10. Тлецерук И. Р. Использование нетрадиционных кормовых средств в рационах цыплят-бройлеров в условиях юга России // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2023. № 7 (216). С. 15-25.

УДК 636.4.087.7

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ДОБАВОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ВВОДА ПРИ КОРМЛЕНИИ СВИНЕЙ НА ОТКОРМЕ

Сова И. А., *магистр*
Дасаев А. Ю., *магистр*
Прыткова Д. А., *магистр*
Злепкин В. А., *д-р с.-х. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Сегодня рыночная реальность диктует необходимость улучшения мясной продукции наряду с сокращением расходов на корма. Решением является применение кормовых добавок в рационе сельскохозяйственных животных. Данный подход позволяет оптимизировать баланс питательных веществ в комбикорме и повысить полезные свойства применяемых ингредиентов. В данной работе был произведен эксперимент по введению кормовых добавок «Янтарный холодок» и «АкваТек» через систему поения и добавления в основной рацион, чтобы восполнить питательные вещества и микроэлементы в рацион свиней.

Ключевые слова: *выращивание свиней, кормление свиней, среднесуточный прирост свиней, качество кормов, мясная продуктивность свиней, экономическая эффективность свиноводства.*

В последние годы отрасль свиноводства показывает впечатляющие темпы роста. Приблизительно к 2030 году объем производства свинины в нашей стране превысит 7,1 млн тонн в живом весе. Это значит, что прирост на 1 млн тонн за период с 2024 по 2030 годы, что является очень важным достижением для отечественной агропромышленности [9].

В связи с увеличением поголовья необходимо увеличить производство комбикормов примерно на 3 миллиона тонн в год к 2030 году, что требует еще 18 миллиардов рублей. Из-за высокой конкуренции

необходимо развивать производство «новых» источников белка для питания животных [7]. К 2030 году надо найти источник дополнительного белка, помимо традиционных методов производства. В агропромышленном комплексе важной задачей является обеспечение населения полноценной, экологически безопасной продукции, в которой роль свинины как полноценного продукта постоянно растет.

Дефицит мяса и мясной продукции отечественного производства будет покрыт в первую очередь за счёт развития таких скороспелых отраслей животноводства как птицеводство и свиноводство [2, 4].

В исследуемом препарате «Янтарный холодок» содержится: янтарная кислота – 28000-38000 мг, натрия цитрат – 25000-35000 мг; кислота салициловая – 15000-30000 мг; кальция цитрат – 4000-5000 мг; кислота яблочная – 1000-5000 мг; пиридоксин – 500-1500 мг, а также вспомогательные вещества: сорбидол – 1000-4000 мг; кальция хлорид – 1000-5000 мг.

Внешний вид препарата прозрачный или почти бесцветный раствор со специфическим запахом. Применение «Янтарного холодка» улучшает потребление корма и усвояемость питательных веществ кормов в жаркий период, что повышает продуктивность, конверсию корма и сохранность поголовья [6].

Кормовая добавка «АкваТек» содержит: муравьиную кислоту (30-40 %); пропионовую кислоту (8-12 %); фромиант натрия (4-6 %); лауриновую кислоту (08-1,4 %); каприловую кислоту (0,7-0,9 %); медь (не более 0,3 %); цинк (не более 0,3 %); эмульгатор твин-80 или алкапав 1214С50 (5-12 %); загуститель ксантановую камедь (0,1-0,3 %).

По внешнему виду представляет собой от голубого до светло-зеленого цвета жидкость с выраженным запахом кислот. Кормовая добавка предназначена для добавления в рацион, помогает уменьшить количество бактерий и поддерживать гигиеничность питьевой воды, а также улучшает всасывание полезных элементов и активизирует рост животных. Использование этой добавки помогает сбалансировать состав микроорганизмов в пищеварительной системе свиней, повышает эффективность переработки корма и стимулирует выработку ферментов, необходимых для пищеварения.

В результате применения данной добавки наблюдается повышение продуктивности, более интенсивный рост и развитие, увеличение выживаемости животных и более эффективное использование корма [5].

Изучение влияний кормовых добавок «Янтарный холодок» и «АкваТек» в зависимости от способа ввода у откормочных поросят, оценка воздействия указанных компонентов на темпы роста подопытных свиней и характеристики производимой мясной продукции.

Для проведения научно-хозяйственного опыта было отобрано 5 групп молодняка свиней по 25 голов в каждой. Свиней подбирали в группы по принципу аналогов с учетом породы, живой массы и возрас-

та. Условия содержания и ухода у всех групп были одинаковые. Перед началом исследования свиньи были взвешены. Каждая группа поросят была размещена в отдельном секторе одного помещения. Доступ к питьевой воде был постоянный. Продолжительность откорма – 90 суток.

Свиньи получали одинаковые полноценные комбикорма, так в основной рацион для откормочных подсвинков были добавлены используемые добавки в I опытной – «Янтарный холодок» в количестве 2 литра на тонну комбикорма, а в III опытной к основному рациону был добавлен «АкваТек» в количестве 1 литра на тонну комбикорма. Еще данные добавки довались через питьевую воду во II опытной – «Янтарный холодок» в количестве 2 литра на тонну воды, в IV опытной – «АкваТек» давался в количестве 1 литра на тонну воды.

Для обеспечения более детального описания продуктивности мяса, был определен морфологический состав туш с учётом содержания влаги, жира и костной ткани, а также морфологический состав полученных туш, с последующим расчетом индексов «мясности» и «постности».

Таблица 1 – Производственные показатели научно-хозяйственного опыта

Показатель	Группа				
	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Поголовье, гол.	25	25	25	25	25
Период проведения опыта, дней	90	90	90	90	90
Возраст окончания опыта, дней	185	185	185	185	185
Средняя живая масса на начало опыта, кг	40,12 ± 0,21	39,84 ± 0,43	39,92 ± 0,37	39,87 ± 0,34	40,18 ± 0,31
Средняя живая масса по окончанию опыта, кг	109,31 ± 3,2	113,97 ± 3,8	114,98 ± 3,5	117,01 ± 4,01	118,81 ± 4,11
Разница между опытом и контролем, кг	0	4,66	5,67	7,7	9,5
% к контролю	100	104,26	105,18	107,04	108,69
Сохранность, %	100	100	100	100	100
Среднесуточный расход корма на 1 голову, кг	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87
Всего потребляемого корма на голову, кг	258,7	258,7	258,7	258,7	258,7
Среднесуточные приросты, г	768,7 ± 11,6	823,6 ± 11,2	834,0 ± 12,1	851,1 ± 11,5	873,6 ± 12,4
Валовой прирост 1 головы за опыт, кг	69,1 ± 1,23	74,1 ± 1,69	75,0 ± 2,3	76,5 ± 2,31	78,6 ± 2,16
Коэффициент конверсии	4,17	3,49	3,44	3,38	3,29

Изменения в живой массе исследуемых свиней регистрировали посредством индивидуального взвешивания в начале эксперимента и затем каждый месяц, до утреннего кормления. Производственные показатели научно-хозяйственного опыта представлены в таблице 1.

Анализируя данные таблицы 3, показывающие производные показатели, полученные после применения исследуемых препаратов, следует отметить, что валовой прирост живой массы за 90-дневний период проведенных исследований был получен в IV опытной группе получавших кормовую добавку «АкваТек» через систему поения и составил 78,6 кг, что на 9,5 кг больше, чем в контрольной и на 4,5 кг больше, чем в I опытной группе, также на 3,6 кг больше, чем во II опытной, и на 2,1 кг больше чем в III опытной группе.

Исходя из данных, полученных в ходе научно-хозяйственного опыта, следует отметить, что разница в показателях коэффициента конверсии между IV опытной группой и контрольной составила – 0,88, а II-опытная по отношению к контрольной составила – 0,73, что является значительной разницей.

Таким образом, коэффициент конверсии за период проведения эксперимента был самым низким в группе, получавший кормовую добавку «АкваТек» через систему поения, что свидетельствует от том, что на единицу продукции в этой группе затрачено меньше корма, чем в других группах. Такую же динамику имеют средние показатели, представленные за все 90 дней опыта.

Динамика изменения живой массы свиней в период научно-хозяйственного опыта представлена в таблице 2.

Анализ данных живой массы свиней в период научно-хозяйственного опыта показывает, что в период откорма наблюдалось устойчивая закономерность изменения живой массы свиней в зависимости от наличия в основном рационе кормовой добавки на основе эксперимента.

Таблица 2 – Изменение живой массы свиней
в период научно-хозяйственного опыта

Дни	Период (корм)	Группы				
		Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
95-105	Откорм (СК-5)	от 40,12 до 47,42	от 39,84 до 50,12	от 39,92 до 52,95	от 39,87 до 53,15	от 40,18 до 54,87
106-150	Откорм (СК-6)	от 47,42 до 75,72	от 50,12 до 80,72	от 52,95 до 82,34	от 53,15 до 85,32	от 54,87 до 86,18
151-185	Откорм (СК-7)	от 75,72 до 109,31	от 80,72 до 113,97	от 82,34 до 114,98	от 85,32 до 117,01	от 86,18 до 118,81

В частности, с 95 по 105 день жизни свиней при среднем весе 40,12 кг в начале эксперимента, животные набрали в среднем от 7,3 кг в контрольной группе до 14,69 кг в IV опытной группе и достигли веса 47,42-54,87 кг.

При этом в I опытной группе живая масса была на 3,24 % больше чем в контрольной, во II опытной на – 8,64 %, в III опытной – на 12,08 %, а в IV опытной – на 15,71 % больше чем в контрольной группе.

В период со 106 по 150 дня жизни свиней динамика изменения живой массы характеризуется следующими показателями от 28,3 в контрольной группе до 32,31 в IV опытной группе. При этом в I опытной группе, живая масса была выше на 6,6 %, во II опытной на 8,74 %, в III опытной на 12,67 %, а в IV опытной на 15,13 % выше, чем в контрольной.

С 151-185 день жизни, за 34 дня, разница в живой массе свиней составила 33,59 кг в контрольной группе и 32,63 кг в IV опытной группе, при этом в I опытной группе живая масса была выше – на 4,26 %, во II опытной – на 5,18 %, в III опытной – на 7,04 %, а в IVопытной – на 8,69 %, чем в контрольной.

За весь период проведения опыта II опытная группа, в которой кормовая добавка «Янтарный холодок» давалась через систему поения, по сравнению с IV опытной группой, которой давали кормовую добавку «АкваТек» также через систему поения, показала менее высокий результат на 3,33 %.

Так же I опытная группа, в которой кормовую добавку «Янтарный холодок» вводили в комбикорм, по сравнению с III опытной группой, в которой кормовую добавку «АкваТек» вводили в комбикорм, показала удовлетворительный результат на 2,66 %.

Сравнивая результаты кормовой добавки «Янтарный холодок», дававшейся через систему поения и путем добавления в комбикорм, наилучшим результатом показала себя II опытная группа, получавшая добавку с водой. Результат был на 0,9 % выше, чем в I опытной группе, получавшей добавку с комбикормом.

По результатам кормовой добавки «АкваТек», дававшейся через систему поения и путем ввода в комбикорм, наилучшией была IV опытная группа (на 1,53 %), получавшая добавку с водой по сравнению с III опытной группой, получавшей добавку с комбикормом.

По завершении научно-хозяйственного опытов был проведен контрольный убой, представленный в таблице 3.

На протяжении всего периода выращивания свиней общее состояние здоровья было в пределах физиологической нормы.

У свиней контрольной группы формирование мясной продуктивности происходило менее интенсивно, чем у I опытной группы.

Мяса в убойном весе было получено больше в IV опытной группе – на 10,9 кг, чем в контрольной, в IIIопытной группе – на 7,22 кг, во II – на 6,92 кг, в I опытной группе – на 4,86 кг больше, чем в контрольной.

Таблица 3 – Основные результаты контрольного убоя свиней

Показатели	Группа				
	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Предубойная живая масса, кг	103,84 ± 10,21	108,27 ± 11,44	109,23 ± 11,23**	111,16 ± 12,04*	112,87 ± 11,87**
Убойная масса, кг	73,61 ± 4,11	78,47 ± 3,45	80,53 ± 4,41**	80,83 ± 4,63*	84,51 ± 4,81**
Убойный выход, %	70,88 ± 0,72	72,48 ± 0,87	73,72 ± 0,91*	72,72 ± 0,78*	74,87 ± 0,75**
Толщина щпика над первым поясничным позвонком, мм	35,90 ± 2,21	35,40 ± 3,17	34,60 ± 2,74	35,10 ± 2,87	34,10 ± 3,10
Площадь мышечного глазка, $см^2$	35,10 ± 1,85	36,20 ± 1,74	37,30 ± 2,11	36,70 ± 2,01	38,40 ± 2,71

Несколько интенсивнее формировалась мясная продуктивность у свиней IV опытной группы, они не уступали свиньям II III опытных групп, а площадь «мышечного глазка» была самой высокой у IV опытной группы, по сравнению с контрольной.

Заключение. По результатам исследования, можно сделать вывод, что использование кормовых добавок «АкваТек» и «Янтарный холодок» положительно влияет на прирост живой массы свиней.

Наилучшие результаты показала группа, получавшая кормовую добавку «АкваТек» через систему поения (IV опытная группа). Введение кормовых добавок через систему поения оказалось более эффективным, чем добавление в комбикорм, как для «АкваТек», так и для «Янтарный холодок».

Самый низкий коэффициент конверсии корма наблюдался в IV опытной группе, что свидетельствует о более эффективном использовании корма для прироста живой массы.

На протяжении всего периода откорма наблюдалась устойчивая тенденция увеличения живой массы в опытных группах по сравнению с контрольной, особенно выраженная в IV опытной группе. Убойный выход мяса был самым высоким в IV опытной группе, что говорит о положительном влиянии кормовой добавки «АкваТек» через систему поения на мясную продуктивность свиней.

В целом, результаты исследования показывают, что кормовая добавка «АкваТек», вводимая через систему поения, является наиболее эффективным способом увеличения прироста живой массы и повышения мясной продуктивности свиней.

Список использованной литературы

1. Алейник С. Н., Походня Г. С., Косов А. В. Эффективность использования различных кормовых добавок в рацион свиней: монография. Белгород, 2023. 504 с.

2. Власов А., Григорьев Д., Херувимских Е. Влияние препарата с монобутирином на рост и развитие поросят // Комбикорма. 2022. № 12. С. 46-47.

3. Конкурентоспособная рецептура обогатительной кормовой добавки для поросят / А. Ч. Гаглоев, А. Е. Антипов, Д. В. Энговатов, В. Ф. Энговатов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 3 (74). С. 73-78.

4. Новые технологии производства свинины с включением кормового полисахаридного экстракта / И. Ф. Горлов, Л. В. Хорошевская, М. И. Сложенкина, А. А. Мосолов, А. С. Мирошник, В. И. Водянников // Свиноводство. 2023. № 3. С. 55-60.

5. Данкфорт А. Экомясо собственного производства. М.: Эксмо, 2019. 496 с.

6. Эффективность использования кормовой добавки в рационах ремонтных свинок в период подготовки их к осеменению / А. В. Косова, Г. С. Походня, Ю. П. Бреславец, А. П. Бреславец, Р. В. Гусь, В. Н. Гампенко, А. Г. Кощаева // Труда Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 5 (107). С. 230-235.

7. Лаврентьев А., Михайлова Л., Жестянова Л. Особенности выращивания поросят-сосунов // Животноводство России. 2023. № S1. С. 51-52.

8. Технология производства сухого белково-углеводного композита кормового назначения с использованием вторичного сырья / К. Я. Мотовилов, С. К. Волончук, И. В. Науменко, А. И. Резепин //Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 4. С. 72-75.

9. Рост, развитие и мясные качества некастрированных и кастрированных хрячков / Г. С. Походня, П. И. Бреславец, Ю. П. Бреславед, А. П. Бреславед, К. И. Кирьян, Д. В. Крючин, А. Г. Кощаев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 7 (109). С. 226-231.

УДК 636.32/.38.033

ВЛИЯНИЕ ЖИВОЙ МАССЫ ЯГНЯТ ПРИ ОТЪЁМЕ ОТ МАТЕРЕЙ НА ИХ МЯСНЫЕ И ОТКОРМОЧНЫЕ КАЧЕСТВА

Чамурлиев Н. Г., *д-р с.-х. наук, профессор*
Шперов А. С., *канд. с.-х. наук, доцент*
Фокина А. Ю., *магистрант*
Филиппова В. В., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Живая масса тела является важным хозяйственно-биологическим признаком живого организма и зависит от таких факторов, как пол, возраст, уровень и тип кормления, условия содержания. При постановке на опыт живая масса подопытных баранчиков колебалась от 22,10 до 27,5 кг. Баранчики были распределены в три группы по 20 голов: контрольная – включала животных с живой массой при отбивке – 20,0-23,0 кг; 1-я опытная – с живой массой – 23,1-26,0 кг; 2-я опытная – с живой массой – 26,1-29,0 кг.

В 8-месячном возрасте баранчики контрольной группы имели среднюю живую массу 37,68 кг, в 1-й опытной – 41,68 кг и 2-й опытной 45,32 кг. Предубойная масса баранчиков 2 опытной группы составила 44,41 кг, что на 3,52 кг или 8,61 % выше по сравнению с баранчиками 1-й опытной группы ($P < 0,01$) и на 7,48 кг или 20,25 % выше по сравнению с их сверстниками контрольной группы ($P < 0,01$).

Ключевые слова: *живая масса ягнят, баранчики, волгоградская порода овец, мясная продуктивность баранчиков, откормочные качества баранчиков.*

Острой проблемой агропромышленного комплекса Российской Федерации остается увеличение производства конкурентоспособных продуктов животноводства, в том числе и мяса сельскохозяйственных животных.

На текущем этапе развития овцеводства повышение его конкурентоспособности в значительной мере связано с увеличением производства мясной продукции, особенно баранины от молодняка овец, которая является одной из самых востребованных разновидностей мясных продуктов и пользуется высоким спросом среди представителей различных этнических групп. Это может быть связано с наращением экспорта в страны Ближнего Востока. Поэтому, в настоящее время большое внимание уделяется развитию мясосального и мясного овцеводства.

На показатели мясной продуктивности молодняка существенное влияние оказывают происхождение животных, условия кормления и содержания [1-2, 6], а так же живая масса ягнят, как при рождении, так и при отбивке их от матерей [3-5]. При этом важное значение отводится наиболее полному использованию генетического потенциала животных.

Целью нашей работы стало изучение влияния живой массы ягнят при отъеме от матерей на их мясные и откормочные качества. Был определен круг вопросов по изучению динамики живой массы и длины шерсти подопытных баранчиков: определение линейных промеров в 8-месячном возрасте; определение затрат кормов на 1 кг прироста живой массы от 4 до 8-месячного возраста; изучение мясной продуктивности подопытных баранчиков в 8-месячном возрасте.

Материалом для исследования послужило поголовье баранчиков волгоградской породы, баранчики были распределены в три группы по 20 голов: контрольная – включала животных с живой массой при отбивке 20,0-23,0 кг; 1-я опытная – с живой массой 23,1-26,0 кг; 2-я опытная – с живой массой 26,1-29,0 кг.

При проведении исследований подопытные животные находились в идентичных условиях кормления и содержания. После отъема от матерей подопытные баранчики содержались в одной отаре.

Обеспеченность 1 энергетической кормовой единицы переваримым протеином в возрасте от 4 до 6 месяцев составила 100,45 г, а в возрасте от 6 до 8 месяцев – 99,62 г. Поваренную соль подопытные баранчики получали по норме, то есть, вволю. Содержание фосфора было сбалансировано за счет диаммонийфосфата. Содержание каротина в рационе значительно превосходило норму.

За период опыта физиологическое состояние подопытных баранчиков было в норме. Случаев заболевания и отказа от корма животных не наблюдалось.

Живая масса тела является важным хозяйственно-биологическим признаком живого организма и зависит от таких факторов, как пол, возраст, уровень и тип кормления, условия содержания.

Важным показателем, характеризующим скорость роста в единицу времени, является абсолютный прирост массы тела (табл. 1). При постановке на опыт живая масса подопытных баранчиков колебалась от 22,10 до 27,5 кг.

Таблица 1 – Динамика живой массы подопытных баранчиков, кг

Группа	Возраст, месяцев		
	4	6	8
	M ± m	M ± m	M ± m
Контрольная	22,0 ± 0,71	30,15 ± 0,87	37,68 ± 0,90
1 опытная	24,6 ± 0,82	34,08 ± 0,95	41,68 ± 0,98
2 опытная	27,5 ± 0,90	37,35 ± 1,24	45,32 ± 1,38

В 6-месячном возрасте наибольшую живую массу имели баранчики 2-й опытной группы. Они превосходили своих сверстников из контрольной группы на 7,20 кг или на 23,88 % ($P < 0,01$). При сравнении средней живой массы подопытных баранчиков 1-й и 2-й опытных групп преимущество в пользу последних составило 3,27 кг или 9,60 %. В то же время баранчики 1-й опытной группы превосходили контрольных животных на 3,93 кг или 13,03 % ($P < 0,01$).

Живая масса с момента рождения и до 6-8-месячного возраста зависит от пола, возраста, породы родителей, упитанности и молочности маток и является одним из основных показателей, характеризующих мясную продуктивность животного.

В 8-месячном возрасте баранчики контрольной группы имели среднюю живую массу – 37,68 кг, 1-й опытной – 41,68 кг и 2-й опытной – 45,32 кг. Баранчики 1-й опытной группы превосходили сверстников контрольной группы на 4,00 кг или 10,61 % ($P < 0,05$). Превосходство баранчиков 2-й опытной группы над сверстниками 1-й опытной группы составило 3,64 кг или 8,73 %, а над контрольными животными 7,64 кг или 20,28 % соответственно ($P < 0,001$).

Таким образом, баранчики опытных групп, имеющие во время отбивки среднюю и большую живую массы в последующем лучше росли и развивались, чем баранчики контрольной группы с минимальной живой массой при отбивке.

На основании данных живой массы были рассчитаны абсолютный и среднесуточные приросты подопытных баранчиков (табл. 2).

Абсолютный прирост живой массы баранчиков 2-й опытной группы за период опыта составил 17,82 кг, что на 0,74 кг или 4,33 % выше, чем у баранчиков 1-й опытной группы и на 2,14 кг или 13,65 % по сравнению со сверстниками контрольной группы.

Баранчики 1-й опытной группы превосходили своих сверстников контрольной группы по абсолютному приросту на 1,4 кг или 8,93 %.

Таблица 2 – Абсолютный и среднесуточный приросты подопытных баранчиков за период опыта

Возраст, месяцев	Показатель		
	живая масса, кг	абсолютный прирост, кг	среднесуточный прирост, г
Контрольная группа			
4	22,0 ± 0,60	–	–
4-6	30,15 ± 0,65	8,15	135,8
6-8	37,68 ± 0,74	7,53	125,5
4-8	–	15,68	130,7
1-я опытная			
4	24,60 ± 0,65	–	–
4-6	34,08 ± 0,78*	9,48	158,0
6-8	41,68 ± 0,98*	7,60	126,7
4-8	–	17,08	142,3
2-я опытная			
4	27,5 ± 0,74	–	–
4-6	37,35 ± 0,88**	9,85	164,2
6-8	45,32 ± 1,10*	7,97	132,8
4-8	–	17,82	148,5

За период опыта среднесуточный прирост живой массы у баранчиков 2-й опытной группы составил 148,50 г, что на 6,20 г выше по сравнению с баранчиками 1-й опытной группы и на 17,8 г выше по сравнению со сверстниками контрольной группы.

Наибольший среднесуточный прирост живой массы баранчиков разных групп отмечен в возрасте от 4 до 6 месяцев и колебался от 135,8 г до 164,2 г.

Анализируя данные таблицы 2 следует отметить, что как абсолютный, так и среднесуточный приросты живой массы у баранчиков контрольной и опытных групп с возрастом уменьшается.

При определении роста и развития немаловажное значение имеют линейные промеры. Данные линейных промеров приведены в таблице 3.

Из данных таблицы 3 видно, что практически по всем линейным промерам баранчики 1-й опытной группы превосходили сверстников контрольной группы, но уступали баранчикам 2-й опытной группы. Животные 2-й опытной группы превосходили как баранчиков контрольной, так и баранчиков 1-й опытной группы. Они по промерам были более высокорослые, имели более глубокую и широкую грудь, что свидетельствует об интенсивности обменных процессов.

Таблица 3 – Основные промеры подопытных баранчиков в 8-месячном возрасте, см

Основные промеры	Группы животных		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Высота в холке	61,32	61,90	63,10
Высота в крестце	63,14	63,70	64,90
Косая длина туловища	68,32	69,92	70,90
Ширина груди за лопатками	18,16	18,63	19,03
Глубина груди	23,56	23,88	24,98
Обхват груди за лопатками	86,60	87,45	89,62
Обхват пясти	7,16	7,23	7,30
Ширина в маклоках	15,18	15,64	16,48
Ширина в седалищных буграх	7,92	8,30	8,53

Длина шерсти является важным физико-механическим свойством шерсти, так как промышленно-торговая классификация шерсти, а так же бонитировка овец тонкорунных пород основаны, прежде всего, на оценке этого показателя. Результаты определения естественной длины шерсти подопытных баранчиков в зависимости от возраста представлены в таблице 4.

Анализируя данные таблицы 4 следует отметить, что наибольшую длину шерсти в 8-месячном возрасте имеют баранчики 2-й опытной группы 6,1 см, а наименьшую – баранчики контрольной группы – 5,68 см. Ежемесячный рост шерстных волокон у баранчиков 2-й опытной группы за период опыта составил 0,70 см, а у баранчиков 1-й опытной группы – 0,68 см. В исследованиях установлена тенденция увеличения длины шерсти у баранчиков, имеющих большую живую массу при отбивке по сравнению с баранчиками с более низкой живой массой при отбивке.

В 8-месячном возрасте баранчики с большей живой массой при отбивке от матерей превосходили баранчиков 1-й опытной и контрольной групп по длине шерсти на 0,22 и 0,42 см соответственно.

Таким образом, установлена прямая зависимость роста длины шерсти от живой массы баранчиков при отбивке. Чем выше живая масса при отбивке, тем выше скорость роста шерстных волокон.

Таблица 4 – Динамика длины шерсти подопытных баранчиков, см

Группы животных	Возраст, месяцев			
	При рождении	4	6	8
Контрольная	0,43	3,18	4,48	5,68
1-я опытная	0,45	3,50	4,70	5,88
2-я опытная	0,50	3,68	5,10	6,1

Затраты кормов за период опыта определяли по данным зоотехнических и экономических отчётов, и по рационам кормления.

Суточный рацион подопытных баранчиков в возрасте от 4 до 6 месяцев имел среднюю питательность 1,1 энергетических кормовых единиц и 110,5 г переваримого протеина. Общий расход энергетических кормовых единиц за этот период составил 66,0, переваримого протеина – 6,63 кг.

Средний суточный рацион баранчиков в возрасте от 6 до 8 месяцев имел питательность 1,34 энергетических кормовых единиц и 133,5 переваримого протеина. Общий расход энергетических кормовых единиц за этот период составил 80,4, переваримого протеина – 8,01 кг.

Таким образом, общий расход энергетических кормовых единиц в расчете на одну голову за весь период опыта, составил – 146,4 (66,0 + 80,4), переваримого протеина – 14,64 (6,63 + 8,01). За этот же период чистопородные баранчики контрольной группы дали прирост живой массы 15,68 кг, а баранчики 1-й и 2-й опытных групп – 17,08 и 17,82 кг соответственно. На основании этих данных рассчитали затраты кормов на единицу продукции. Наименьшие затраты кормов на 1 кг прироста живой массы зафиксированы у баранчиков 2-й опытной группы – 8,22 энергетических кормовых единиц и 822 г переваримого протеина, наибольшее у баранчиков контрольной группы – 9,34 и 934 г соответственно. Баранчики 1-й опытной группы на 1 кг прироста живой массы затратили 8,57 ЭКЕ и 857 г переваримого протеина.

Полученные данные свидетельствуют о том, баранчики, с большей живой массой при отбивке, меньше затрачивают энергетических кормовых единиц и переваримого протеина на 1 кг прироста по сравнению с баранчиками, с меньшей живой массой при отбивке.

Масса животных в определенной мере служит показателем мясной продуктивности, но их мясные качества объективно можно установить только после убоя.

В соответствии с методикой исследований мясные показатели баранчиков нами учтены путем контрольного убоя животных в конце опыта при достижении 8-месячного возраста. Для убоя были отобраны 9 баранчиков по 3 головы из каждой группы. Отобранные для убоя животные в целом отражали подопытные группы. Результаты контрольного убоя баранчиков приведены в таблице 5.

Данные таблицы 6 свидетельствуют о том, что предубойная масса баранчиков 2-й опытной группы составила 44,41 кг, что на 3,52 кг или 8,61 % выше по сравнению с баранчиками 1-й опытной группы ($P < 0,01$) и на 7,48 кг или 20,25 % достоверно выше по сравнению с их сверстниками контрольной группы ($P < 0,01$).

Баранчики 1-й опытной группы превосходили контрольных животных по предубойной массе на 3,96 кг при величине при достоверности P < 0,01. Достоверная разница в пользу баранчиков 2-й опытной группы установлена при сравнении этого показателя с аналогичным у баранчиков 1 опытной группы (P < 0,05).

Таблица 5 – Результаты контрольного убоя подопытных животных

Показатели	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Предубойная масса, кг	36,93 ± 0,86	40,89 ± 0,54*	44,41 ± 0,60**
Масса парной туши, кг	14,30 ± 0,50	16,81 ± 0,31*	19,27 ± 0,38**
Выход туши, %	38,72	41,11	43,39
Масса внутреннего жира, кг	0,38 ± 0,06	0,46 ± 0,08	0,51 ± 0,09
Выход внутреннего жира, %	1,02	1,12	1,15
Убойная масса, кг	14,68 ± 0,58	17,27 ± 0,40*	19,78 ± 0,46**
Убойный выход, %	39,75	42,23	44,53

Разница в убойной массе в пользу баранчиков 1-й и 2-й опытных групп в сравнении с контрольными животными составила 2,59 и 5,1 кг, или 17,64 и 34,74 % соответственно (P < 0,01; P < 0,01). При этом баранчики опытных групп превосходили контрольных по убойному выходу на 2,48 % (1-я опытная) и на 4,78 % (2-я опытная).

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности нагула баранчиков с высокой живой массой при отбивке по сравнению с баранчиками с низкой живой массой при отбивке от матерей.

Список использованной литературы

1. Абонеев В. В., Колосов Ю. А., Абонеева Е. В., Абонеев Д. В. Воспроизводительные качества тонкорунных овец при разных технологиях содержания // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2021. № 24-1. С. 36-43.

2. Абонеев В. В., Чамурлиев Н. Г., Марченко В. В., Абонеева Е. В. Продуктивность тонкорунного молодняка овец при разной продолжительности эмбрионального периода // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 2 (54). С. 198-203.

3. Сомова М. М., Мельникова Е. Е., Абрамова М. В., Коновалов А. В., Никитин С. А., Сермягин А. А. Зависимость показателей живой массы и скорости роста у ягнят романовской породы от различных паратипических факторов // Зоотехния. 2020. № 8. С. 12-16.

4. Траисов Б. Б., Есенгалиев К. Г., Смагулов Д. Б., Юлдашбаев Ю. А., Шахтамиров И. Я. Рост и развитие мясо-шерстных овец разных генотипов // Аграрная наука. 2017. № 3. С. 15-17.

5. Фейзуллаев Ф. Р., Тимошенко Ю. И., Лепёхина Т. В. Живая масса и суточные приросты баранчиков волгоградской тонкорунной мясо-шерстной породы разных генотипов // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 1 (139).

6. Филатов А. С., Чамурлиев Н. Г., Мельникова Е. А., Мельников А. Г. Племенные и продуктивные качества овец волгоградской породы и их дальнейшее совершенствование // Аграрно-пищевые инновации. 2020. № 1 (9). С. 17-24.

УДК 636.32/.38.033

МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ БАРАНЧИКОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ЯГНЕНИЯ

Чамурлиев Н. Г., *д-р с.-х. наук, профессор*
Шперов А. С., *канд. с.-х. наук, доцент*
Фокина А. Ю., *магистрант*
Филиппова В. В., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. В зависимости от сроков ягнения плодовитость овцематок февральского окота составила 114,0 % против 90,0 % у маток апрельского срока ягнения. Разница в пользу овцематок февральского окота составила 24,0 %. Средняя живая масса ярок и баранчиков февральского рождения в 4-месячном возрасте составила 25,3 кг, что на 3,1 кг или 12,2 % выше по сравнению с молодняком апрельского рождения. Баранчики февральского рождения значительно лучше растут и имеют большую живую массу во все возрастные периоды по сравнению с их аналогами апрельского рождения. Наименьшие затраты кормов на 1 кг прироста живой массы зафиксированы у баранчиков опытной группы – 8,31 энергетических кормовых единиц и 831 г переваримого протеина, наибольшие – у баранчиков контрольной группы: 9,18 и 915 соответственно. Разница в живой массе в 8-месячном возрасте была в пользу баранчиков февральского рождения и составила 4,7 кг.

Ключевые слова: *мясная продуктивность баранчиков, сроки ягнения, волгоградская порода овец, баранчики, живая масса баранчиков.*

Повышение количества и качества мясной продукции овцеводства находится в прямой зависимости от использования овцематок и различных эффективных приемов выращивания молодняка [6]. Важным фактором повышения эффективности овцеводства является правильная организация окота маток [1-5, 7]. Многочисленные исследования показывают, что раннее ягнение обеспечивает температурную закалку организма ягнят, делает их более стойкими к неблагоприятным сезонным температурным режимам и менее восприимчивым к инфекционным заболеваниям.

Основной целью данной работы являлось изучение мясной продуктивности баранчиков волгоградской породы различных сроков ягнения, в задачи данного исследования входила комплексная оценка баранчиков зимнего и весеннего срока ягнения по показателям живой массы, затратам кормов и мясной продуктивности. Для проведения исследования были отобраны две группы овцематок первого класса по принципу аналогов.

В качестве основных показателей аналогичности подопытных овцематок учитывалось породность, возраст, живая масса животных. Всего было отобрано 100 овцематок которые были распределены в

группы по 50 голов. Сроки осеменения и ягнения в контрольной группе приходились на 2-10 ноября и 8-18 апреля, в опытной группе с 2 по 10 сентября и с 6 по 16 февраля соответственно. Одним из показателей, характеризующих эффективность разных сроков случек является оплодотворяемость овцематок. Показатели оплодотворяемости овцематок в зависимости от сроков случки представлены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что процент оплодотворяемости маток в первую охоту слученных в сентябре выше на 10 % по сравнению с аналогичным показателем у маток, осемененных в ноябре.

Таблица 1 – Оплодотворяемость овцематок в зависимости от сроков осеменения

Группа	Сроки случки	Кол-во маток	Осеменено маток в первый раз		Повторно осеменено	
			голов	%	голов	%
Контрольная	2.11-10.11	50	41	82,0	9	18
Опытная	2.09-10.09	50	46	92,0	4	8,0

Количество маток, пришедших в охоту повторно при сентябрьском осеменении в среднем составило 8 %, а при ноябрьском 18 %, что на 10 % больше.

Снижение оплодотворяемости овцематок, осемененных в ноябре, видимо, связано с тем, что количество и качество зеленого корма, стимулирующего оплодотворяемость, в этот период уменьшается.

Кроме того, здесь видимо сказывается и температурный режим, т.е. снижение температуры в ноябре по сравнению с сентябрем.

Результаты оценки плодовитости овцематок в зависимости от сроков осеменения свидетельствуют о том, что при одинаковом количестве маток в подопытных группах маток февральского окота объягнилось 96,0 %, холостых осталось 4,0 %, а апрельского окота соответственно 90,0 и 10,0 %. Разница в пользу овцематок февральского окота составила 6,0 %.

Из данных таблицы 2 видно, что из 57 ягнят февральского рождения пола одна голова, что составляет 1,75 %, а из 45 ягнят апрельского ягнения 3 головы, что составило 6,67 %. Полученные результаты свидетельствуют об относительно высокой сохранности ягнят в хозяйстве, однако следует отметить, что сохранность ягнят февральского окота выше по сравнению с апрельским ягнением на 4,92 %.

От овцематок февральского окота получено 57 ягнят на 48 объягнившихся, что составляет 118,8 % против 100 % у маток, объягнившихся в апреле месяце. Разница при этом составила 18,8 % в пользу овцематок февральского окота.

Таблица 2 – Сохранность и живая масса ягнят при отбивки в 4-х месячном возрасте

Группа	Сроки ягнения	Получено ягнят	Пало ягнят до отбивки		Отбито ягнят, гол.	Живая масса ягнят	
			гол	%		Общая, ц	1 гол., кг
Контрольная	апрель	45	3	6,67	42	9,66	23,00
Опытная	февраль	57	1	1,75	56	14,44	25,80

Полученные данные показывают, что наиболее эффективным, в от-ношении плодовитости овцематок, является осеменение их в сентябре и получение ягнят в феврале месяце.

Средняя живая масса ярочек и баранчиков в 4-месячном возрасте февральского рождения составила 25,8 кг с колебаниями от 22,22 до 26,30 кг, а апрельских – 23,00 кг с колебаниями от 22,1 до 24,31 кг соответственно.

При сравнении средней живой массы молодняка февральского и апрельского сроков рождения в 4-месячном возрасте разница составила 2,8 кг или 10,85 % в пользу февральских ягнят.

Высокая сохранность ягнят февральского окота обуславливается видимо тем, что к началу пастбищного периода вместе с материнским молоком они способны были поедать зеленую траву. Поэтому ягнята раннего окота в дальнейшем лучше развивались, меньше подвергались простудным и инвазионным заболеваниям.

Обеспеченность 1 энергетической кормовой единицы переваримым протеином в возрасте от 4 до 6 месячного возраста составила 100,45 г, а в возрасте от 6 до 8 месячного возраста 99,62 г. Поваренную соль подопытные баранчики получали по норме, то есть вволю. Содержание фосфора было сбалансировано за счет диаммонийфосфата. Содержание каротина в рационе значительно превосходило норму.

За период опыта физиологическое состояние подопытных баранчиков было в норме. Случаев заболевания и отказа от корма животных не наблюдалось.

Затраты кормов за период опыта определяли по данным зоотехнических и экономических отчётов, и по рационам кормления.

Суточный рацион подопытных баранчиков в возрасте от 4 до 6 месяцев имел среднюю питательность 1,1 энергетических кормовых единиц и 110,5 г переваримого протеина. Общий расход энергетических кормовых единиц за этот период составил 66,0, переваримого протеина – 6,63 кг.

Средний суточный рацион баранчиков в возрасте от 6 до 8 месяцев имел питательность 1,34 энергетических кормовых единиц и 133,5 переваримого протеина. Общий расход энергетических кормовых единиц за этот период составил 80,4, переваримого протеина 8,01 кг.

Таким образом. Общий расход энергетических кормовых единиц в расчете на одну голову за весь период опыта, составил 146,4 (66,0 + 80,4), переваримого протеина – 14,64 (6,63 + 8,01). За этот же период чистопородные баранчики контрольной группы дали прирост живой массы 15,68 кг, а баранчики опытной группы – 17,08 кг соответственно. На основании этих данных рассчитали затраты кормов на единицу продукции. Результаты этих расчетов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Затраты кормов на единицу продукции

Группа	Затраты кормов за период опыта		Прирост живой массы за период опыта, кг	Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы, кг	
	ЭКЕ	Переваримый протеин, кг		ЭКЕ	Переваримый протеин, кг
Контрольная	146,4	14,64	16,00	9,18	0,915
Опытная	146,4	14,64	17,60	8,31	0,831

Из данных таблицы 3 видно, что наименьшие затраты кормов на 1 кг прироста живой массы зафиксировано у баранчиков опытной группы – 8,31 энергетических кормовых единиц и 831 г переваримого протеина, наибольшее у баранчиков опытной группы 9,18 и 915 соответственно.

Живая масса – показатель развития всего организма, который оказывает существенное влияние на мясную продуктивность животного, под действие условий кормления и содержания.

Начиная с 4 месяцев и до сдачи животных на мясо в 8-месячном возрасте, баранчики февральского срока рождения превосходили своих сверстников. В 4-месячном возрасте разница составила 2,9 кг или 12,95 % ($P < 0,05$), в 6-месячном возрасте на 2,8 кг или 9,09 % ($P < 0,05$), а в 8-месячном возрасте на 4,7 кг или 12,3 % ($P < 0,01$).

Таблица 4 – Динамика живой массы подопытных ягнят, кг M ± m

Группа	Сроки рождения	Кол-во голов	Живая масса в возрасте, кг		
			4 месяца	6 месяцев	8 месяцев
Контрольная	февраль	15	22,4 ± 0,60*	28,0 ± 0,63*	38,2 ± 0,67**
Опытная	апрель	15	25,3 ± 0,70	30,8 ±0 ,71	42,9 ± 0,73

Таким образом, исследованиями установлено, что баранчики февральского рождения значительно лучше растут и имеют большую живую массу во все возрастные периоды по сравнению с их аналогами апрельского рождения.

В соответствии с методикой исследований мясные показатели баранчиков нами учтены путем контрольного убоя животных в конце опыта при достижении 8-месячного возраста. Для убоя были отобраны 6 баранчиков по 3 головы из каждой группы. Подобранные для убоя животные в целом отражали подопытные группы. Результаты контрольного убоя баранчиков приведены в таблице 5.

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что предубойная масса баранчиков опытной группы составила 41,09 кг, что на 4,09 кг или 9,95 % выше по сравнению с баранчиками контрольной группы ($P < 0,01$).

Разница в убойной массе в пользу баранчиков опытной группы в сравнении с контрольными животными составила 2,78 кг или 16,02 % соответственно ($P < 0,01$). При этом превосходила опытных по убойному выходу на 3,04 %.

Таблица 5 – Результаты контрольного убоя подопытных животных

Показатели	Группа	
	Контрольная	Опытная
Предубойная масса, кг	37,00 ± 0,44	41,09 ± 0,32**
Масса парной туши, кг	14,21 ± 0,31	16,90 ± 0,20**
Выход туши, %	38,40	41,12
Масса внутреннего жира, кг	0,36 ± 0,09	0,45 ± 0,04
Выход внутреннего жира, %	0,97	1,09
Убойная масса, кг	14,57 ± 0,33	17,35 ± 0,23
Убойный выход, %	39,18	42,22

Внедрение технологии раннего отъёма ягнят способствует росту объёмов мясного производства, главным образом благодаря увеличению показателей маточного поголовья, интенсивному выращиванию и откорму сверх ремонтных баранчиков, реализации молодняка в возрасте 7-8 месяцев.

Список используемой литературы

1. Куликовский А. В., Молчанов А. В., Лушников В. П., Светлов В. В., Козин А. Н., Гиро Т. М. Пищевая ценность баранины от овец различных сроков производства, выращенных в условиях левобережья саратовской области // Все о мясе. 2019. № 6. С. 56-60.

2. Молчанов А. В., Светлов В. В. Живая масса и убойные показатели чистопородных и помесных баранчиков разных сроков ягнения // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 3. С. 14-16.

3. Улимбашева Р. А. Мясная продуктивность баранчиков карачаевской породы разных месяцев рождения // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2020. № 3 (47). С. 60-67.

4. Херремов Ш. Р., Абаева Д. Ч. Эффективность разных сроков ягнения // Овцы, козы, шерстяное дело. 2015. № 1. С. 16-18.

5. Чамурлиев Н. Г., Чапуркина О. В., Свириденко Г. А., Филатов А. С. Мясные и откормочные качества баранчиков волгоградской породы разных сроков рождения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 3 (27). С. 114-118.

6. Чамурлиев Н. Г., Шперов А. С., Мельников А. Г., Мельникова Е. А., Абдулхаликов А. М. Сравнительная оценка мясной продуктивности молодняка овец при различных способах откорма // Аграрно-пищевые инновации. 2023. № 2 (22). С. 21-31.

7. Юлдашбаев Ю. А., Каргачакова Т. Б., Чикалев А. И. Влияние ранней случки ярок алтайской белой пуховой породы коз на их рост, развитие и воспроизводительные качества. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 109-116.

УДК 636.2.034.087.7

ПРИМЕНЕНИЕ АДРЕСНЫХ ПРЕМИКСОВ В КОРМЛЕНИИ ДОЙНЫХ КОРОВ

Чехранова С. В., *д-р с.-х. наук, доцент*
Морозова Е. А., *канд. с.-х. наук, доцент*
Елизаров Д. Ю., *докторант*
Крикунов Н. А., *докторант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрен вопрос актуальности разработки и применения персонализированных (адресных) рецептур премиксов в рационах для дойных коров. Установлено, что скармливание балансирующих добавок, разработанных с учетом фактических особенностей кормления, способствует более полной реализации генетического потенциала коров, что выражается в улучшении процессов пищеварения и повышении продуктивности.

Ключевые слова: *адресные премиксы, рационы дойных коров, дойные коровы, кормовые программы.*

Известно, что достижение максимальной реализации генетического потенциала сельскохозяйственных животных напрямую зависит от качественного состава рационов и наличия необходимых питательных элементов, минералов, витаминов и т.д. Это обеспечивает высокий уровень продуктивности и улучшение качества конечной продукции. Достижение указанных целей возможно лишь путем обязательного введения специализированных добавок функционального назначения в кормовые программы крупного рогатого скота. В связи с этим проводятся научные исследования по совершенствованию кормовых программ для крупного рогатого скота [3].

Совершенствование кормовой базы, обеспечение сельскохозяйственных животных высококачественными кормами, организация полноценного сбалансированного кормления в большей степени оказывают влияние на реализацию заложенного селекционерами генетического потенциала [2].

Стоит сказать, что удовлетворить потребности животных в минеральных веществах и витаминах исключительно за счет применения кормов практически невозможно, поэтому особое значение приобре-

тают специальные функциональные добавки, способные скорректировать дефицит витаминов и минералов, нормализовать метаболизм и повысить общую производительность стада [1].

Исследования зарубежных и российских ученых неоднократно подтвердили важность использования премиксов в питании молочного скота [4, 5]. Тем не менее, часто премиксы производились без учета индивидуальных особенностей содержания животных и специфики применяемых кормов, что приводило к недостаточному эффекту. Сегодня ведущие производители стремятся учитывать условия конкретного хозяйства при разработке составов премиксов [6].

Применение премиксов в рационах молочных коров несет в себе весомую экономическую выгоду. Это способствует быстрому восстановлению метаболизма, улучшает работу пищеварительной системы, повышает устойчивость организма животного к болезням и снижает затраты корма на производство единицы продукции.

Таким образом, актуальной задачей современной науки является совершенствование методов разработки премиксов, учитывающих конкретные условия каждого предприятия. Настоящая работа посвящена изучению влияния новых адресных премиксов на эффективность кормления высокопродуктивных молочных коров [7].

Цель работы – изучение эффективности использования усовершенствованных рецептов премиксов в рационах дойных коров.

Опыт был организован на одном из животноводческих комплексов ООО «ЭкоНиваАгро». Было сформировано две группы животных (контрольная и экспериментальная) методом подбора аналогов по 10 голов в каждой группе. В ходе опыта вели учет молочной продуктивности и затрат питательных веществ на единицу продукции. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа коров	контрольная	опытная
Поголовье в группе, голов	10	10
Особенности кормления	Хозяйственный рацион (ХР) с премиксом, разработанным без учета особенностей кормления	Хозяйственный рацион (ХР) с премиксом, разработанным с учетом особенностей кормления

Хозяйственные рационы были составлены с учетом потребностей животных, их возраста физиологического состояния, текущего уровня продуктивности, а также фактической питательной ценности кормов. Минеральные вещества и витамины балансировались премиксами, однако основная разница заключалась в методологии составления премиксов: премикс для опытных животных разрабатывался специально исходя из детального анализа потребляемых ими кормов и фактической продуктивности.

Разработанный для опытной группы премикс включал в себя повышенные концентрации некоторых витаминов: А на 300 тыс. МЕ, D_3 – на 100 тыс. МЕ, B_5 – на 10000 мг, Н – на 5 мг. При этом дополнительно был включен витамин B_4 в количестве 40000 мг на 1 кг премикса. Стоит подчеркнуть, что в обе рецептуры включены ниацин и биотин, которые традиционно не считались необходимыми для крупного рогатого скота. Однако благодаря ряду научных исследований было установлено, что для сохранения и повышения продуктивности положительные результаты показывает ввод в премиксы оптимальных доз водорастворимых витаминов, таких, как ниацин и биотин. Роль этих витаминов в том, что они способствуют поддержанию оптимального метаболизма, улучшают процессы глюконеогенеза, стимулируют кроветворение, регенеративные способности организма и репродуктивную функцию, активируя синтез важных жирных кислот, что критично для высокого процента жира в молоке.

Кроме увеличенных количеств микроэлементов, особый интерес представляет форма ввода некоторых из них в премикс опытной группы. Марганец, медь и цинк вводились частично в органической форме, что значительно увеличивает их усвояемость организмом животных.

Ещё одним важным элементом нового рецепта стал **монензин натрия** – вещество, классифицируемое как пищевый антибиотик. Его основное действие заключается в повышении образования пропионовой кислоты в процессе пищеварения, что стимулирует образование глюкозы и поддерживает энергетический баланс организма. Монензин обладает также способностью предотвращать развитие кокцидоза и замедляет размножение патогенных микроорганизмов типа клостридий. Важно отметить, что этот препарат относится к классу ионофоров, не используемых в терапии человека, поэтому его использование в кормах не создаёт риска развития резистентности патогенов к обычным антибактериальным средствам.

Обе рецептуры премиксов также были обогащены дополнительными активными веществами, такими как антиоксиданты, ароматизаторы и пробиотики, обеспечивающие общее здоровье и аппетит животных.

Кормление животных осуществлялось на основании норм потребности в питательных веществах с учетом физиологического состояния и фактической продуктивности коров.

Оценка воздействия различных кормовых добавок осуществляется на основе изменений фактической продуктивности. Среднесуточные удои, полученные в результате проведённого эксперимента, отражены на графике на рисунке 1.

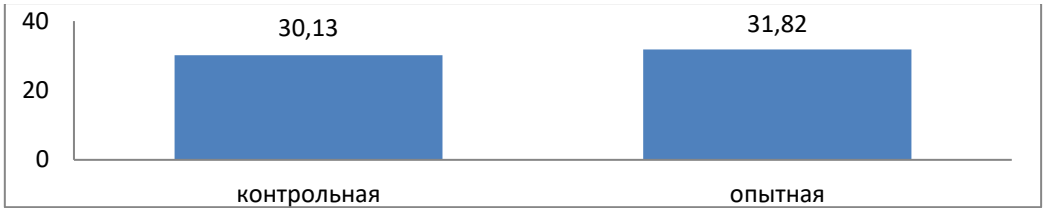

Рисунок 1 – Среднесуточный удой, кг

Среднесуточный удой по контрольной группе коров был на уровне 30,13 кг, а опытной 31,82 кг, что выше контрольного показателя на 5,61 % (1,69 кг). Разница достоверна при *P > 0,95. Одновременно с повышением среднесуточной продуктивности улучшились качественные показатели молока. Так, концентрация жира в молоке при скармливании коровам усовершенствованного премикса оказалась на уровне 3,81 %, что выше показателя группы контроля на 0,05 абс. %. Позитивная разница по массовой доли белка составила 0,15 абс. %. Сухое вещество в молоке коров контрольной группы в среднем оказалось на уровне 12,65 %, опытной – 13,04 %, что выше, чем в контрольной, на 0,39 абс. %. По количеству лактозы, золы, кальция и фосфора отмечалась лучшая картина в молоке коров опытной группы.

Помимо составных веществ молока также изучали такие показатели, как количество соматических клеток, КМАФАнМ, содержание мочевины.

Соматические клетки представляют собой клетки различных тканей и органов (клетки эпителия молочной железы, лейкоциты, эритроциты), они всегда присутствуют в молоке, однако повышенное их содержание может свидетельствовать о воспалительных процессах. В молоке подопытных коров данный показатель находился в пределах нормы и варьировал в диапазоне от 93,20 тыс/см^3 в опытной группе до 94,10 тыс/см^3 в контрольной группе коров.

Показатель КМАФАнМ применяют для оценки санитарно-гигиенического состояния молока на основании общей обсемененности микроорганизмами. Это показатель входил в пределы референтных значений и составил 6,10 КОЕ/см^3 в контрольной группе и 6,00 КОЕ/см^3 в опытной группе.

Концентрация мочевины в молоке может являться индикатором содержания сырого протеина в рационе коров. При массовой доли белка в молоке в диапазоне 3,2-3,6 % нормой мочевины в молоке считается 15-30 мг%, это свидетельствует о сбалансированности рациона по протеину. В нашем случае белок варьировал от 3,42 % и 3,57 %, а мочевина в молоке коров входила в референтных пределы и составила 26,96 мг% и 27,54 мг%.

Кислотность молока значительных различий по группам не имела и была на уровне 17,78-17,85 T^o.

В ходе исследований были рассчитаны затраты кормов на производство молока (табл. 2).

Таблица 2 – Затраты кормов на производство молока (в среднем на 1 животное)

Показатель	Группа коров	
	контрольная	опытная
С кормами за учетный период потреблено:		
- чистой энергии лактации, МДж	32457,60	32457,60
- переваримого протеина, г	510593,19	522270,73
Удой за 180 дней главного периода опыта, кг	5423,4	5727,6
Удой за 180 дней в пересчете на базисную жирность (3,4 %), кг	5997,64	6418,28
Затраты		
на 1 кг молока натуральной жирности чистой энергии лактации, МДж	5,98	5,67
на 1 кг молока базисной жирности чистой энергии лактации, МДж	5,41	5,06
на 1 кг молока натуральной жирности переваримого протеина, г	94,15	91,18
на 1 кг молока базисной жирности переваримого протеина, г	85,13	81,37

Отмечалось, что заданный рацион подопытными коровами потреблялся полностью. В связи с этим потребление чистой энергии лактации всеми подопытными животными было аналогичным и составило 32457,60 МДж. В связи с лучшим перевариванием питательных веществ потребление переваримого протеина несколько отличалось и в контрольной группе составило 510593,19 г в среднем на 1 голову, а в опытной – 522270,73 г.

При расчете израсходованных кормов было определено, что затраты на 1 кг молока чистой энергии лактации были ниже в опытной группе, разница составила 0,31 МДж. По затратам переваримого протеина наблюдалась аналогичная картина, разница оказалась равной 2,97 г.

На 1 кг молока базисной жирности коровы контрольной группы затрачивали 5,41 МДж обменной энергии и 85,13 г переваримого протеина, в опытной группе эти показатели были на уровне 5,06 МДж и 81,37 г, то есть затраты корма на единицу продукции были ниже в опытной группе соответственно на 0,35 МДж и 3,76 г.

Таким образом, использование в рационе коров адресного премикса способствует повышению уровня молочной продуктивности при снижении затрат кормов на единицу продукции.

Список использованной литературы

1. Ахметзянова Ф. К., Мухаметгалиев Н. Н., Фархуллина Р. Р. Молочная продуктивность при использовании премикса и приминкора в кормлении коров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2013. Т. 215. С. 21-26.

2. Влияние ритмичного кормления на молочную продуктивность коров / Н. Н. Швецов, А. С. Звонарев, С. В. Чехранова, В. И. Коловоротная // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 2 (70). С. 394-401.

3. Использование адресных премиксов в кормлении дойных коров / С. В. Чехранова, С. И. Николаев, Д. Ю. Елизаров [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 2 (74). С. 217-223.

4. Использование премикса «Румимикс-3» в составе кормосмеси для сухостойных коров / К. Ю. Тарасова, Н. Н. Швецов, С. В. Чехранова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 4 (72). С. 319-330.

5. Полковникова В. И., Полковникова В. И., Фаттыхова Е. Ф. Молочная продуктивность коров при применении белково-витаминно-минерального премикса "Экомакс Стандарт" в ФГУП УОХ "Липовая гора" // Пермский аграрный вестник. 2013. № 2 (2). С. 34-38.

6. Филипьев М. М., Иванов Е. А., Иванова О. В. Применение премикса на основе отходов переработки кедровых орехов в кормлении коров // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 1. С. 21-23.

7. Эффективность применения зерна люпина в рационах дойных коров / А. К. Карапетян, С. В. Чехранова, Н. О. Вуевский [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 2 (74). С. 187-194.

УДК 636.5.033.087.72

БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ВЫПАИВАНИИ МИНЕРАЛЬНОЙ ПОДКОРМКИ

Чуксина Д. В., *соискатель*
Коноблей Т. В., *канд. с.-х. наук, доцент*
Саломатин В. В., *д-р с.-х. наук, профессор*
Сушко И. Н., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлены данные исследований по влиянию комплексной минеральной добавки – природного бишофита – на биохимические показатели сыворотки крови, характеризующие белковый обмен у цыплят-бройлеров кросса «Росс-308». Установлено, что введение минеральной добавки бишофит в питьевую воду бройлерам в период выращивания (40 дней) из расчёта на 1 т воды: 1 опытная группа – 1 л, 2 опытная – 1,5 л и 3 опытная группа – 2,0 л, способствует повышению интенсивности белкового обмена. Белковый обмен эффективно протекал в организме цыплят-бройлеров 2 опытной группы.

Ключевые слова: *цыплята-бройлеры, минеральные кормовые добавки, бишофит волгоградского месторождения, сыворотка крови цыплят.*

Введение. Общеизвестно, что в жизнедеятельности организма минеральные вещества выполняют важные и разнообразные функции. Они входят в состав органов и тканей, и оказывают значительное влияние на энергетический, белковый и липидный обмен, а также на синтез в организме витаминов, ферментов и гормонов.

Злепкин В. А., Саломатин В. В., Злепкин Д. А. [6] сообщают, что минеральные вещества оказывают влияние на энергетический, азотистый, углеводный и липидные обмены. При несбалансированном рационе по минеральным элементам у птицы нарушается обмен веществ, слабее протекают синтетические процессы, ухудшается здоровье и снижается продуктивность.

Среди минеральных веществ, играющих важную биологическую роль в питании животных, является магний. Он активирует многие ферменты в организме, участвует в биосинтезе белков, метаболизме углеводов и жиров. В качестве минеральных магниевых подкормок применяют окись, сульфат и хлорид магния, природный бишофит и др.

Природный бишофит-минерал, основу которого составляет хлорид магния с комплексом жизненно необходимых макро- и микроэлементов [12].

Цель работы – изучить влияние природного бишофита волгоградского месторождения на биохимические показатели сыворотки крови отражающие белковый обмен у цыплят-бройлеров.

Материалы и методика исследований. Научно-хозяйственный опыт проводили в производственных условиях АО «Птицефабрика Краснодонское» Иловлинского района Волгоградской области. В качестве объекта исследований служили цыплята-бройлеры кросса «Росс-308». Срок их выращивания составил 40 дней.

Для проведения исследований в суточном возрасте по методу аналогов сформировали контрольную и 3 опытных группы по 100 голов в каждой. Схема опыта отражена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество цыплят-бройлеров, голов	Продолжительность выращивания, дней	Характер кормления цыплят-бройлеров
Контрольная	100	40	Полнорационный комбикорм (ПК)
1 опытная	100	40	ПК + 1,0 л бишофита на 1 т воды
2 опытная	100	40	ПК + 1,5 л бишофита на 1 т воды
3 опытная	100	40	ПК + 2,0 л бишофита на 1 т воды

В фазовом кормлении подопытным цыплятам-бройлерам скармливали полнорационные комбикорма: ПК-0-с 1-го дня жизни по 10-й; ПК-2- с 11-го по 15-й; ПК-5 с 16-го по 25-й; ПК-6 с 26-го по 32-й; ПК-7- с 33-го по 40-й.

Цыплята-бройлеры всех сравниваемых групп при напольном содержании размещались на подстилке в специально отгороженных секциях. Плотность посадки птицы составила 22 гол./м^2.

При этом плотность посадки, фронта кормления и поения, параметры микроклимата, питательность рационов и режим освещения у всех групп были одинаковыми. Отличие состояло в том, что в питьевую воду для 1,2 и 3 опытных групп вводилась комплексная минеральная добавка-природный бишофит волгоградского месторождения, согласно схеме опыта. Выращивание цыплят-бройлеров осуществлялось по технологии предприятия АО «Птицефабрика Краснодонская».

Для изучения биохимических показателей сыворотки крови, характеризующих белковый обмен у подопытных цыплят-бройлеров, у них в 40-дневном возрасте из подкрыльцовой вены на внутренней стороне крыла был произведён забор крови. Биохимические показатели сыворотки крови у подопытной птицы определяли по общепринятым методикам.

Экспериментальные данные были статистически обработаны с определением уровня достоверности различий между группами.

Результаты исследований. «Кровь обуславливает состояние гомеостаза внутренней среды организма, обеспечивает гуморальную регуляцию жизнедеятельности, активный обмен веществ, энергии и иммунный статус всех клеток, органов и тканей птицы. Основные показатели крови позволяют судить о состоянии организма и его защитных возможностях, так как процессы, связанные с ростом, развитием и продуктивностью, всегда отражаются на морфологическом и белком составе крови» [4, 9].

В исследованиях установлено, что все изучаемые биохимические показатели крови подопытных цыплят-бройлеров варьировали в пределах физиологической нормы.

Белки являются наиболее важными биологически активными веществами, их уровень в крови, в известной степени, определяет интенсивность белкового метаболизма в организме молодняка птицы.

«… в организме белки плазмы крови выполняют многообразные функции: являются переносчиками биологически активных веществ – гормонов, витаминов, метаболитов, микроэлементов; принимают активное участие в регуляции кислотно-щелочного равновесия; выполняют защитные функции, являясь факторами специфического и неспецифического иммунитета и другие» [5].

Зяблицева М. А., Белооков А. А. [8] подчёркивают, что динамику метаболизма белковых компонентов корма позволяет оценить общий белок, а также содержание метаболитов белкового обмена – мочевины и креатинина.

Данные исследований свидетельствуют о том, что комплексная минеральная добавка активизирует белковый обмен в организме цыплят-бройлеров опытных групп (табл. 2).

«…белки являются наиболее важными биологически активными веществами. Их количество в сыворотке крови в известной степени, определяет уровень интенсивности белкового обмена в организме цыплят-бройлеров» [10].

Таблица 2 – Уровень общего белка, альбуминов и глобулинов в сыворотке крови подопытных бройлеров в 40-днеыном возрасте (n=6), (M±m)

Группа	Общий белок, г/л	Альбумины		Глобулины		Белковый индекс
		г/л	% от общего	г/л	% от общего	
Контрольная	36,41 ± 0,15	14,65 ± 0,07	40,24	21,76 ± 0,07	59,76	0,67 ± 0,006
1 опытная	36,73 ± 0,22	14,84 ± 0,13	40,39	21,89 ± 0,12	59,61	0,68 ± 0,006
2 опытная	37,70 ± 0,20	15,45 ± 0,09	40,97	22,25 ± 0,25	59,03	0,69 ± 0,011
3 опытная	37,04 ± 0,16	15,09 ± 0,06	40,75	21,95 ± 0,11	59,25	0,69 ± 0,004

В исследованиях отмечено, что в 40-дневном возрасте содержание общего белка было выше в сыворотке крови птицы опытных групп. Так, в сыворотке крови цыплят-бройлеров 1 опытной группы содержание общего белка составило 36,73 г/л, что на 0,32 г/л или 0,88 % больше контроля. Во 2 опытной группе уровень общего белка равен 37,70 г/л при разнице с контрольной группой 1,29 г/л или 3,54 % ($P < 0,001$). Разница между 3 опытной группой и контролем составила 0,63 г/л или 1,73 % ($P < 0,05$). Однако цыплята-бройлеры 2 опытной группы по данному показателю имели преимущество над аналогами 1 и 3 опытных групп соответственно на 0,97 (2,64 %; $P < 0,01$) и 0,66 г/л (1,78 %; $P < 0,05$).

Ряднова Ю. А., Саломатин В. В., Ряднов А. А. и др. [2] сообщают, что увеличение содержания общего белка в сыворотке крови цыплят-бройлеров опытных групп, по сравнению с молодняком контрольной группы, является наглядным подтверждением более интенсивного белкового обмена в их организме.

Содержание альбуминов и глобулинов в сыворотке крови молодняка птицы также отражает интенсивность и направленность белкового обмена [3].

При этом введение в питьевую воду цыплят-бройлеров опытных групп минеральной добавки бишофит способствовало повышению абсолютного и относительного уровня альбуминов в сыворотке крови, по сравнению с аналогами контрольной группы; у молодняка птицы 1, 2 и 3 опытных групп абсолютное содержание альбуминов было выше, чем в контрольной группе, соответственно на 0,19 (1,30 %); 0,80 (5,46 %; $P < 0,001$) и 0,44 г/л (3,0 %; $P < 0,001$). Разница по данному показателю между опытными группами составила 0,61 (4,11 %; $P < 0,01$) и 0,36 г/л (2,39 %; $P < 0,01$), в пользу 2 группы.

Увеличение уровня альбуминов в сыворотке крови отражает более интенсивный метаболизм белковых веществ в организме бройлеров опытных групп.

Данные экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что у цыплят-бройлеров контрольной группы относительное содержание глобулинов в сыворотке крови было выше, в сравнении с аналогами 1, 2 и 3 опытных групп, соответственно на 0,15; 0,73 и 0,51 относительных процентов. Однако абсолютное содержание глобулинов, наоборот, меньше на 0,13 (0,60 %); 0,49 (2,25 %) и 0,19 г/л (0,87 %), соответственно.

Интенсивность белкового обмена определяют по белковому индексу: чем он выше, тем интенсивнее идёт обмен [7].

Среди бройлеров 1, 2 и 3 опытных групп этот показатель, по сравнению с аналогами контрольной группы, возрос соответственно на 1,49; 2,99 и 2,99 % ($P < 0,05$). Это свидетельствует о том, что в их организме белковый обмен протекал активнее.

Саломатин В. В. и др. [1] подчёркивают, что более высокий белковый индекс указывает на имеющийся в крови резерв высокодисперсных белков-альбуминов, которые используются как пластический материал и обеспечивают рост бройлеров.

При этом в конце периода выращивания у цыплят-бройлеров опытных групп содержание мочевины в сыворотке крови было ниже, чем у аналогов контрольной группы.

Положительное влияние природного бишофита на белковый обмен выявлено и на телятах [11].

Биохимические показатели крови согласуются с данными по мясной продуктивности, балансовому опыту, интенсивности роста подопытных цыплят-бройлеров.

Заключение. У цыплят-бройлеров опытных групп при введении в питьевую воду комплексной минеральной добавки бишофит отмечали снижение в крови концентрации мочевины с одновременным увеличением уровня общего белка, альбуминов, глобулинов и белкового индекса в пределах физиологической нормы, что свидетельствует об интенсивном синтезе аминокислот и белка в их организме. При этом более активно белковый обмен протекал у бройлеров, которым применяли минеральную добавку из расчёта 1,5 л на 1 т воды.

Список использованной литературы

1. Влияние кормовой добавки Биоцинк на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров / В. В. Саломатин, А. А. Ряднов, Т. А. Ряднова [и др.] // Ветеринария. 2021. № 7. С. 58-61.

2. Гематологический статус цыплят-бройлеров при введении в питьевую воду кормовых добавок Биоферрон и Биоцинк / Ю. А. Ряднова, В. В. Саломатин, А. А. Ряднов [и др.] // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2022. Т. 249 (I). С. 167-175.

3. Гематологический статус цыплят-бройлеров при введении в питьевую воду комплексной пищевой добавки / А. А. Ряднов, В. В. Саломатин, Д. А. Злепкин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4 (68). С. 232-241.

4. Головко А. Влияние препарата Факс-1 на биохимию крови цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2011. № 9. С. 47-49.

5. Драганов И. Ф., Тюркина О. В. Белковый обмен у кур-несушек при введении в рацион антиоксидантов // Вестник мясного скотоводства: материалы Международной научно-практической конференции. Оренбург, 2008. Вып. 61. Т. 2. С. 73-75.

6. Злепкин В. А., Саломатин В. В., Злепкин Д. А. Эффективность использования биологически активных добавок при выращивании цыплят-бройлеров на промышленной основе: монография. Волгоград: Волгоградский ГАУ. 2019. 124 с.

7. Зерновое сорго в комбикормах для цыплят-бройлеров / С. В. Зотеев, В. С. Зотеев, Г. А. Симонов [и др.] // Птицеводство. 2017. № 6. С. 27-29.

8. Зяблицева М. А., Белооков А. А. Кормление цыплят-бройлеров при добавлении микробиологических препаратов // Птицеводство. 2017. № 8. С. 21-25.

9. Использование в рационах петухов тыквенного жмыха, обогащённого биодоступной формой йода / З. Б. Комарова, Т. В. Берко, С. М. Иванов [и др.] // Птицеводство. 2015. № 7. С. 29-33.

10. Морфологический и биохимический состав крови цыплят-бройлеров при введении в рацион биологически активных препаратов / А. Ф. Злепкин, В. В. Саломатин, В. А. Злепкин [и др.] // Птицеводство. 2019. № 2. С. 30-34.

11. Саломатин В. В., Горлов И. Ф., Водянников И. В. Интенсификация производства продуктов животноводства на основе прогрессивных технологий кормления сельскохозяйственных животных. М.: Вестник РАСХН. 2004. 348 с.

12. Саломатин В. В., Злепкин А. Ф., Плотников В. П. Эффективная природная минеральная подкормка – волгоградский бишофит // Зоотехния. 2006. № 2. С. 14-16.

УДК 638.142

МЕДОПРОДУКТИВНОСТЬ ПЧЕЛ С ПОЛНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ МАТКИ

Чучунов В. А., *канд. биол. наук, доцент*
Рудаков А. В., *канд. с.-х. наук, доцент*
Сушко И. Н., *магистр*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгогрд, Россия

Аннотация. Главная задача пчеловодов заключается в обеспечении увеличения пчелиной массы к началу медосбора и эффективного использования этого ресурса, что достигается за счет применения современных технологических при-

емов, нового оборудования и материалов. Во время цветения основных медоносных растений часть рабочих пчел занята сбором нектара, а значительная доля семей сосредоточена на выкармливании расплода. Наша работа посвящена исследованию возможности высвобождения части пчел, участвующих в уходе за расплодом, с целью их переориентации на сбор нектара. В ходе проведения исследований было выявлено, что семьи с полной изоляцией матки лучше использовали интенсивный весенний медосбор. Однако отмечено, что такой подход привел к некоторой деградации семей к концу сезона, и к зиме пчелы оказались менее подготовлены. Тем не менее, технология полного изолирования матки перед основным медосбором может эффективно применяться в регионах со слабой медоносной базой.

Ключевые слова: *пчеловодство, медосбор, изоляция матки, продуктивность семей, кочёвка пчел.*

Рациональный выбор методик содержания семей, поддерживаемый современным оборудованием и технологиями, является определяющим фактором роста и продуктивности пчелиных семей за сезон [5, 7]. Жизненный цикл пчелы зависит от сезона и делится на периоды активности и покоя, обусловленные природными условиями. Зимой численность пчел в семьях минимальна из-за того, что матка не откладывает яйца в этот период, а пчелы, родившиеся летом и осенью, постепенно отмирают. С началом весны матка возобновляет яйцекладку, а через 21 день возникают молодые особи, что стабилизирует численность имаго в семье.

Зимние пчелы способны вырастить лишь одну рабочую особь для замены себя, что связано со снижением активности желез, вырабатывающих маточное молочко. Полноценное развитие семьи происходит тогда, когда зимние пчелы уступают место весенним поколениям, которые в свою очередь могут вырастить уже четыре новые особи себе на замену. В фазе активного весенне-летнего развития семья пчел увеличивается в геометрической прогрессии: количество молодых особей значительно превышает число погибших за зиму и к пику развития семьи может достигать 80000 рабочих особей. В период основного медосбора численность лётных пчел уменьшается из-за высокой нагрузки по выкармливанию расплода и переработке нектара в мед, что сокращает продолжительность их жизни. Для успешной зимовки, к осени численность рабочих особей слегка восстанавливается, а мужские особи изгоняются из улья. Этот жизненный цикл позволяет оптимизировать процесс формирования медовых запасов а так же способствует экономии кормов в суровых зимних условиях [1, 2, 4].

На практике в Волгоградской области в условиях кочевых пасек нами преимущественно использовались ульи системы Дадана. Эта конструкция позволяет эффективно управлять развитием семей в весенне-летний период за счет вертикального расширения. Ульи данной системы подходят как для начинающих, так и для опытных пасечни-

ков. Они особенно актуальны в условиях умеренного и континентального климата. Зимой пчелы формируют клуб в гнездовом корпусе; ближе к весне их рекомендуется подкормить. После наступления тепла производится проверка семей и их выставка на пасеку. Затем в ульи вставляют рамки с сушью для нового расплода, а позже добавляют вощину. По мере усиления колонии пчеловод устанавливает надстройки – магазины с полурамками или дополнительные корпуса с рамками. Пчелы активно заготавливают мед на зиму, наполняя соты. Как только медовые запасы запечатываются восковыми крышечками, корпуса или магазины извлекаются и заменяются новыми. Таким образом производится сбор меда и других продуктов пасеки [3, 6].

Цель наших исследований заключалась в оценке эффективности полной изоляции матки перед основным медосбором для освобождения части пчел от ухода за расплодом и последующей их переориентации на сбор нектара.

Учет медопродуктивности проводился после окончания медосбора путем взвешивания изъятых медовых рамок на электронных весах с вычетом 0,5 кг (приблизительный вес деревянной рамки и восковых сот). Развитие семей оценивалось на основе их осмотра. Сила семьи определялась количеством рамок, плотно обсиженных пчелами с обеих сторон сот. Яичная продуктивность матки за сутки измерялась согласно общепринятой методике на основе оценки площади сот с печатным расплодом. Для этого использовались лекала с металлической сеткой (размер ячеек – 5 × 5 см). После подсчета общего количества квадратов с печатным расплодом в семье результат умножали на 100 (каждая ячейка рамки площадью 25 см² содержит около 100 пчелиных ячеек) и делили на 12 (продолжительность стадии закрытого расплода рабочих пчел в днях).

Схема проведения данного исследования представлена на рисунке 1.

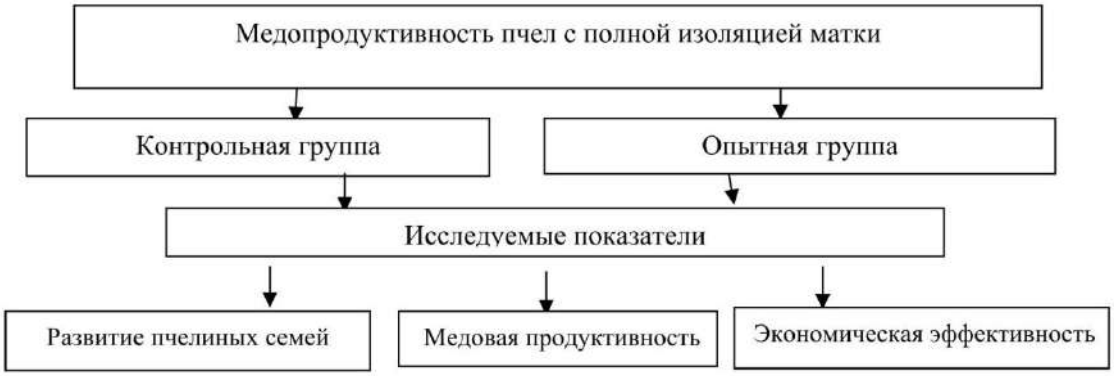

Рисунок 1 – Схема проведения исследований

Результаты наших исследований по развитию пчелиных семей представлены на рисунке 2.

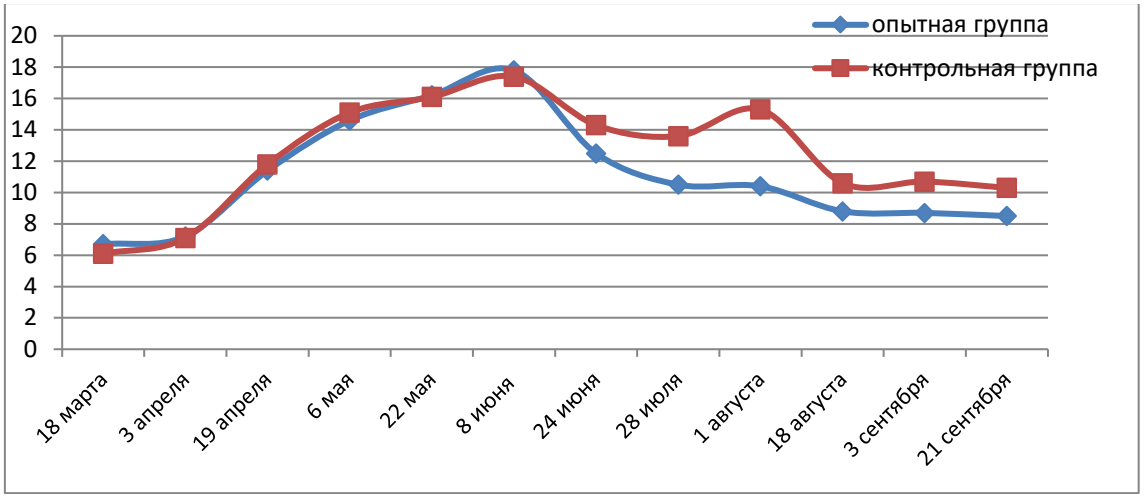

Рисунок 2 – Результаты исследований по развитию пчелиных семей

При анализе данных, представленных на рисунке 2, было зафиксировано, что в период весеннего развития пчелиных семей динамика роста численности опытных и контрольных групп оставалась практически идентичной. К началу основного медосбора сила семей обоих групп достигала примерно 16 рамок. Однако спустя 32 дня после изоляции маток в экспериментальных семьях численность резко сократилась до 12,5 рамок. Это связано с недостаточным восполнением численности пчел, погибших во время медосбора. Несмотря на то, что изоляция маток завершилась на 28-й день, восстановить прирост численности пчел в экспериментальных семьях до уровня контрольных не удалось. В результате, к зимовке экспериментальные семьи вошли в несколько ослабленном состоянии.

Таблица 1 – Медовая продуктивность пчелиных семей (n=5)

Группа	Количество стандартных соторамок с медом, шт.	Получено товарного меда, кг
Опытная	14,8±0,74	54,6±3,22
Контрольная	11,7±0,62	43,7±3,16

При анализе продуктивности пчелиных семей, представленной в таблице 2, выявлено, что экспериментальные группы, в которых применялась полная изоляция маток, демонстрировали более высокую медовую продуктивность. В данных группах на откачку было выделено в среднем 14,8 рамок с медом, тогда как в контрольных семьях этот показатель составил лишь 11,7 рамки. Данный результат обусловлен тем, что летная пчела экспериментальных групп была полностью сосредоточена на сборе нектара ранних медоносов, таких как акация. В контрольных группах часть ресурсов пчел была направлена на выращивание расплода, что ограничило их возможности по сбору меда и отрицательно сказалось на показателях продуктивности. Более высокий уровень эффективности экспериментальных групп также под-

тверждается количественными данными: они собрали на 10,9 кг (или 19,9 %) больше меда по сравнению с контрольными семьями, где аналогичная технология не применялась.

Экономическая целесообразность введения технологии полной изоляции матки и её влияние на производство меда рассматривается в таблице 2, где представлены соответствующие расчеты и показатели экономической выгоды от данной методики.

Таблица 2 – Экономическая эффективность производства меда

Показатели	Опытная	Контрольная
Цена реализации за кг, руб.	470	470
Полные издержки, руб.	300	300
Прибыль на 1 кг, руб.	170	170
Получено товарного мёда с 1 семьи, кг	54,6	43,7
Прибыль в расчете на 1 семью, тыс. руб.	9282	7429

При оценке показателей экономической эффективности было установлено, что изоляция матки перед началом основного медосбора при одинаковых затратах позволила получить больше товарного меда. При стоимости реализации меда в 470 рублей за килограмм разница в доходах между контрольной и опытной группами составила 1853 рубля на семью.

Исследования показали, что семьи с дополнительным высвобождением летных пчел через изоляцию матки лучше использовали ранние источники нектара. Однако длительная изоляция может привести к чрезмерному ослаблению семей и даже гибели маток. Вдобавок, в конце лета и осенью такие семьи развивались медленнее и подходили к зимовке в более слабом состоянии. Поэтому метод полной изоляции матки рекомендуется применять в регионах с ограниченной медоносной базой, где основной взяток бывает кратковременным, но интенсивным.

Список использованной литературы

1. Баландин В. С. Влияние пенополистироловых ульев на жизнедеятельность пчелиной семьи // Российская наука в современном мире: сборник статей XVI международной научно-практической конференции. Москва, 2018. С. 2-4.

2. Волков С. А. Зимовка пчел в синтетических ульях в Западной Сибири // Пчеловодство. 2015. № 2. С. 12-13.

3. Кашковский В. Г., Волков С. А. Выбор улья для пасек Западной Сибири // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 4. С. 51-53.

4. Крутоголов В. Д. Технология содержания пчел // Пчеловодство. 2014. № 3. С. 30-32.

5. Налецкий М. М. Содержание пчел в многокорпусных ульях // Пчеловодство. 2014. № 8. С. 37- 40

6. Филиппов В. С. Содержание пчел в теплых ульях // Пчеловодство. 2020. № 4. С. 36-39.

7. Чучунов В. А., Радзиевский Е. Б., Злепкин В. А., Коноблей Т. В., Радзиевская Ю. В. Экономическая эффективность лечения медоносных пчел от варроатоза при ведении органического животноводства // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 3 (63). С. 300-311.

УДК 638.124.228

ВЛИЯНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ УЛЬЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЧЕЛОВЕДЕНИЯ

Чучунов В. А., *канд. биол. наук, доцент*
Тарасов Л. П., *магистр*
Сотников А. С., *магистр*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Повышение эффективности пчеловодства, как и любой отрасли, достигается за счёт совершенствования технологических процессов. Известно, что пчелиные семьи, которые интенсивно развиваются весной и быстрее достигают оптимальной силы, способны продуктивнее использовать ранние медоносные растения. Для стимуляции яйценоскости матки и ускоренного наращивания пчеломассы в ранневесенний период пчеловоды применяют приёмы, направленные на поддержание благоприятного микроклимата в улье (утепление гнезда) и обеспечение достаточных кормовых запасов. Утепление помогает удерживать внутри улья постоянную температуру и влажность, снижая потери тепла, при хорошем утеплении пчелиная семья расходует меньше мёда и перги на поддержание тепла. Это снижает риск гибели от голода в конце зимы и позволяет сохранить запасы до начала весеннего взятка. В известных проведённых исследованиях оценивалась результативность применения автоматизированной системы регулируемого обогрева пчелиного гнезда. Система функционирует с учётом степени развития семьи и ее биологическими потребностями: термодатчики фиксируют температуру в зоне расплода, а термореле, настроенное на оптимальные параметры, включает или отключает нагревательные элементы при необходимости. Эксперименты показывали, что использование такой системы способствовало более интенсивному развитию семей: яйценоскость маток в опытных ульях была выше на 19,9-144,6 %, что обеспечило более ранний выход на пик развития и эффективное использование ранних нектароносов. В результате опытные семьи собрали на 38 % больше товарного мёда.

Ключевые слова: *пчёлы, пчелиные семьи, эффективность использования пчёл, ранние нектароносы.*

После продолжительной, зачастую суровой и энергетически затратной зимовки пчёлы постепенно переходят к активной фазе восстановления и перестройки жизнедеятельности. Их первоочередной задачей становится создание внутри улья таких условий, которые можно считать оптимальными для включения матки в процесс интенсивной яйцекладки. Этот ранневесенний период представляет собой один из наиболее ответственных и уязвимых этапов годового цикла,

поскольку именно в это время пчелиная семья сталкивается с повышенными рисками. Малейшие температурные колебания, нарушение стабильного микроклимата, недостаток кормовых запасов или длительное отсутствие благоприятной погоды способны заметно ослабить семью и существенно снизить её продуктивный потенциал [4].

Ранневесеннее развитие пчёл тесно связано с качеством кормов, оставленных в улье на зимовку. Питательная ценность мёда и перги оказывает существенное влияние на способность пчёл восстанавливаться после зимнего периода. При наличии в мёде падевых примесей, повышенной влажности или следов брожения возрастает нагрузка на пищеварительную систему насекомых, что может усугублять течение латентных заболеваний и способствовать развитию нозематоза. Поэтому важным аспектом подготовки семей к зиме является контроль качества кормов, что во многом определяет успешность весеннего наращивания силы [3, 7].

Стремясь компенсировать воздействие внешней среды, пчёлы активно регулируют температурные параметры гнезда. Они повышают температуру в расплодной зоне до значений, необходимых для нормального развития яиц и личинок. Поддержание такого режима требует значительного расхода мёда – основного углеводного корма, который служит главным источником энергии для всех жизненных процессов. Параллельно возрастает потребность в белковых кормах, прежде всего в перге. Без неё невозможно полноценное производство маточного молочка – высокопитательной субстанции, необходимой для выращивания личинок на ранних стадиях развития. Повышенная активность желез внутренней секреции, ускорение обменных процессов и общая мобилизация физиологических ресурсов приводят к увеличению нагрузки на пищеварительную систему пчёл [1, 2, 6].

Дополнительной сложностью является состояние улья после зимовки. Недостаточная вентиляция, чрезмерная влажность или повреждение сот могут вызвать переохлаждение расплода или создать неблагоприятные условия для поддержания стабильной температуры. Скопление конденсата внутри улья снижает качество кормов, а в отдельных случаях приводит к образованию плесени. Применение автоматических систем подогрева позволяет нивелировать такие риски, создавая стабильный тепловой фон независимо от внешних условий [4, 5].

При затяжной и холодной весне ситуация усложняется тем, что пчёлы длительное время не имеют возможности провести очистительный облёт. Ректальные железы, отвечающие за выделение фермента каталазы, перестают справляться с нагрузкой, что приводит к переполнению кишечника. Это вызывает опоношивание гнезда, ухудшение санитарного состояния улья и ослабление семьи. В особо тяжёлых случаях наблюдается гибель значительной части зимующих пчёл, что резко снижает способность семьи к весеннему развитию.

Определённую роль играет и состояние микрофлоры кишечника пчёл. Сбалансированная микрофлора способствует лучшему перевариванию кормов и повышению устойчивости к инфекциям. Снижение её стабильности приводит к дисбактериозам, которые ухудшают способность пчёл перерабатывать мёд и пергу. Обеспечение семьи качественными кормами и создание благоприятного температурного режима позволяют сохранить физиологическое здоровье пчёл в критический период.

Значительная доля потерь пчелиных семей приходится не на зимовку как таковую, а именно на период между началом яйцекладки маткой и первым полноценным весенним облётом. Пока семья не нарастит достаточную пчеломассу, ей трудно поддерживать оптимальные параметры температуры и влажности в зоне расплода. Ослабленные семьи, имеющие недостаточные кормовые запасы и малое количество молодых пчёл, без вмешательства пчеловода не способны развиваться с оптимальной скоростью и эффективно использовать ранние медоносы. Кроме того, весенний стресс нередко усугубляется присутствием заболеваний: варроатоза, нозематоза и вирусных инфекций, что дополнительно снижает силу семьи.

Важным аспектом ранневесеннего периода является также изменение структуры поведения пчелиной семьи в зависимости от силы и состояния матки. Матки, ослабленные зимовкой или имеющие физиологические дефекты, демонстрируют меньшую активность и позднее приступают к откладыванию яиц. Это неминуемо ведёт к задержке в формировании раннего расплода. В свою очередь, поздний расплод означает, что в период появления первых медоносов семья ещё не обладает достаточной количеством рабочих пчёл, способных активно участвовать в сборе нектара и пыльцы. Таким образом, даже незначительные задержки в весеннем развитии могут привести к существенным потерям товарного мёда. В условиях современных климатических колебаний, когда весна зачастую характеризуется короткими периодами активного цветения и резкими температурными скачками, время реакции семьи на потепление становится критически важным. Следовательно, обеспечение матке комфортного теплового режима с помощью автоматического подогрева гнезда не только стимулирует её яйценоскость, но и способствует синхронизации развития семьи с началом медосбора.

Особое значение в этот период приобретает состояние молодых пчёл-кормилиц, которые обеспечивают кормление личинок. Их способность активно вырабатывать маточное молочко зависит как от качества белковых кормов, так и от температуры в зоне расплода. Если условия недостаточно благоприятны, железы гипофарингеальные у молодых пчёл развиваются медленнее, что приводит к ухудшению ка-

чества питания личинок. Это в долгосрочной перспективе отрицательно сказывается на продуктивности семьи, поскольку взрослые пчёлы, выросшие при недостатке питательных веществ или при температурных колебаниях, оказываются менее приспособленными к интенсивной работе в период основного взятка. Стабильность теплового режима, в свою очередь, способствует формированию сильных и физиологически полноценных особей, что является залогом устойчивого роста семьи.

Ослабленные семьи особенно подвержены колебаниям микроклимата. Даже кратковременное снижение температуры внутри гнезда способно вызвать охлаждение расплода, что приводит к задержке его развития или гибели части личинок. В таких условиях пчёлы вынуждены тратить дополнительные силы на поддержание температуры, ограничивая свою активность во внешней среде. Нехватка рабочих пчёл приводит к снижению эффективности сбора пыльцы – важнейшего компонента белкового питания. В результате формируется замкнутый круг: недостача корма тормозит развитие молодых пчёл, а слабое развитие не позволяет эффективно собирать корм. Автоматические системы подогрева уменьшают риск возникновения такого замкнутого круга, поддерживая микроклимат на уровне, достаточном для стабильного роста пчеломассы.

Немаловажную роль играет грамотная работа пчеловода по ранневесеннему расширению гнезда. Слишком раннее расширение приводит к переохлаждению расплода, а чрезмерное запаздывание – к ограничению яйценоскости матки. Введение автоматического подогрева позволяет сместить сроки расширения гнезда на более ранний период, поскольку риск переохлаждения существенно снижается, а температурный режим остаётся стабильным и благоприятным. Это особенно важно в условиях регионов, где первые тёплые дни могут резко сменяться ночными заморозками.

На практике весеннее стимулирование часто сводится к простому утеплению гнезда. Однако применение электрообогрева – более сложная технология, требующая учёта индивидуальных особенностей каждой семьи. Неконтролируемый или чрезмерный нагрев способен нарушить естественный микроклимат, вызвать дисбаланс в поведении пчёл, привести к перегреву расплода и быстрому расходу кормов. Поэтому системы подогрева должны быть оснащены датчиками и автоматическими регуляторами, которые обеспечивают точное поддержание заданной температуры.

Современные системы обогрева становятся всё более энергоэффективными. Использование низковольтных нагревательных элементов, минимального энергопотребления и термостатического контроля позволяет снижать затраты на электроэнергию, делая технологию до-

ступной даже для небольших пасек. Это способствует расширению практики применения автоматического подогрева и повышению продуктивности пчеловодческих хозяйств.

Правильность выбранной технологии была подтверждена исследованиями, проведёнными на пасеке Волгоградской области. Формирование опытных и контрольных групп осуществлялось по принципу пар-аналогов. Для опытных семей в ульях установили термодатчики, расположенные в верхней части расплодной зоны. Данные поступали на термореле, которое активировало нагревательные элементы при понижении температуры и отключало их при достижении заданного уровня. Контрольные семьи получали лишь традиционное утепление.

Результаты эксперимента показали, что семьи с автоматическим подогревом развивались более интенсивно. Матки проявляли повышенную яйценоскость, достигали пиковых значений кладки раньше, а семьи быстрее наращивали пчеломассу. Это обеспечивало лучшую терморегуляцию, более качественный уход за расплодом и эффективное использование ранних взятков. Количество полномёдных рамок, полученных с таких семей, в среднем достигало 11,8, в то время как контрольные семьи обеспечивали лишь 6,8 рамок, что соответствует увеличению продуктивности на 38 %.

Экономический анализ также подтвердил эффективность системы. Несмотря на некоторое увеличение затрат в опытных группах на 34 рубля, прибыль от каждой семьи выросла в среднем на 547,8 рубля при цене реализации мёда 370 рублей за килограмм. Снижение уровня рентабельности на 18,1 % оказалось компенсировано высоким объёмом товарного мёда и уменьшением косвенных потерь.

Дополнительным преимуществом использования автоматического подогрева является снижение подмора и улучшение общей санитарии семьи. Благодаря комфортным условиям зимующие пчёлы меньше изнашиваются, что положительно сказывается на их продолжительности жизни. Это приводит к тому, что весной в улье остаётся больше сильных и жизнеспособных особей, способных обслуживать расплод и поддерживать интенсивный рост семьи.

Не менее важным является влияние тепловой стабилизации на качество выводимого расплода. При оптимальной температуре личинки развиваются быстрее и равномернее, реже подвергаются стрессам и лучше переносят неблагоприятные внешние воздействия. Это приводит к формированию более сильных молодых рабочих пчёл, обладающих высоким уровнем ферментативной активности и повышенной работоспособностью. Такие пчёлы более эффективно посещают цветущие растения, лучше ориентируются в пространстве и проявляют более выраженный инстинкт возвращения в улей.

В более широком контексте применение автоматического подогрева гнезда может рассматриваться как важный элемент модернизации отрасли. В условиях глобального изменения климата, учащения аномалий погоды и неоднородности температурных режимов в период весны технологии поддержания микроклимата внутри улья приобретают особую значимость. Прогнозы показывают, что в будущем пчеловодам придётся сталкиваться с всё более нестабильными климатическими условиями, что делает внедрение автоматизированных систем не только желательным, но и необходимым шагом для сохранения пчелиных семей.

Кроме того, развитие технологий мониторинга открывает возможности для создания комплексных интеллектуальных систем контроля. Ульи, оснащённые датчиками влажности, температуры, CO_2, акустической активности и весовыми платформами, могут в режиме реального времени передавать данные на мобильные устройства пчеловода. Интеграция таких систем с автоматическим обогревом позволит точно регулировать условия развития семьи и предупреждать риски ещё до появления видимых признаков неблагополучия.

Таким образом, использование автоматической системы регулирования теплового режима в гнезде пчёл в ранневесенний период способствует ускорению темпов развития семей, улучшению их физиологического состояния и существенному повышению медовой продуктивности. Технология обладает высокой практической ценностью, снижает потери пчелиных семей, способствует устойчивости пасеки к климатическим факторам и может стать ключевым элементом современного высокопроизводительного пчеловодства.

Список использованной литературы

1. Астафьев Н. П. И. Прокопович о способах содержания пчел // Пчеловодство. 2021. № 1. С. 60-61.

2. Ветошкин С. П. Автоматизация процессов в пчеловодстве: современные решения и перспективы // Аграрная наука. 2020. № 4. С. 78-81.

3. Губин Б. А. Микроклимат улья и его влияние на развитие пчелиных семей // Пчеловодство. 2019. № 5. С. 12-15.

4. Кривцов Н. И. Особенности весеннего развития пчелиных семей в условиях нестабильного климата // Актуальные вопросы апицидоведения. Волгоград, 2021. С. 44-47.

5. Крутоголов В. Д. Технология содержания пчел // Пчеловодство. 2014. № 3. С. 30-32.

6. Полещук А.Г. Биология медоносной пчелы и основы пчеловодства. Москва: Колос, 2018. 215 с.

7. Чучунов В. А., Злепкин В. А., Радзиевский Е. Б., Коноблей Т. В., Самойлова Т. С., Горбунов А. В. Сравнительный анализ использования ульев из пенополистирола и дерева // Пчеловодство. 2022. № 7. С. 22-24.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В АПК, НАУКЕ, БИЗНЕСЕ, ОБРАЗОВАНИИ

УДК 338.43

РИСКИ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОЦЕНКИ ВНЕОБОРОТНЫХ АКТИВОВ В АПК: НОРМАТИВНЫЙ ПОДХОД И ПРАКТИКА

Ал-Бирмани Сармад Мохаммед Омран, *студент*
Моргачев И. В., *д-р экон. наук, профессор*
Михайличенко С. С., *студент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотренные в статье концепции оценки внеоборотных активов позволяют изучить методологические подходы к оценке основных средств в различных государствах. Это поможет заимствовать успешный опыт для развития собственных стандартов бухгалтерского учета и привлечения иностранных инвестиций при помощи создания удобных экономических условий.

Ключевые слова: *внеоборотные активы, оценка внеоборотных активов, методы оценки активов, нематериальные активы, основные средства, первоначальная стоимость, остаточная стоимость, рыночная стоимость.*

Значительную часть внеоборотных активов в агропромышленном комплексе (АПК) составляют основные средства организации, которые оказывают влияние на качественные показатели эффективности организации. Внеоборотные активы являются материальной основой производственного процесса и ключевым фактором, определяющим экономический потенциал любой организации, в том числе в агропромышленном комплексе (АПК). Для сельскохозяйственных предприятий к ним относятся земельные участки, специализированная техника (комбайны, тракторы), системы мелиорации, фруктовые сады, животноводческие комплексы, элеваторы и склады. Эффективное управление этими активами напрямую влияет на финансовую устойчивость, конкурентоспособность и инвестиционную привлекательность компании.

Применение верного способа первоначальной оценки и последующей переоценки влияет на процесс управления внеоборотными активами организации с целью их использования в полном объеме. В последние десятилетия такие способы учета полностью цифровизированы, что существенно облегчает работу аналитика и бухгалтера.

Актуальной проблемой является изучение и корректировка рискованных способов оценки основных средств, что приводит к формированию недостоверных данных об экономическом потенциале организации. Актуальность темы также обусловлена двойственным вызо-

вом, стоящим перед современным АПК. С одной стороны, это необходимость следования усложняющимся стандартам бухгалтерского учета и отчетности. С другой – объективная потребность в цифровой трансформации всех бизнес-процессов, включая оценку и управление активами. Традиционные методы оценки, основанные на эпизодических переоценках, зачастую приводят к формированию недостоверных данных о реальной стоимости активов, что искажает финансовую отчетность, затрудняет получение кредитов и привлечение инвестиций. Цифровизация предлагает инструменты для перехода к более точной, оперативной и обоснованной оценке, однако этот процесс сопряжен с новыми рисками, требующими изучения и управления.

Цифровизация как явление становится ключевым элементом современного общества в целом и АПК в частности. Следует отметить, что учет внеоборотных активов не является основным направлением цифровизации в отрасли. Однако оно также присутствует, создавая дополнительные выгоды и риски.

Дополнительные выгоды и минусы цифровизации АПК являются важными факторами, которые следует тщательно анализировать при внедрении цифровых решений в хозяйстве. Также важно учитывать и риски, которые безусловно будут сопутствовать исследуемому процессу.

К сожалению, цифровизация методов учета активов в АПК не позволит ни повысить урожайность сельскохозяйственных площадей, ни прирост веса сельскохозяйственных животных. Поэтому экономическая оценка эффективности внедрения соответствующих решения всегда была проблематичной и сталкивалась с риском неверных выводов. Такие риски могут быть обусловлены не только недостатком данным относительно применения классических концепций оценки эффективности, но и доминированием определенных традиций, исторически действующих на тех или иных территориях.

Несмотря на значительное число научных работ по направлению цифровой трансформации в АПК как, например, [1-10], проблематика рисков соответствующей трансформации еще имеет резервы для дальнейших разработок.

Современные цифровые решения позволяют использовать искусственный интеллект и технологии обработки больших данных, однако в практике учета активов в АПК это еще только имеет начальные стадии реализации.

Практика цифровизации учета активов в АПК должна базироваться на действующих в стране нормативах. Но риски исследуемого процесса могут крыться в реформах, когда новые нормативы содержат не до конца понятные элементы.

В России за последнее пятилетие произошло две реформы стандартов оценки основных средств, в 2018 году принято Положение по бухгалтерскому учету "Учет основных средств" (ПБУ 6/01), которое предусматривало возможность переоценки основных средств, а также ограничивало количество переоценок основных не больше одного раза в год.

В 2020 году приняты новые правила оценки и переоценки основных средств, которые отражены в Федеральном стандарте бухгалтерского учета ФСБУ 6/2020 "Основные средства". На международном уровне регулирование указанного экономического процесса осуществляется положениями Международного стандарта финансовой отчетности (IAS) 16 "Основные средства".

Для сравнения, учет основных средств в экономике Республики Ирак регламентируется в Федеральном законе – Системе единого учета, однако его положения носят общий характер и недостаточны для современного бухгалтерского учета.

Российская концепция к оценке внеоборотных активов сформулирована в ФСБУ 6/2020 "Основные средства" и предоставляет субъекту добровольный выбор вида ведения бухгалтерского учета основных средств с переоценкой или без нее в отношении каждой группы основных средств. При ведении бухгалтерского учета основных средств без переоценки себестоимость актива с момента признания остается неизменной.

В случае ведения бухгалтерского учета основных средств с переоценкой активов необходимо провести пересчет себестоимости и сумму амортизации на дату переоценки для достижения совпадения балансовой и рыночной стоимости актива. Федеральный стандарт устанавливает три способа проведения пересчета себестоимости и накопленной амортизации:

1) пропорциональный способ;

2) способ изменения амортизации;

3) способ обнуления амортизации.

ФСБУ 6/2020 "Основные средства" ввел значительные изменения в бухгалтерский учет основных средств:

- основным подходом первоначальной оценки закрепляется признание по себестоимости;

- закреплены единые стандарты для бухгалтерского учета оценки основных средств для коммерческих и некоммерческих организаций;

- требование о применении подхода рыночной стоимости для определения первоначальной стоимости основных средств, поступивших в обмен на недежные активы, а также полученные некоммерческой организацией от акционеров и собственников или в качестве целевого финансирования.

Международная концепция учета и оценки внеоборотных активов представлена в Международном стандарте финансовой отчетности 16 «Основные средства». В соответствии с МСФО 16 стоимость внеоборотных активов может оцениваться по нескольким видам:

1) по первоначальной стоимости в случае первоначального признания;

2) по первоначальной стоимости за вычетом сумм накопленной амортизации и накопленных убытков от обесценения после признания в качестве актива внеоборотных средств;

3) по переоцененной стоимости после признания актива внеоборотным средством с возможностью объективной оценки его справедливой стоимости.

В исламских странах сформировалась иная концепция к оценке внеоборотных активов под влиянием религиозных норм. В исламе существует специальный обязательный налог для каждого мусульманина в пользу бедных – закят, который обязаны уплачивать также юридические лица. Активы предприятий помимо основных налогов облагаются дополнительно закятом, что налагает дополнительные условия на бухгалтерский учет в виде достоверной оценки активов и своевременной оплаты закят.

В отличие от западного подхода к оценке активов в исламской экономике применяют оценку стоимости активов по текущей рыночной стоимости. Влияние религии на стандарты бухгалтерского учета вносит коррективы и существенные риски в учет активов предприятия, так как уплата закята является важной частью мусульманского общества.

Можно сделать вывод о схожести стандартов оценки основных средств, предусмотренных ФСБУ 6/2020 «Основные средства» в России и МСФО 16 «Основные средства» на международном уровне, что можно расценивать как снижающий риски фактор.

Стандарты же оценки внеоборотных активов в странах с исламской экономикой, в том числе Ирак, установлены в соответствии с традиционными религиозными нормами, что налагает некоторые ограничения и риски на методологию оценки и объектный состав внеоборотных активов.

В связи с развитием макроэкономических отношений актуальным представляется изучение особенностей различных подходов учета активов в целях совершенствования национальной экономики и привлечения иностранного капитала, а также обеспечения гибкости цифровизации ключевых практик учета.

Проведенный анализ демонстрирует, что современная оценка внеоборотных активов вышла за рамки чисто бухгалтерской процедуры и превратилась в стратегический процесс, тесно связанный с циф-

ровой трансформацией предприятия. Нормативная база, как в России (ФСБУ 6/2020), так и на международном уровне (МСФО 16), создает благоприятные условия для перехода к оценке по справедливой стоимости.

Для агропромышленного комплекка цифровизация оценки открывает уникальные возможности. Использование IT, спутникового мониторинга, больших данных и блокчейна позволяет перейти от субъективных и запаздывающих оценок к объективному, непрерывному и данные-ориентированному мониторингу стоимости ключевых активов: от земель и техники до многолетних насаждений. Это напрямую способствует повышению прозрачности, управляемости и, как следствие, инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных предприятий.

Однако путь цифровизации АПК сопряжен с комплексом рисков – технологических, кадровых, методологических и финансовых. Успешная цифровая трансформация процесса оценки требует от компаний АПК не только инвестиций в технологии, но и выработки комплексной стратегии управления этими рисками, включая развитие человеческого капитала и методологической базы. В перспективе дальнейшее развитие технологий, таких как цифровые двойники активов, позволит еще более точно моделировать и прогнозировать их стоимость, окончательно стирая грань между учетной и управленческой функциями оценки.

Список использованной литературы

1. Аблазов Н. Х. Исламская модель бухгалтерского учета: предпосылки возникновения и история развития // Наука, техника и образование. 2020. С. 60-67.

2. Антагонизм операционного и финансового рычага при повышении ключевой ставки Банка России на примере организаций АПК / И. В. Моргачев, К. Е. Токарев, Т. В. Даева [и др.] // Journal of Agriculture and Environment. 2024. № 9 (49).

3. Бадамшина В. Р. Основные средства как экономическая категория по международным стандартам финансовой отчетности // Налоги. 2014. N 4. С. 29-31.

4. Влияние ключевой ставки на финансирование оптимальной структуры капитала на примере агрохолдингов России / И. В. Моргачев, М. Н. Шевченко, Ю. В. Листопадова, Н. С. Панова // АПК: экономика, управление. 2025. № 3. С. 66-73.

5. Использование модели Дюпона для факторного анализа и таргетирования рентабельности собственного капитала агрохолдингов России / И. В. Моргачев, К. Е. Токарев, Н. С. Гавринева, З. Б. А. Аль-Джбури // Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени К. Л. Хетагурова. 2024. № 3. С. 186-198.

6. Мизиковский Е. А., Дружиловская Т. Ю. Методология формирования финансовой отчетности в системах российских и международных стандартов. Нижний Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета им. Н. И. Лобачевского, 2013. 308 с.

7. Моргачев И. В., Колпакова Е. А. Необходимость таргетирования рентабельности активов и собственного капитала на предприятиях АПК // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2023. № 5. С. 24-28.

8. Моргачев И. В., Антамошкина Е. Н., Гавринева Н. С. Оценка динамики кредиторской задолженности агрохолдингов Российской Федерации // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2024. Т. 10. № 1. С. 133-145.

9. Положения использования метода оценки финансового рычага для агрохолдингов Российской Федерации / И. В. Моргачев, Т. В. Даева, В. А. Мелихов [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19. № 3 (75). С. 137-145.

10. Экономические альтернативы организаций АПК в условиях роста ключевой ставки регулятора и отрицательности эффекта финансового рычага / И. В. Моргачев, К. Е. Токарев, В. И. Костенко, З. Б. А. Аль-Джбури // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2025. № 3. С. 64-71.

УДК 639.3.06+004.9

АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ АКВАКУЛЬТУРЫ

Арьков Д. П., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена проблема существующих рыбохозяйств заключающаяся в отсутствие комплексного подхода в модернизации производственных мощностей, применении современных информационно-коммуникационных систем и технологий. Выполнен обзор цифровых устройств мониторинга и управления, применяемых при выращивании в рыбоводстве и аквакультуре. Исследования рынка показали наличие датчиков и устройств мониторинга параметров рыбоводных хозяйств. Отечественные производители активно осваивают внутренний рынок сбыта, в связи политикой импортозамещения иностранной продукции, а также повышения цен у иностранных конкурентов.

Ключевые слова: *информационные технологии, цифровые технологии рыбоводства, мониторинг оборудования, аквакультура.*

Для обоснования рациональных параметров и режимов работы программно-аппаратных и технических средств для реализации цифровых технологий необходимо провести анализ существующих автоматических устройств и автоматизированных систем, используемых при выращивании рыбы в прудовых хозяйствах России и за рубежом.

Основные направления цифровизации:

– автоматизация процессов мониторинга и сбора данных;
– управление оборудованием и роботизация;
– учет и контроль на предприятии;
– управление на основе данных, аналитика;
– взаимодействие между задействованными системами и обмен данными;
– обеспечение безопасности и защиты предприятия.

Параметры рыбоводных хозяйств, которые мониторятся с помощью интеллектуальных систем, можно выделить следующие:

1. Технологические параметры – например, работа оборудования (двигателей, насосов, кормушек), расход электричества, освещенность и др.

2. Параметры водной среды. Чаще всего концентрируются на нескольких базовых параметрах: это температура воды, кислотность и уровень кислорода. В целом, чем больше мы собираем информации о том, в каких условиях выращивается рыба, тем более эффективно можно управлять этими процессами, в том числе, контролировать прирост биомассы, уменьшать заболеваемость.

3. Поведенческие параметры рыбы. В основном, мониторинг данных в этом случае проводится вручную, но сейчас этот процесс также возможно автоматизировать с помощью видеоаналитики в прудах. Для этого на устанавливается специальное оборудование – подводные видеокамеры и стереокамеры. На основании данных, поступающих с камер, с помощью методов искусственного интеллекта и машинного обучения детектируется рыба в кадре и проводится оценка линейных размеров рыбы, что позволяет проанализировать прирост биомассы.

Кроме того, можно отслеживать совокупные поведенческие характеристики в пруду, например, среднюю скорость и направление движения. Если поведенческий портрет рыб меняется и при этом не было внешних факторов, которые могли повлиять на эти параметры (время кормления не наступало, не менялась освещенность и т.д.), можно сделать вывод, что есть определенные внутренние причины изменений и с помощью систем исследовать причину событий.

Сравнительные характеристики наиболее распространённых датчиков и устройств представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика иностранных и Российских аналогов цифровых устройств, применяемых при выращивании аквакультуры

Основные характеристики:	DS18B20 – высокоточный цифровой датчик температуры
Диапазон: -55.. 125°C	
Точность: 0.5°C	
Разрешение: 9.. 12 бит (0.48.. 0.06°C)	
Питание: 3-5.5V	
Период выдачи результата: 750 мс при точности 12 бит 94 мс при точности 9 бит	
Интерфейс связи: 1-Wire (OneWire)	
Корпус: TO-92, SOIC-8 или герметичное исполнение	
Основные характеристики:	Контактный датчик температуры Pt1000
Чувствительный элемент Pt1000, класс A или B	
Корпус из нержавеющей стали	
Класс защиты IP68	
Произведено в РОССИИ	
Гарантия 5 лет	
Чувствительный элемент Pt1000, класс A или B	

Продолжение таблицы 1

Датчик pH воды		
Габариты:	Диаметр 12 мм, длина 160 мм	Датчик pH воды XR1
Монтаж:	PG13.5 наружная резьба	
Материал:	Пластиковый корпус	
Диапазон:	pH 4 до pH 10	
Точность:	< +-2 % ВПИ	
Температура:	0-40°C	
Энергопотребление:	< 1 Вт	
Длина кабеля:	1 + 5 м	
Класс защиты:	IP 68 (электрод), IP 67 (остальные части)	
Вес:	0.47 кг	
Промышленный pH-метр ПАИС-01pH предназначен для производственного контроля активности ионов водорода (pH) в технологических жидкостях на предприятиях тепловой и атомной энергетики, в пищевой, химической, целлюлозно-бумажной, нефтеперерабатывающей промышленности и др. отраслях народного хозяйства.		Промышленный pH-метр ПАИС-01pH
Датчик растворенного кислорода O2S		
Габариты:	Диаметр 12 мм, длина 92 мм	Датчик растворенного кислорода O2S
Материал корпуса:	Нержавеющая сталь 1.4435	
Диапазон:	0-20 мг O_2 на л, 0-200 % насыщение / 0°-40°C	
Точность:	O_2: < 1 % ВПИ, Температура: < ±1°C	
Время отклика:	T_{90} < 30 с	
Энергопотребление:	<< 1 Вт	
Длина кабеля:	10 м	
Класс защиты:	IP 68	
Производитель Мераприбор		АКВА МП-400.010
Принцип измерения Оптическое посредством люминесценции		
Диапазоны измерений от 0,00 до 20,00 мг/л / 20,00 ч./млн		
Материал Нержавеющая сталь 316L		
Точность +/- 0,1 мг/л, +/- 0,1 ч./млн, +/- 1 %		
Время отклика для 90 % значений менее 60 секунд		
Датчик уровня воды		
Габариты:	Диаметр 33 мм, длина 168 мм	Датчик уровня воды PS-19
Материал сенсора:	Нержавеющая сталь 1.4435	
Материал корпуса:	Полипропилен	
Диапазон:	0-300 мбар	
Точность:	< 1 % ВПИ	
Температура:	0-40°C	
Энергопотребление:	<< 1 Вт	
Длина кабеля:	7.5 м	
Совместимость:	Со всеми контроллерами SENECT	

Окончание таблицы 1

Класс защиты:	IP 68	
Габариты:	Диаметр 33 мм, длина 168 мм	Кондуктометрический трехэлектродный датчик уровня ОВЕН ДУ.3-0,5
Материал сенсора:	Нержавеющая сталь 1.4435	
Материал корпуса:	Полипропилен	
Диапазон:	0-300 мбар	
Точность:	< 1 % ВПИ	
Температура:	0-40°С	
Энергопотребление:	<< 1 Вт	
Совместимость:	Со всеми контроллерами SENECT	
Габариты:	265 х 254 х 127 мм	SENECT MONITOR 4
Питание:	85-265 В АС, 47-63 Гц	
Входные порты для датчиков:	4 х датчики SENECT	
Выходные порты:	Отсутствуют	
Сигналы для управления устройствами:	Отсутствуют	
Класс защиты:	IP54	
Передача данных:	802.11 b/g/n 2.4 ГГц WLAN, удаленный доступ	
Параметр (характеристика) регистратора РГ10	Значение параметра (характеристики)	Многоканальный видеографический регистратор РГ10
Аппаратные характеристики		
Процессор	MediaTek 4 × ARM Cortex™-A7 Core	
Частота, ГГц	1,3	
Графический процессор	ARM Mali-400	
Частота графического процессора, МГц	500	
Объем Flash-памяти (eMMC), ГБ	8	
Оперативная память (LPDDR3), ГБ	1	
Часы реального времени (RTC)	Есть, энергонезависимые	

Анализ рынка существующих аппаратных средств показал наличие датчиков и устройств мониторинга параметров рыбоводных хозяйств. На данный момент отечественные производители активно осваивают внутренний рынок сбыта, в связи политикой импортозамещения иностранной продукции, а также повышения цен у иностранных конкурентов. В перспективе прогнозируется еще большее усиление доли отечественных производителей на внутреннем рынке.

Заключение. Исследования рынка показали наличие датчиков и устройств мониторинга параметров рыбоводных хозяйств. Отечественные производители активно осваивают внутренний рынок сбыта, в связи политикой импортозамещения иностранной продукции, а также повышения цен у иностранных конкурентов.

Список использованной литературы

1. Арьков Д. П., Матвеев А. С. Подходы к реализации автоматизированной системы удаленного управления теплицами "умная теплица" // Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2019. Т. 3. С. 454-459.

2. Выращивание сеголетков стерляди (Acipenser ruthenus L.) и их альбиносов в установке с замкнутым циклом водоснабжения при использовании кормов разной питательной ценности / М. А. Маммаев, Н. И. Рабазанов, М. К. Мирзаханов [и др.] // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2021. № 3 (182). С. 70-79.

3. Паспалакис С., Мойрогиоргу К., Папандрулакис Н. Автоматизированный контроль сети для рыбных клеток с использованием методов обработки изображений // IET Image Processing. 2020. № 14. Pp. 2028-2034.

4. Филипповская О. В. Продовольственная безопасность России в свете происходящих геополитических изменений // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2016. № 2 (335). С. 94-105.

5. Шаповаленко К. В., Греченева А. В., Котов Я. С. Аппаратно-программное обеспечение системы мониторинга качества водных ресурсов в задачах аквакультуры осетровых рыб // Известия ТулГУ. Технические науки. 2022. № 8.

6. Матишов Г. Г., Пономарев С. В., Пономарева Е. Н. Инновационные технологии индустриальной аквакультуры в осетроводстве. Ростов-на-Дону: Южный научный центр РАН, 2007. 368 с.

УДК 378.663+004.8

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНТЕГРАЦИИ ДИСЦИПЛИН ПО ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ АГРАРНЫХ ВУЗОВ

Арьков Д. П., *канд. техн. наук, доцент*
Ищанов Т. Р., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена проблема подготовки кадров для агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации. Проведен обзор методологических подходов к внедрению дисциплин, связанных с искусственным интеллектом, машинным обучением и нейронными сетями, в учебные планы аграрных университетов [3]. Обоснована необходимость междисциплинарной интеграции агрономических и IT-компетенций. Предложены модели сквозного обучения технологиям анализа данных.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, высшее аграрное образование, машинное обучение, нейронные сети, цифровые компетенции, методика преподавания, Agrotech.*

Стратегия цифровой трансформации сельского хозяйства требует коренного пересмотра подходов к подготовке специалистов [1]. Современный агроном, зоотехник или инженер АПК сталкивается с технологиями точного земледелия, беспилотными системами и сервисами предиктивной аналитики, в основе которых лежат алгоритмы искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (Machine Learning, ML) [2].

В условиях глобальных вызовов, стоящих перед продовольственной безопасностью, переход к концепции «Сельское хозяйство 4.0» становится безальтернативным. Интеллектуализация отрасли перестает быть лишь конкурентным преимуществом, трансформируясь в условие выживания агробизнеса. При этом наблюдается смещение фокуса с простой цифровизации (оцифровки полей, электронного документооборота) на глубокую автоматизацию принятия решений. Если раньше система мониторинга лишь сигнализировала агроному о проблеме, то современные AI-агенты способны самостоятельно предлагать сценарии реагирования, рассчитывая экономическую эффективность каждого шага. Это фундаментально меняет роль человека в системе управления: от оператора, вводящего данные, к аналитику, верифицирующему решения нейросети. Соответственно, образовательная парадигма должна сместиться от изучения интерфейсов программного обеспечения к пониманию логики алгоритмов.

Однако, анализ действующих образовательных программ показывает разрыв между потребностями рынка Agrotech и компетенциями выпускников. Цель данной работы – систематизировать методологические подходы к интеграции изучения ИИ в образовательный процесс аграрного вуза, обеспечивая баланс между фундаментальной подготовкой и прикладными навыками.

Текущее состояние и проблематика. Традиционная модель обучения в аграрных вузах часто ограничивается курсами базовой информатики, не затрагивая специфику Data Science. В то же время, согласно паспорту федерального проекта «Кадры для цифровой экономики», разработанному в рамках национальных целей развития [3], ключевым требованием становится умение работать со сквозными цифровыми технологиями.

Отдельного внимания заслуживает проблема готовности профессорско-преподавательского состава к преподаванию дисциплин нового технологического уклада. Зачастую наблюдается «цифровой разрыв» не только между рынком и вузом, но и внутри кафедр. Преподаватели классических аграрных дисциплин могут скептически относиться к «черному ящику» нейросетей, предпочитая традиционные методы диагностики и прогнозирования. Методическая задача вуза здесь – не просто внедрить новые курсы, а создать среду для повышения квалификации самих наставников, демонстрируя им, что ИИ не заменяет их экспертизу, а масштабирует её.

Основная методологическая проблема заключается в «двойной сложности»: студентам необходимо освоить сложный биологический базис (растениеводство, ветеринария) и одновременно погрузиться в математический аппарат нейросетей. Прямое копирование курсов с факультетов ВМК или физмата здесь неэффективно из-за высокой абстракции материала. Необходима адаптация контента под прикладные задачи АПК [4]. Кроме того, существенным барьером является отсутствие у студентов культуры работы с данными. В отличие от физико-математических направлений, где понятие чистоты эксперимента и валидности выборки прививается с первого курса, в аграрном образовании исторически превалировал описательный подход. Студенты часто не понимают, почему пропущенные значения в таблице урожайности или некорректная разметка фотографий болезней растений могут привести к фатальным ошибкам в работе модели. Поэтому интеграция ИИ требует предварительного формирования компетенций в области Data Engineering (инженерии данных).

Методологические подходы к интеграции ИИ. На основе анализа передового педагогического опыта можно выделить три уровня интеграции дисциплин по ИИ в учебные планы.

Уровень базовой цифровой грамотности (для всех направлений). На этом этапе, вместо абстрактного программирования, предлагается вводить модуль «Основы данных в АПК». Методика должна строиться на концепции Low-code/No-code, где студенты изучают принципы работы нейросетей на примере готовых облачных решений для распознавания образов (например, идентификация сорняков по фото) без глубокого погружения в код. Это формирует понимание возможностей технологии и снимает психологический барьер перед ИИ.

Уровень профессионального инструментария (для инженерных и экономических направлений). Здесь методология должна базироваться на проектном обучении (Project-Based Learning). Ключевым инструментом становится язык Python и библиотеки анализа данных (Pandas, Scikit-learn) [5]. Однако, в отличие от технических вузов, датасеты должны быть строго отраслевыми.

Примеры учебных задач:

- прогнозирование урожайности на основе исторических данных о погоде и внесении удобрений (регрессионный анализ);
- классификация типов почв по химическому составу (алгоритмы классификации);
- анализ динамики цен на сельхозпродукцию (анализ временных рядов).

Важным методическим аспектом на этом уровне является работа с «грязными» и неструктурированными данными, что максимально приближает учебный процесс к реальности. В лабораторных работах целесообразно использовать не идеально сбалансированные учебные датасе-

ты, а реальные выгрузки из систем управления стадом или метеостанций, содержащие пропуски, выбросы и шумы. Студенты должны научиться этапам препроцессинга: очистке данных, нормализации и аугментации (искусственному расширению выборки). Например, при обучении модели распознавания вредителей студентам предлагается самостоятельно дополнить датасет, поворачивая и зашумляя исходные фотографии, что повышает устойчивость будущей нейросети.

Уровень специализации (магистратура и аспирантура). Включает изучение архитектур глубокого обучения (Deep Learning) [6]. Методический акцент смещается на исследовательскую работу: сбор собственных данных (например, с БПЛА), разметку данных и дообучение нейросетевых моделей (Fine-tuning) для конкретных задач региона.

На уровне магистратуры также необходимо вводить элементы архитектурного проектирования AI-систем. Магистрант должен понимать не только как обучить модель, но и как встроить её в существующую IT-инфраструктуру сельхозпредприятия. Рассматриваются вопросы Edge Computing (граничных вычислений) – когда нейросеть работает не в облаке, а непосредственно на бортовом компьютере трактора или дрона в условиях отсутствия интернета. Это требует изучения методов оптимизации моделей (pruning, quantization) для их запуска на маломощных устройствах, что является критически важным навыком для современного Agrotech-инженера.

Сквозная интеграция и междисциплинарность. Эффективное преподавание ИИ невозможно в отрыве от профильных кафедр. Методически оправдано создание бинарных лекций и лабораторных работ, которые ведут два преподавателя: специалист по IT объясняет алгоритм работы сверточной нейросети (CNN), а преподаватель-агроном объясняет признаки заболеваний растений, которые сеть должна выявить. Такой подход решает проблему мотивации: студент видит не абстрактную «матрицу весов», а инструмент спасения урожая.

Технические и инфраструктурные аспекты. Для реализации описанных методик вузу необходимо создание цифровой песочницы (Sandbox) – изолированной среды с предустановленными библиотеками (TensorFlow, PyTorch) и, что критически важно, наборами «чистых» агрономических данных. Отсутствие качественных размеченных датасетов является одним из главных препятствий в обучении. В качестве методического решения предлагается вовлекать студентов в процесс сбора и разметки данных во время производственных практик, создавая тем самым уникальный цифровой актив университета.

Роль генеративных моделей в образовании. Отдельного внимания заслуживает методика использования генеративного ИИ (LLM) в обучении. Вместо запрета использования таких инструментов, необходимо учить студентов грамотному промпт-инжинирингу для реше-

ния профессиональных задач: генерации кода для обработки данных, составления аналитических справок по рынку или интерпретации сложных научных статей на иностранных языках.

Этические и правовые аспекты применения ИИ в АПК. Интеграция дисциплин по искусственному интеллекту будет неполной без рассмотрения этико-правового контура. В образовательные программы необходимо включить модуль, посвященный ответственности за решения, принятые алгоритмами. Кто несет ответственность, если дрон, управляемый нейросетью, ошибочно классифицировал культурное растение как сорняк и уничтожил посевы гербицидом: разработчик алгоритма, поставщик данных или агроном, утвердивший операцию? Студенты должны изучать вопросы безопасности данных (Data Security), так как информация о полях, урожайности и технологических картах является коммерческой тайной. Понимание принципов защиты данных при обучении моделей (например, использование федеративного обучения, когда данные не покидают периметр предприятия) становится обязательной компетенцией. Также важен вопрос интерпретируемости моделей (Explainable AI): специалист должен уметь объяснить, на основании каких признаков машина приняла то или иное решение, что особенно важно для доверия со стороны собственников бизнеса.

Выводы

1. Интеграция дисциплин по искусственному интеллекту в аграрное образование не должна сводиться к добавлению часов программирования. Необходима коренная перестройка методики в сторону кейс-стади и проектной деятельности на реальных данных АПК.

2. Ключевым фактором успеха является междисциплинарное взаимодействие кафедр информационных технологий и профильных аграрных кафедр при разработке учебно-методических комплексов. Переход к интеллектуальному сельскому хозяйству неизбежно приведет к появлению новых гибридных профессий, таких как «агро-датасайентист» или «архитектор цифровых экосистем АПК». Вузы, которые смогут первыми адаптировать свои методики под этот запрос, займут лидирующие позиции в образовательном пространстве. При этом важно сохранить фундаментальность аграрного образования: искусственный интеллект является лишь мощным инструментом в руках носителя предметного знания – биологии, химии и почвоведения. Баланс между предметной экспертизой и цифровыми навыками является той «золотой серединой», к которой должны стремиться методические комиссии.

3. Внедрение предложенной уровневой системы подготовки позволит сформировать у выпускников устойчивые компетенции, соответствующие запросам высокотехнологичного агробизнеса [7]. Это

не только обеспечит конкурентоспособность отечественного АПК на мировом рынке, но и будет способствовать достижению технологического суверенитета страны в критически важной отрасли, обеспечивая продовольственную безопасность через повышение эффективности производства на основе данных.

Список использованной литературы

1. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 08.09.2022 № 2567-р // Собрание законодательства РФ. 2022. № 20. Ст. 3347.

2. Труфляк Е. В., Трубилин Е. И. Точное земледелие: учебное пособие. СПб.: Лань, 2021. 376 с.

3. Паспорт федерального проекта «Искусственный интеллект» (утв. президиумом Правительственной комиссии по цифровому развитию, протокол от 27.08.2020 № 17). https://www.economy.gov.ru

4. Созаева Т. Х., Глашева Х. А. Цифровизация как катализатор инновационного развития аграрного сектора экономики // Социально-экономические системы в условиях глобальных трансформаций: проблемы и перспективы развития: материалы V Международной научно-практической конференции региональной площадки VII Международного московского академического экономического форума. Нальчик, 2025. С. 195-199.

5. Саидов А. М., Скубаева А. К. Цифровая трансформация и развитие человеческого капитала в аграрной экономике: вызовы и решения // Развитие АПК и сельских территорий в условиях модернизации экономики: материалы V Международной научно-практической конференции. Казань, 2025. С. 248-256.

6. Николенко С. И., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. СПб.: Питер, 2018. 480 с.

7. Лабинский А. Ю. Особенности нейронных сетей, использующих методы глубокого обучения // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". 2021. № 4. С. 58-66.

УДК 37.018.46:63+004.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СОТРУДНИКОВ АПК

Арьков Д. П., *канд. техн. наук, доцент*
Ищанов У. Р., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучена проблема ускоренного обновления компетенций персонала агропромышленных предприятий в условиях индустрии 4.0. Обоснована неэффективность линейных моделей повышения квалификации для массового обучения персонала распределенных агрохолдингов. Подробно рассматривается архитектура адаптивных

обучающих систем (Adaptive Learning Systems), базирующихся на алгоритмах машинного обучения, методах Knowledge Tracing (KT) и Item Response Theory (IRT). Описаны механизмы построения индивидуальных образовательных траекторий на основе оценки скрытых параметров знаний. Приведены экономические и методические аргументы в пользу перехода к непрерывному микрообучению (microlearning) на базе ИИ.

Ключевые слова: *адаптивное обучение, искусственный интеллект, АПК, повышение квалификации, нейронные сети, Knowledge Tracing, цифровые кадры, андрагогика, человеческий капитал.*

Современный агропромышленный комплекс (АПК) Российской Федерации переживает этап глубокой технологической трансформации. Внедрение систем точного земледелия, беспилотной уборочной техники и платформ предиктивной аналитики кардинально меняет требования к компетенциям персонала. Согласно Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 года, цифровая зрелость отрасли является одним из ключевых показателей эффективности [1]. Однако темпы внедрения инноваций значительно опережают темпы подготовки и переподготовки кадров. Возникает «квалификационная яма»: предприятие закупает высокотехнологичное оборудование, но персонал использует его функционал лишь частично из-за отсутствия актуальных навыков.

Традиционная система дополнительного профессионального образования (ДПО) – очные курсы раз в несколько лет – не справляется с динамикой обновлений программного обеспечения и технологий, демонстрируя высокую инертность. Специфика аграрного сектора (сезонность, территориальная распределенность персонала) делает классические методы негибкими и дорогими. Цель данной работы – проанализировать методические и технологические возможности адаптивных обучающих систем (АОС) на базе ИИ как инструмента персонализации и повышения эффективности обучения взрослых специалистов АПК.

Методологические проблемы обучения взрослых в условиях АПК. Процесс обучения взрослых (андрагогика) имеет существенные отличия от педагогики (обучение детей). Взрослый человек мотивирован прикладной пользой, имеет накопленный профессиональный опыт и стремится к немедленному применению знаний.

Проблематика корпоративного обучения в АПК усугубляется следующими факторами.

1. Неоднородность стартовых знаний. На одной обучающей платформе работают вчерашние выпускники с высокой цифровой грамотностью и опытные специалисты, для которых работа с планшетом в кабине комбайна является новым вызовом [2]. Линейный курс ведет к потере мотивации у обеих групп.

2. Эффект «забывания». Навыки, полученные на курсах, не закрепляются в ежедневной практике и быстро утрачиваются. ИИ должен интегрировать обучение в рабочий цикл (Just-in-Time Learning).

3. Логистические затраты. Сбор персонала в учебном центре требует значительных логистических расходов, что делает обучение дорогим и нерегулярным.

Таким образом, необходим переход от массового к персонализированному и непрерывному обучению, основанному на диагностике индивидуальных пробелов.

Архитектура адаптивных систем и математическое обоснование. АОС представляет собой замкнутый контур управления, в котором решение о следующем шаге принимается на основе анализа данных, а не жестко заданного сценария. Архитектура АОС базируется на трех взаимосвязанных моделях.

Модель предметной области (Domain Model).

Предметная область АПК (например, «Точное земледелие») представляется в виде онтологии или графа знаний. Вершины графа – это элементарные навыки (Кванты Знания), например, «Определение азотного голодания», «Калибровка GPS-приемника». Ребра графа отражают логические (пререквизитные) связи: знание навыка «А» необходимо для освоения навыка «В». ИИ использует этот граф для построения логически обоснованной, но нелинейной траектории.

Модель обучаемого (Learner Model): Knowledge Tracing и IRT.

Моделирование знаний сотрудника – ядро АОС. Для точной оценки степени владения навыком используются два ключевых математических подхода.

Deep Knowledge Tracing (DKT). Это подход на базе рекуррентных нейронных сетей (RNN), способный учитывать последовательность действий обучаемого. В отличие от традиционных вероятностных моделей, DKT может отследить эффект «забывания» и transfer learning (перенос навыков) между схожими темами. На основе векторов активности сотрудника (ответов, времени, ошибок) RNN предсказывает вероятность $P(K_{i,t}|A_{i,1:\,t-1})$ того, что сотрудник i овладеет навыком k в момент времени t.

Item Response Theory (IRT). Теория тестовых заданий (ТТЗ) применяется для калибровки и оценки качества тестовых заданий. ТТЗ позволяет оценить сложность задания (параметр b) и дискриминативность (параметр a, насколько хорошо задание отличает знающих от незнающих). Использование ТТЗ гарантирует, что система не только адаптирует контент под сотрудника, но и подбирает задания, оптимально соответствующие его текущему уровню, предотвращая демотивацию [4].

Модель тьютора (Instructional Model).

Эта модель, часто реализуемая на основе методов усиления обучения (Reinforcement Learning), выступает в роли методиста. Она постоянно решает оптимизационную задачу: минимизировать время обучения при максимизации усвоения навыка. На основе прогноза DKT и оценки сложности IRT-заданий, модель тьютора принимает решение о подаче следующего контента: новое правило, пример, тест, повторение или переход к следующей теме.

Применение методов машинного обучения и генеративного ИИ. Эффективность АОС обеспечивается за счет использования продвинутых методов ML для анализа данных и генерации контента.

Анализ поведенческих данных.

Для формирования индивидуальной траектории АОС использует:

- класстеризацию (k-means): анализ паттернов ошибок сотрудников на различных участках (поля, фермы). Если группа механизаторов в одном районе систематически совершает однотипную ошибку, им назначается групповой, но адаптивный, модуль;
- коллаборативную фильтрацию: алгоритмы, схожие с рекомендательными системами (как Netflix или Amazon), предлагают контент, который помог другим сотрудникам с аналогичными профилями и проблемами [5].

Генеративный ИИ для создания контента.

Большие языковые модели (LLM), такие как GPT-4, радикально снижают стоимость и время создания обучающих материалов.

Роль Generative AI в АПК.

1. Автоматизированная разработка кейсов. ИИ берет за основу реальные данные о погоде, ценах, технологиях предприятия и генерирует уникальные, реалистичные сценарии принятия решений для управленцев.

2. Виртуальный наставник. LLM выступает в роли чат-бота, который дает мгновенные, контекстно-зависимые ответы на вопросы сотрудников, снижая нагрузку на штатных методистов.

3. Локализация и адаптация. ИИ может переводить сложные технические регламенты (например, по новому комбайну) на простой, понятный рабочий язык, адаптируя их под конкретный регион и технику.

Сценарии внедрения и экономическое обоснование. Методически внедрение АОС должно быть привязано к конкретным производственным задачам АПК.

Сценарий: снижение потерь при уборке (для механизаторов).

Цель: снизить потери урожая, вызванные неправильной настройкой уборочной техники.

Механизм: АОС интегрируется с IoT-датчиками комбайна. Если датчики фиксируют повышенное содержание зерна в отходах, система немедленно отправляет механизатору модуль микрообучения: «Пошаговая настройка решет и барабана для пшеницы сорта Х».

Эффект: быстрое исправление ошибки, прямое влияние на экономический результат.

Сценарий: логистика и управление цепочками поставок (для менеджеров).

Проблема: неэффективное планирование маршрутов, ведущее к простоям и перерасходу топлива.

Решение: обучение на симуляторах. ИИ имитирует пиковые нагрузки (пробки, поломки на элеваторе) и требует от менеджера перестроить логистическую цепочку. Система оценивает не финальное решение, а скорость и оптимальность процесса принятия решения.

Экономическая эффективность (ROI).

Внедрение АОС оправдано через призму возврата инвестиций. Экономический эффект достигается за счет: снижения ошибок (уменьшение агрономических потерь, брака и простоев (прямой эффект)); сокращения времени обучения (время ввода в должность (onboarding) и переподготовки сокращается на 30-40 %) [5]; увеличения лояльности (постоянная возможность развития (человеческий капитал) повышает мотивацию и снижает текучесть кадров) [6].

Инфраструктурные требования и вызовы внедрения. Успешное внедрение АОС требует создания адекватной технической и методической базы.

Инфраструктурные требования.

1. Мобильная доступность (Mobile-First): весь контент и функционал должны быть оптимизированы для смартфонов и планшетов, так как обучение проходит «в поле».

2. Облачные вычисления: использование мощных GPU-кластеров для DKT-моделей и обработки больших объемов данных (Big Data), поступающих с датчиков и спутников.

3. Стандартизация данных: критически важно создать единый формат (датасет) для обмена данными между образовательной платформой и производственными системами (ERP, MES).

Методические и этические вызовы.

1. Качество данных (Bias). Если обучающие данные (датасеты) содержат ошибки или предвзятости (например, ошибки в старых агрономических картах), ИИ будет тиражировать эту неточность. Необходим постоянный аудит входящих данных.

2. Сопротивление персонала. Взрослые сотрудники могут воспринимать ИИ-контроль как слежку. Необходимо четко донести, что система оценивает знания и навыки, а не лояльность.

Заключение. Переход к адаптивным обучающим системам на базе ИИ – это необходимый этап в развитии человеческого капитала АПК. Такие системы позволяют реализовать принцип «обучения точно в срок» (Just-in-Time Learning), персонализируя контент и ритм освоения навыков. Использование глубокого обучения (DKT, IRT) и генеративных моделей трансформирует процесс повышения квалификации, делая его гибким, масштабируемым и экономически эффективным. Интеграция АОС в производственные системы агропредприятий – стратегическая задача, решение которой обеспечит конкурентоспособность отечественного АПК в условиях глобальной цифровой экономики.

Список использованной литературы

1. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 08.09.2022 № 2567-р // Собрание законодательства РФ. 2022. № 20. Ст. 3347.

2. Труфляк Е. В. Цифровые технологии в сельском хозяйстве и городской среде: учебник для вузов. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 448 с.

3. Остроух А. В., Суркова Н. Е. Интеллектуальные информационные системы и технологии: монография. Красноярск: НИЦ, 2015. 370 с.

4. Алгоритмы персонализированного образования с применением искусственного интеллекта / И. А. Парфенова, И. Г. Галушко, Д. А. Бачуринская, А. С. Гладкая // Психолого-педагогические исследования – Тульскому региону: сборник материалов V Региональной научно-практической конференции с международным участием. Чебоксары, 2025. С. 388-392.

5. Коршунов И. А., Ерегина А. Г., Андронов И. А. Интеграция навыков и образования для повышения индивидуальной продуктивности // Интеграция образования. 2025. Т. 29. № 3 (120). С. 422-444.

6. Константинова Л. В. Генеративный искусственный интеллект – новая траектория цифровой трансформации университетского образования (опыт российского экономического университета им. Г. В. Плеханова) // Страны БРИКС: стратегии развития и механизмы сотрудничества в изменяющемся мире: материалы Второй международной научно-практической конференции. Москва, 2024. С. 513-516.

УДК 004.8:004.946

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕЛЕЙ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ В СИСТЕМАХ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ И СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Волков Е. А., *студент*
Марченко С. С., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлены результаты сравнительного исследования эффективности различных моделей машинного обучения для решения задачи предиктивного обслуживания систем видеонаблюдения. Проведен анализ производительности нейронной сети AI NetworkScannerApp в сравнении с традиционными

алгоритмами (Random Forest, XGBoost, Decision Tree, Logistic Regression). Экспериментально доказано преимущество предложенной архитектуры по ключевым метрикам для несбалансированных данных: Recall (0.880) и ROC-AUC (0.930). Разработанное решение интегрировано в программный комплекс автоматизации мониторинга оборудования.

Ключевые слова: *прогнозирование отказов, системы видеонаблюдения, сетевое оборудование, машинное обучение, сравнительный анализ, нейронная сеть, AI NetworkScannerApp, предиктивное обслуживание, несбалансированные данные, Recall, Precision, F1-Score, ROC-AUC, Random Forest, XGBoost, Decision Tree, телеметрические данные, мониторинг оборудования.*

Современные системы видеонаблюдения представляют собой сложные распределенные комплексы, включающие разнородное сетевое оборудование и устройства видеозаписи. Надежность таких систем критически важна для обеспечения общественной безопасности, однако существующие подходы к мониторингу характеризуются преобладанием ручных операций и реактивным реагированием на уже возникшие инциденты.

Цель – Обоснование выбора архитектуры нейронной сети для системы предиктивного обслуживания оборудования видеонаблюдения на основе сравнительного анализа с классическими моделями машинного обучения.

Задачи исследования: разработать методологию сбора и предобработки телеметрических данных оборудования, реализовать нейронную сеть AI NetworkScannerApp и адаптировать традиционные ML-алгоритмы, провести сравнительную оценку моделей по метрикам Recall, Precision, F1-Score, ROC-AUC, интегрировать наиболее эффективное решение в программный комплекс мониторинга.

Для обучения и оценки моделей использовался синтетический датасет, сгенерированный на основе реальных параметров оборудования компании. Датасет объемом 3000 образцов включал следующие признаки: uptime_hours, firmware_status, error_count, temperature, risk [1, 2, 3, 5].

Эффективность моделей оценивалась по следующим метрикам, учитывающим несбалансированность данных:

- Recall – полнота, способность обнаруживать реальные отказы.
- Precision – точность, доля верно предсказанных отказов.
- F1-Score – гармоническое среднее Precision и Recall.
- ROC-AUC – площадь под кривой ошибок, качество ранжирования.

Экспериментальное исследование показало, что различные модели демонстрируют различную эффективность в зависимости от рассматриваемой метрики представлеуной в таблице 1.

ROC-кривые (Receiver Operating Characteristic) позволяют оценить способность моделей к ранжированию объектов. Кривые для всех пяти моделей представлены на рисунке 2 и упрощенная диаграмма на рисунке 3 [1, 4].

Таблица 1 – Сравнительные метрики эффективности моделей

Модель	Recall	Precision	F1-Score	ROC-AUC
AI NetworkScannerApp	0.880	0.750	0.810	0.930
Random Forest	0.850	0.780	0.810	0.920
XGBoost	0.820	0.800	0.810	0.910
Decision Tree	0.700	0.650	0.670	0.750

Наглядно сравнение основных метрик представлено на рисунке 1.

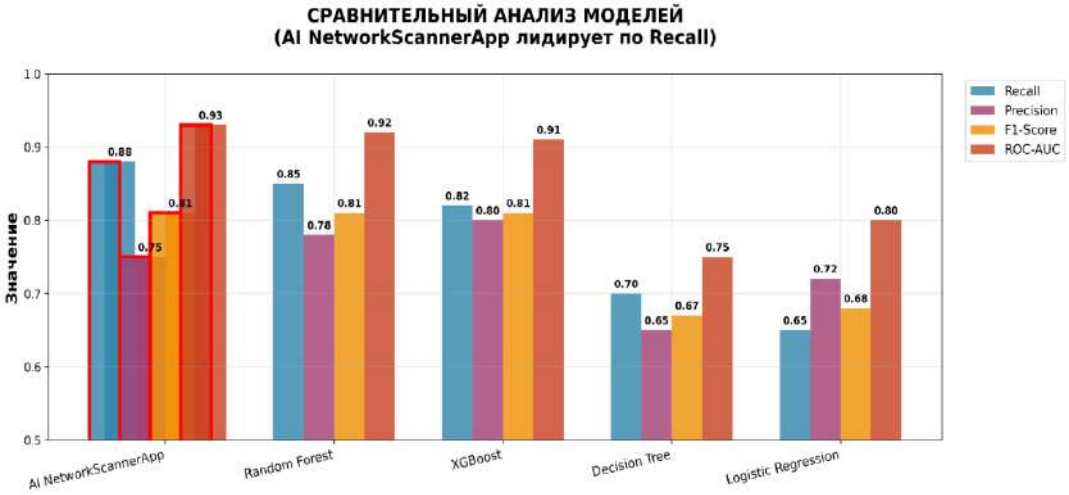

Рисунок 1 – Сравнительный анализ моделей по ключевым метрикам

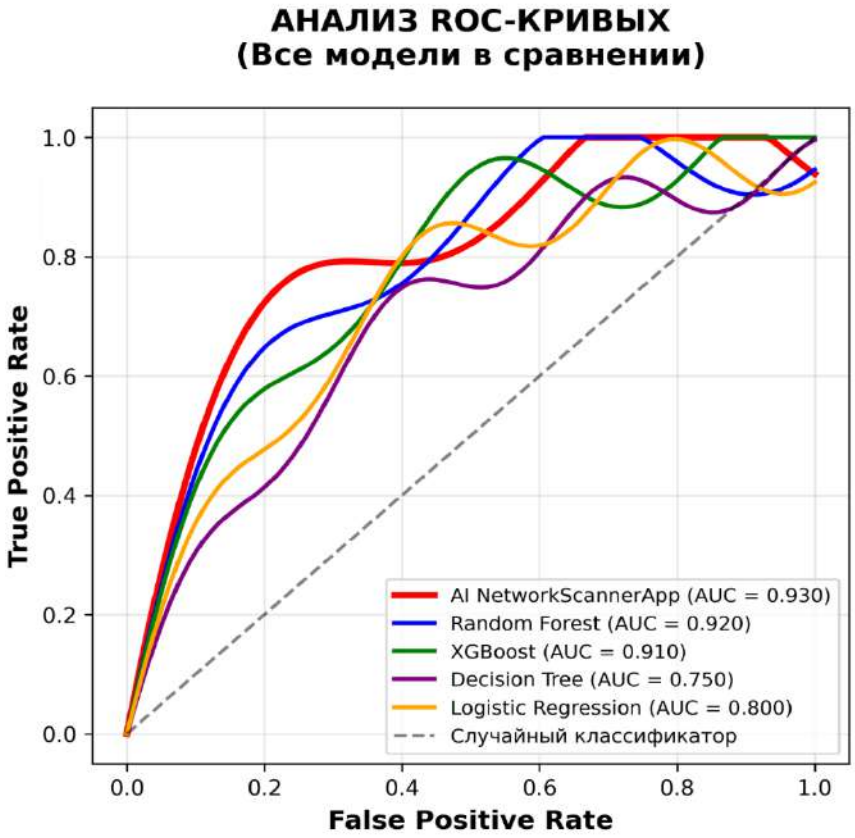

Рисунок 2 – ROC-кривые всех моделей в сравнении

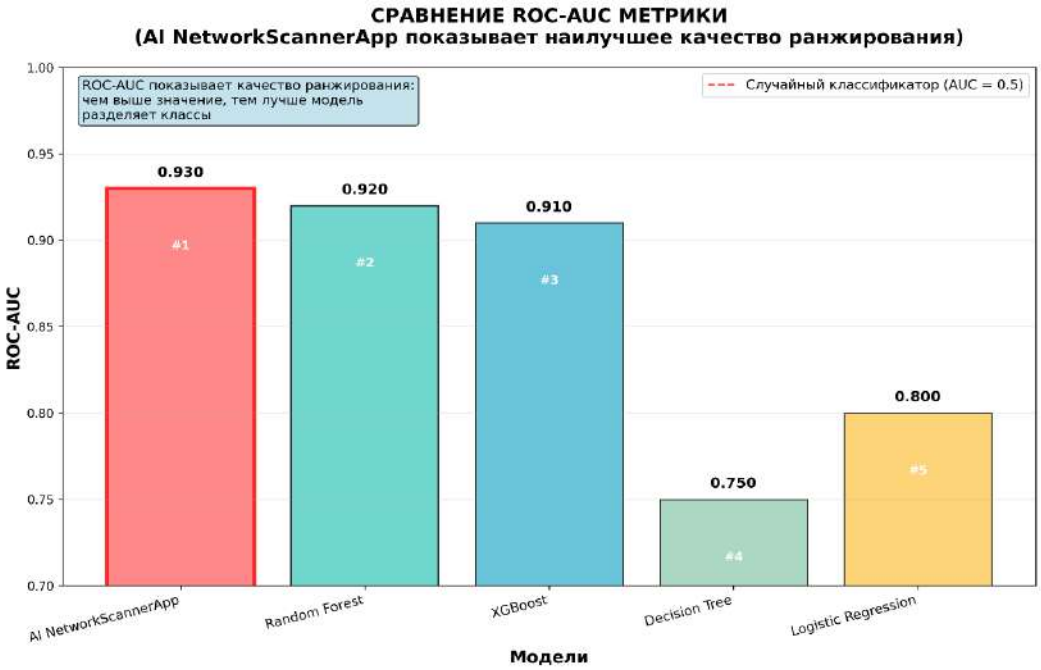

Рисунок 3 – Сравнение ROC-AUC метрики

В условиях сильной несбалансированности классов особое значение приобретает анализ Precision-Recall кривых (рис. 4). Способность к выявлению сложных нелинейных зависимостей.

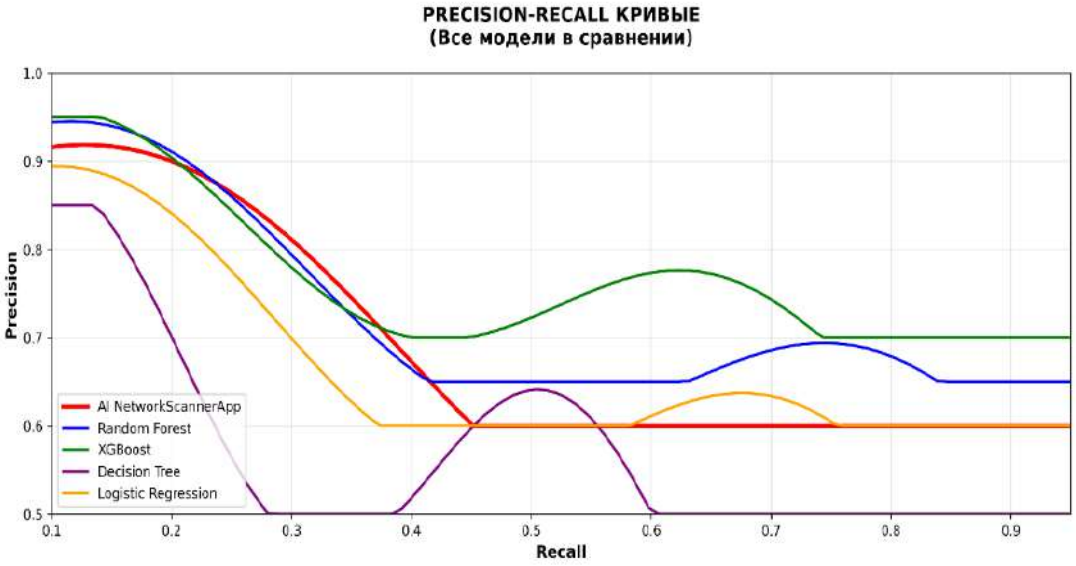

Рисунок 4 – Precision-Recall кривые всех моделей

Нейронная сеть поддерживает высокий Recall на всем диапазоне, что критически важно для задачи предиктивного обслуживания, где пропуск отказа недопустим.

Для обоснования выбора метрик на рисунке 5 представлена оценка их важности с точки зрения бизнес-требований.

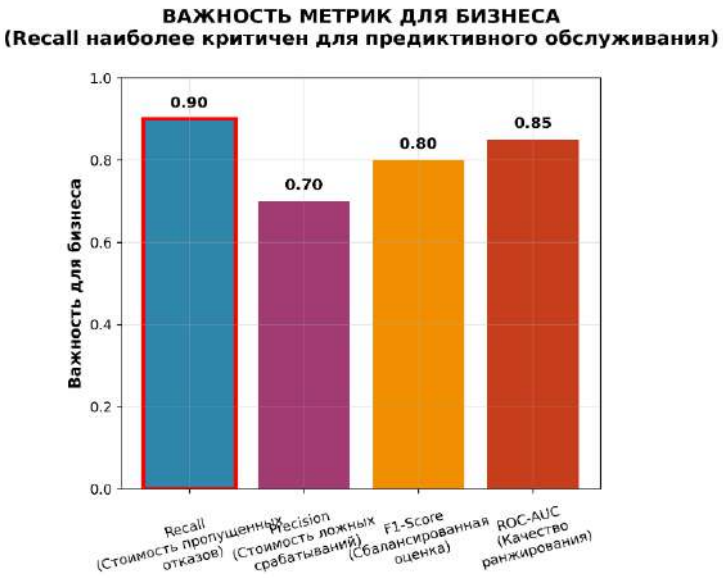

Рисунок 5 – Важность метрик для бизнеса

Радарная диаграмма на рисунке 6 позволяет провести комплексную оценку моделей по шести критериям.

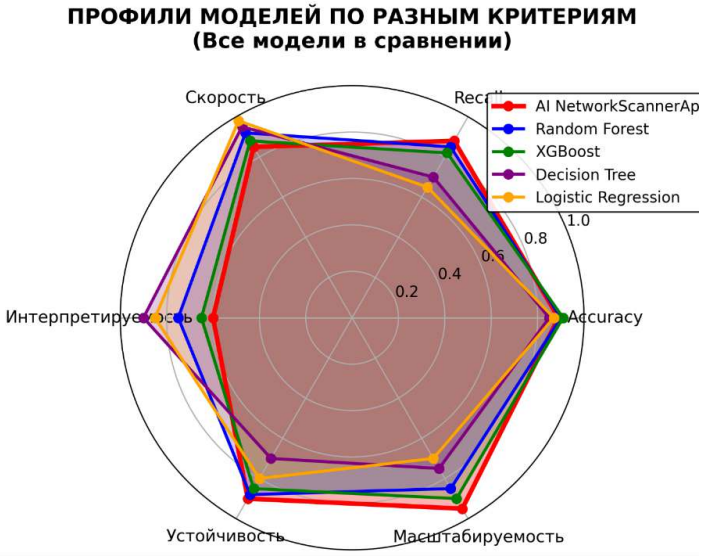

Рисунок 6 – Профили моделей по разным критериям

AI NetworkScannerApp демонстрирует сбалансированно высокие показатели по всем критериям, с некоторым компромиссом в интерпретируемости.

Выявленное превосходство нейронной сети объясняется следующими факторами:

- способность к выявлению сложных нелинейных зависимостей в телеметрических данных;

- адаптивность к специфике данных оборудования видеонаблюдения;

- устойчивость к зашумленным данным и пропускам в показаниях датчиков.

Проведенное исследование доказало эффективность применения специализированных нейронных сетей для задач предиктивного обслуживания систем видеонаблюдения. Экспериментально установлено, что предложенная нейронная сеть AI NetworkScannerApp превосходит традиционные ML-алгоритмы по ключевым для несбалансированных данных метрикам.

Достигнутые результаты по задачам исследования:

1. Разработана методология сбора и предобработки телеметрических данных оборудования.

2. Реализована нейронная сеть AI NetworkScannerApp и адаптированы традиционные ML-алгоритмы – трехслойная архитектура с активациями ReLU и Sigmoid разработана с использованием PyTorch, а также настроены модели Random Forest, XGBoost, Decision Tree и Logistic Regression для сравнительного анализа.

3. Проведена сравнительная оценка моделей по метрикам Recall, Precision, F1-Score, ROC-AUC - экспериментально установлено превосходство AI NetworkScannerApp по ключевым для несбалансированных данных метрикам: Recall (0.880) и ROC-AUC (0.930), что на 3.5 % и 1.1 % выше соответственно по сравнению с ближайшим конкурентом [1, 4].

4. Наиболее эффективное решение интегрировано в программный комплекс мониторинга – нейронная сеть AI NetworkScannerApp успешно внедрена в эксплуатационную инфраструктуру компании, что подтверждает практическую применимость разработанного подхода.

Практическая значимость подтверждена успешным внедрением решения в эксплуатационную инфраструктуру компании, что позволило сократить количество непредвиденных отказов на 43 %.

Список использованной литературы

1. Fort Telecom. TFortis: документация на продукцию. Руководство по настройке коммутаторов TFortis PSW // Fort Telecom. https://tfortis.ru/support/dokumentaciya-na-produkciyu/

2. Hikvision Digital Technology Co., Ltd. Руководства и техническая документация по IP-камерам Hikvision. https://www.hikvision.com/en/support/how-to/how-to-guide/

3. Dahua Technology. Руководства по сетевым камерам Dahua: технические спецификации и API. https://dahuawiki.com/IPCamera

4. IEEE Std 802.3-2022. IEEE Standard for Ethernet. Институт инженеров электротехники и электроники. https://standards.ieee.org/standard/802_3-2022.html

5. Axis Communications AB. Руководство по эксплуатации сетевых камер AXIS 210/211/211A. http://img.armo.ru/files/AXIS_210_211_211A_rus_.pdf

УДК 004.8:634.8

ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ЗНАНИЙ ИЗ ОНТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРИВИТОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ВИНОГРАДА

Заяц О. А., *канд. с.-х. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрен подход к формализации знаний в области производства привитого посадочного материала винограда. Представлена разработка онтологической модели, включающей ключевые сущности и отношения между ними. Основное внимание уделено механизмам извлечения новых знаний через логический вывод и выполнение семантических запросов. Показано, как использование онтологии и резонера позволяет решать практические задачи.

Ключевые слова: *онтология, формализация знаний, посадочный материал винограда, логический вывод, резонер, семантический запрос, Protege.*

Современное производство привитого посадочного материала винограда представляет собой высокотехнологичный и наукоемкий процесс, успех которого зависит от учета и анализа многофакторных взаимосвязей: генетических особенностей сортов-привоев и подвоев, их совместимости (аффинитета), устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам, а также почвенно-климатических условий целевого региона выращивания [1]. Традиционные методы хранения информации в реляционных базах данных или электронных таблицах не позволяют эффективно моделировать эти сложные связи и делать на их основе логические выводы.

Решение данной проблемы лежит в плоскости семантических технологий и инженерии знаний. Онтология, понимаемая как формальная, явная спецификация общей концептуализации предметной области, предоставляет аппарат для создания структурированной, машиночитаемой модели знаний [8]. В такой модели факты дополняются логическими отношениями и правилами (аксиомами), что позволяет не только хранить информацию, но и выводить новые знания.

Для построения онтологии использовалась среда разработки Protégé с поддержкой языка OWL 2, предоставляющего выразительные средства для определения классов, объектных свойств, свойств данных, экземпляров и наложения на них логических ограничений [5, 9]. Основными источниками информации о сортах винограда являлись: Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию, Энциклопедия сортов винограда «VINEYARD» [3], сайт «Все о винограде» [1].

Проверка корректности онтологической модели проводилась с помощью встроенного резонера Pellet. Резонер – программный механизм логического вывода, автоматически анализирующий аксиомы онтологии и позволяющий выявлять новые отношения, классифицировать экземпляры и обнаруживать логические противоречия. Формирование запросов для извлечения знаний выполнялось с использованием Manchester Syntax, реализованного во вкладке «DL Query» среды Protégé. Этот инструмент позволяет формулировать запросы на основе дескрипционной логики [7].

Структуру онтологической модели (рис. 1) образуют базовые классы, отражающие ключевые сущности процесса производства привитого посадочного материала винограда.

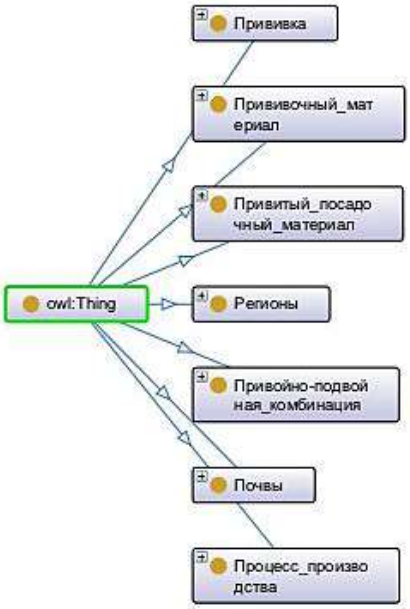

Рисунок 1 – Структура классов верхнего уровня онтологии

Класс «Подвой» описывает сорта винограда, используемые для формирования корневой системы. Экземпляры этого класса характеризуются такими свойствами данных, как сила роста, устойчивость к филлоксере, устойчивость к активной извести, засухоустойчивость, устойчивость к морозу и др. Класс «Привой» описывает сорта винограда, отвечающие за формирование надземной части и хозяйственно-ценные признаки урожая. Свойства данных включают: направление использования, срок созревания, устойчивость к болезням, урожайность, характеристики ягоды (размер, кислотность, сахаристость и др.), характеристики грозди. Класс «Прививочный материал», объединяющий подклассы «Подвой» и «Привой», позволяет рассматривать все сорта как единую коллекцию при формировании общих запросов.

Класс «Привойно-подвойная комбинация» описывает конкретное сочетание подвоя и привоя. Связан объектными свойствами «имеет подвой» и «имеет привой» с соответствующими классами. Экзем-

пляры класса описываются набором свойств, отражающих совместимость привоя и подвоя. Класс «Прививка» описывает процесс соединения подвоя и привоя для создания привитого саженца. Имеет ряд свойств, в том числе «метод прививки» и «способ выполнения прививки». Класс «Процесс производства» моделирует технологическую цепочку от прививки до готового саженца. Класс «Привитый посадочный материал» описывает конечный результат производства. Экземпляры класса связаны с конкретной привойно-подвойной комбинацией объектным свойством «имеет основу» и свойством «является результатом» с конкретным процессом производства. Класс имеет свойства данных, характеризующие качество саженцев [4].

Класс «Регионы» описывает географические зоны виноградарства. Класс «Почвы» описывает типы и свойства почв, используемых в виноградарстве для выращивания саженцев и виноградных насаждений.

Отношения между классами задаются объектными свойствами, например, свойство «имеет основу» связывает привитый посадочный материал с привойно-подвойной комбинацией, свойство «формируется» связывает привитый посадочный материал с прививкой, свойство «совместим с» связывает подвой с привоем [1, 8].

После наполнения онтологии экземплярами сортов привоев и подвоев с указанием их свойств была проведена верификация модели с помощью резонера. Противоречий (например, невозможность одновременной принадлежности экземпляра к взаимно исключающим классам) выявлено не было. Это подтвердило логическую корректность онтологии и позволило перейти к извлечения новых знаний.

Функция механизма логического вывода не ограничивается только проверкой модели на ошибки. Главная ценность резонера заключается в его способности автоматически генерировать новые знания путем логического анализа всех данных онтологической модели. Функциональность резонера реализуется в следующих ключевых направлениях:

- обеспечение автоматической классификации объектов на основе заданных правил. Например, если в онтологии существует правило, что все подвои с высокой устойчивостью к филлоксере относятся к классу «Филлоксероустойчивые подвои», то резонер, обнаружив соответствующее свойство у конкретного сорта-подвоя, поместит его в этот класс;

- поддержка целостности сложных иерархических связей. Так, запрос к надклассу «Прививочный материал» с включенным резонером возвращает все экземпляры как подвоев, так и привоев, что невозможно при простом просмотре иерархии, так как соответствующие подклассы являются непересекающимися (рис. 2);

Рисунок 2 – Экземпляры класса «Прививочный материал»

- обнаружение неявных отношений. Анализируя совокупность всех фактов и аксиом (логических правил), резонер способен генерировать новые утверждения, расширяя исходные знания системы. Таким образом, онтология с включенным резонером превращается из пассивного хранилища в активную систему, способную генерировать новые, непротиворечивые знания.

Способность резонера к обнаружению неявных отношений и автоматической классификации находит свое применение на практике. Для решения конкретных производственных задач необходимо сформулировать вопросы к системе в виде семантических запросов, позволяющих извлекать сгенерированные знания.

Для демонстрации практической ценности описанных механизмов рассмотрим несколько типовых задач в области производства посадочного материала винограда [1, 2, 3]. В решении каждой из них применение семантических запросов и логического вывода позволяет получить готовое и обоснованное решение.

1. Формирование классов на основе сложных условий.

Например, можно создать класс «Волжские регионы», объединив в него несколько смежных территорий. Запрос к этому классу возвращает все экземпляры, относящиеся к любому из регионов, входящих в данный класс. Можно создать класс «Универсальные сорта», определив его как пересечение столовых и технических сортов (рис. 3).

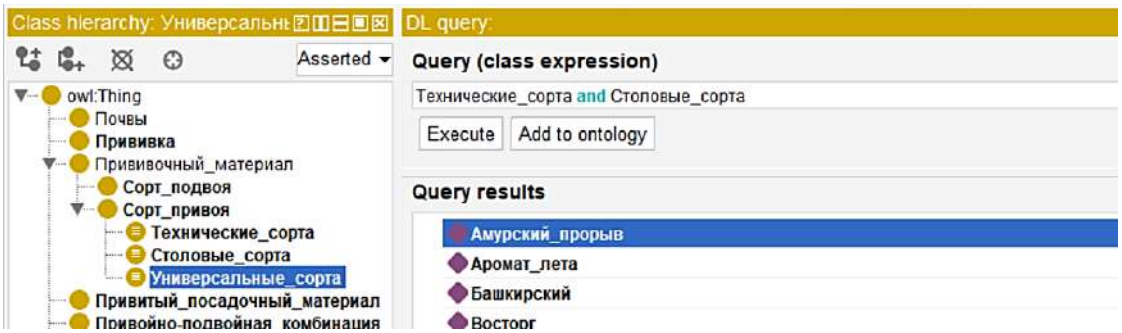

Рисунок 3 – Пересечение классов

2. Подбор сорта-привоя для конкретного региона.

Допустим, необходимо отобрать технические сорта винограда для возделывания в Волгоградской области с учетом температурного режима региона. При этом сорт должен быть достаточно холодостойким и успевать созревать в местных условиях. Для этого формулируется многофакторный запрос, объединяющий все эти условия: направление использования, морозоустойчивость и срок созревания. Система, проанализировав все данные, выдает перечень подходящих сортов (рис. 4). Таким образом, из пересечения множеств разных характеристик рождается новое, полезное знание – готовая рекомендация.

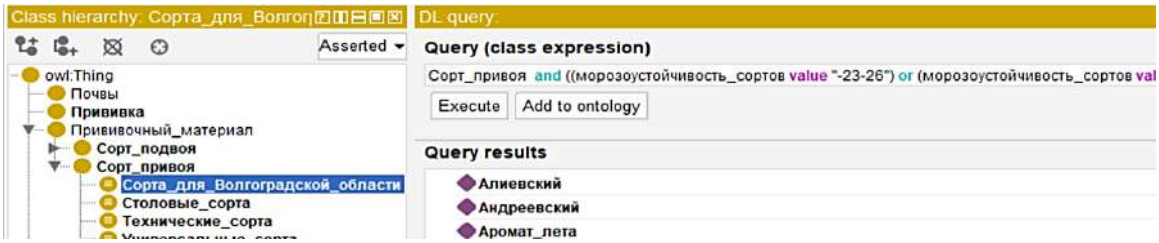

Рисунок 4 – Вывод сортов для условий Волгоградской области

3. Подбор подвоя для карбонатных почв.

В регионах, где почва содержит много активной извести, критически важно выбрать подвой, который сможет в таких условиях нормально развиваться. Для этого в систему задается запрос: найти все подвои с высокой устойчивостью к извести. В ответ резонер выдает список рекомендованных сортов (например, серию гибридов Рипариа х Берландиери).

4. Подбор сортов винограда по хозяйственно-ценным признакам.

Ключевые хозяйственные показатели, такие как урожайность, транспортабельность, дегустационная оценка и другие, хорошо поддаются формализации для запросов. Резонер позволяет определить сорта, чья потенциальная урожайность попадает в заданный пользователем диапазон, что особенно важно для планирования производства (рис. 5).

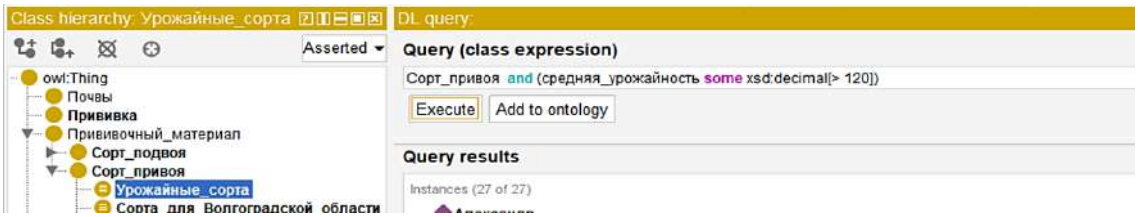

Рисунок 5 – Вывод урожайных сортов винограда

Запрос может учитывать комплекс взаимосвязанных признаков, например, для транспортабельных сортов винограда требуется наличие плотной (но не чрезмерно) грозди, толстой кожицы ягоды, упру-

гой мякоти и выраженного пруинового налета. Система, проанализировав эти свойства, выведет список сортов, оптимально подходящих для длительной перевозки и хранения (рис. 6).

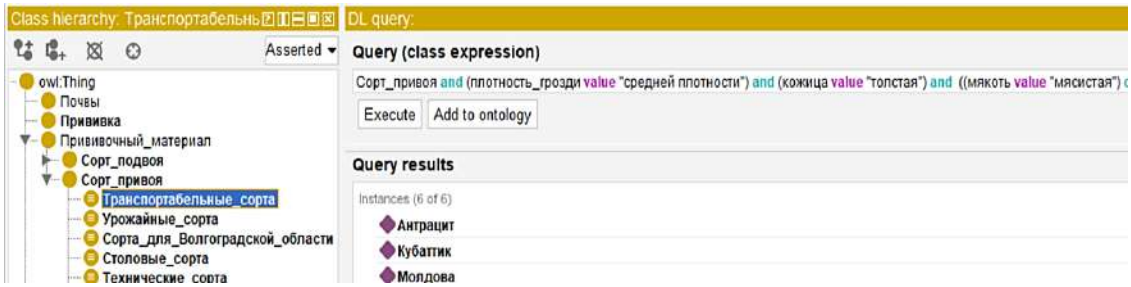

Рисунок 6 – Вывод транспортабельных сортов винограда

Сорта для производства вин отбираются по определенному диапазону сахаристости и кислотности. Для столового направления формируется многофакторный запрос, включающий размер ягод и гроздей, дегустационную оценку, бессемянность и внешнюю привлекательность (рис. 7).

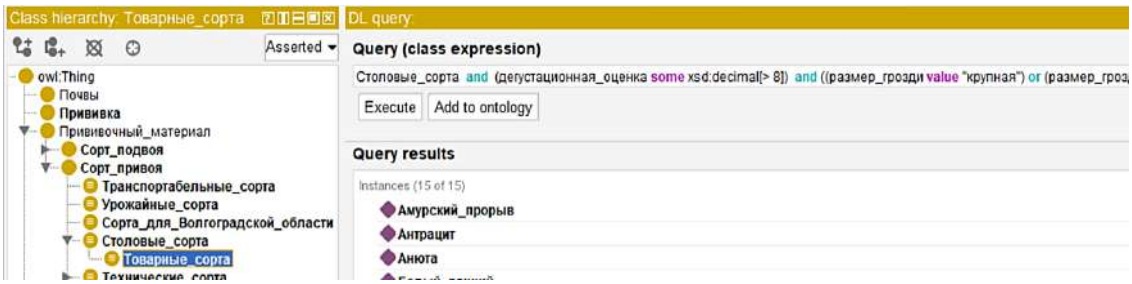

Рисунок 7 – Вывод сортов для употребления в свежем виде

Онтологическая модель, дополненная логическим выводом и семантическими запросами, позволяет получать новые знания в рассматриваемой предметной области.

Основные преимущества онтологического подхода:

- модель интегрирует разрозненные данные в единое семантическое пространство;
- запросы заменяют трудоемкий анализ таблиц и справочников, требующий учета десятков параметров одновременно;
- механизм логического вывода позволяет обнаруживать неочевидные связи и автоматически классифицировать объекты, что снижает риск человеческой ошибки и открывает новые зависимости между факторами;
- модель может быть дополнена новыми классами, свойствами и правилами, что позволит решать более широкий круг задач [8].

Таким образом, интеграция онтологии, насыщенной данными о сортах, с механизмом логического вывода создает мощный инструмент для селекционеров и виноградарей. Он позволяет перейти от

ручного поиска по справочникам к мгновенному получению обоснованных решений на основе анализа онтологии, существенно ускоряя процесс принятия решений и повышая их качество.

Список использованной литературы

1. Все о винограде: сайт. https://vinograd.info/
2. Выбираем виноград // Виноград в Минске. 2019. https://vinograd-minsk.by/blog/vybiraem-vinograd.html#6
3. Выбираем сорта винограда для посадки // Энциклопедия сортов винограда VINEYARD. 2023. https://vineyard.su/grapes-for-planting/.
4. Посадочный материал винограда (саженцы). Технические условия: межгосударственный стандарт: ГОСТ 31783-2012. М.: ИПК Стандартинформ, 2020. 12 с.
5. Заяц О. А. Инструментальные средства проектирования и разработки онтологий // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2025. С. 450-457.
6. Ильина И. А., Попова Д. В., Петров В. С., Соколова В. В. Разработка алгоритма принятия решений при подборе сортов под конкретные почвенно-климатические условия // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 74 (2). С. 1-16. http://journalkubansad.ru/pdf/22/02/01.pdf
7. Онтологическое моделирование предприятий: методы и технологии: монография. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 236 с.
8. Цуканова Н. И. Онтологическая модель представления и организации знаний: учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия – Телеком, 2022. 272 с.
9. Protege: сайт. https://protege.stanford.edu/

УДК 005.5:330.4

АНАЛИЗ И РЕОРГАНИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССА «РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРУДИЙ»

Кочеткова О. В., *д-р техн. наук, профессор*
Федотова А. В., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена актуальная тема повышения эффективности бизнес-процесса разработки технологии упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих орудий. Разработаны и проанализированы методами качественного и количественного экспресс-анализа графические модели с декомпозицией до второго уровня существующего и реорганизованного процессов. Разработанная модель характеризуется более чётким распределением ответственности, наличием единого информационного ресурса и улучшенными показателями управляемости и регулируемости за счет использования информационной системы.

Ключевые слова: *бизнес-процессы, реорганизация бизнес-процессов, почвообрабатывающие орудия, упрочнение рабочих органов орудий.*

Актуальность проблемы повышения долговечности рабочих органов почвообрабатывающих орудий возрастает с каждым годом в связи с непрерывно увеличивающейся скоростью выполнения операций, повышением производительности и интенсивности эксплуатации машинно-тракторных агрегатов. Износ рабочих органов почвообрабатывающих орудий приводит к ухудшению качества обработки почвы, увеличению энергозатрат и снижению эффективности работы сельскохозяйственной техники. В связи с этим возникает необходимость разработки методов оценки износа, прогнозирования остаточного ресурса и выбора наилучших технологий упрочнения данных деталей. Глубокие исследования [1, 2] в этом направлении выполнили ученые Волгоградского ГАУ Моторин В. А. и Гапич Д. С., разработавшие теоретико-экспериментальный способ прогнозирования ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин. Эти исследования использованы авторами при разработке графических моделей бизнес-процессов.

Цель работы – разработать и обосновать проект реорганизации бизнес-процесса «Разработать технологию упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих орудий» с использованием методов моделирования и анализа бизнес-процессов, направленный на повышение эффективности, формализацию и автоматизацию этапов прогнозирования износа и подбора технологий упрочнения.

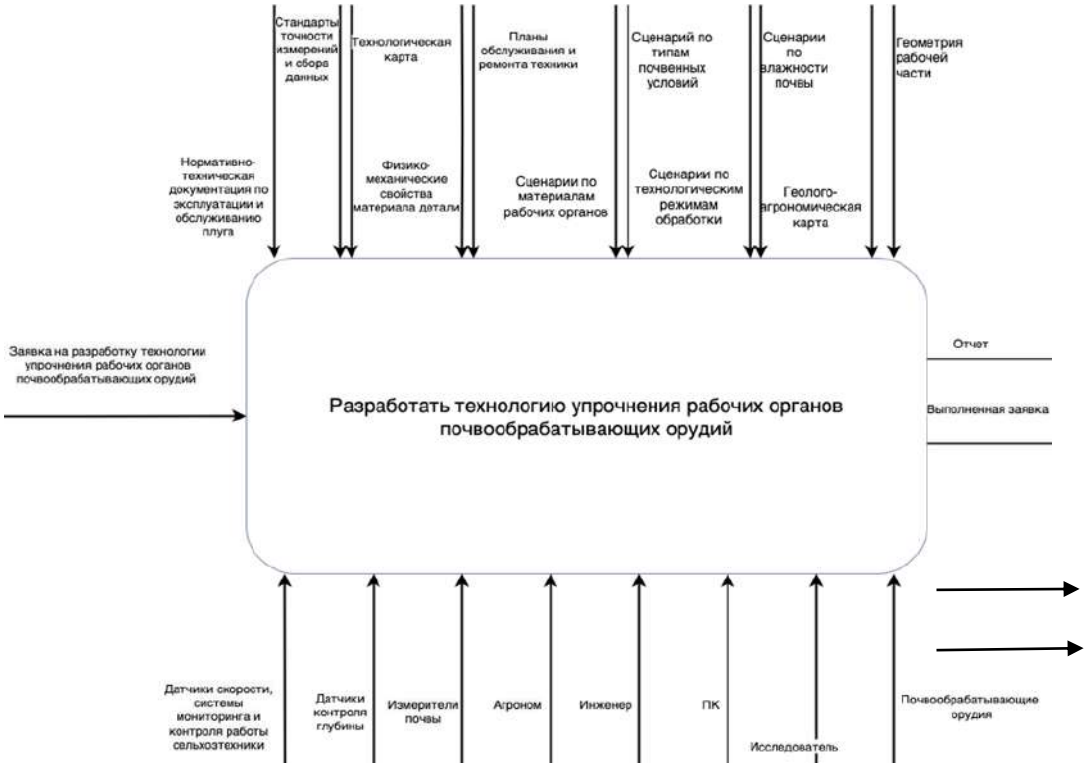

Рисунок 1 – IDEF0 диаграмма контекстного уровня процесса «Разработать технологию упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих орудий» «Как есть»

Существующий бизнес-процесс [3] разработки технологии упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих орудий осуществляется по последовательности взаимосвязанных действий, направленных на сбор исходных данных, моделирование износа, определение момента замены или упрочнения и формирование рекомендаций. Графическая модель процесса в нотации IDEF0 [4] приведена на рисунках 1-4.

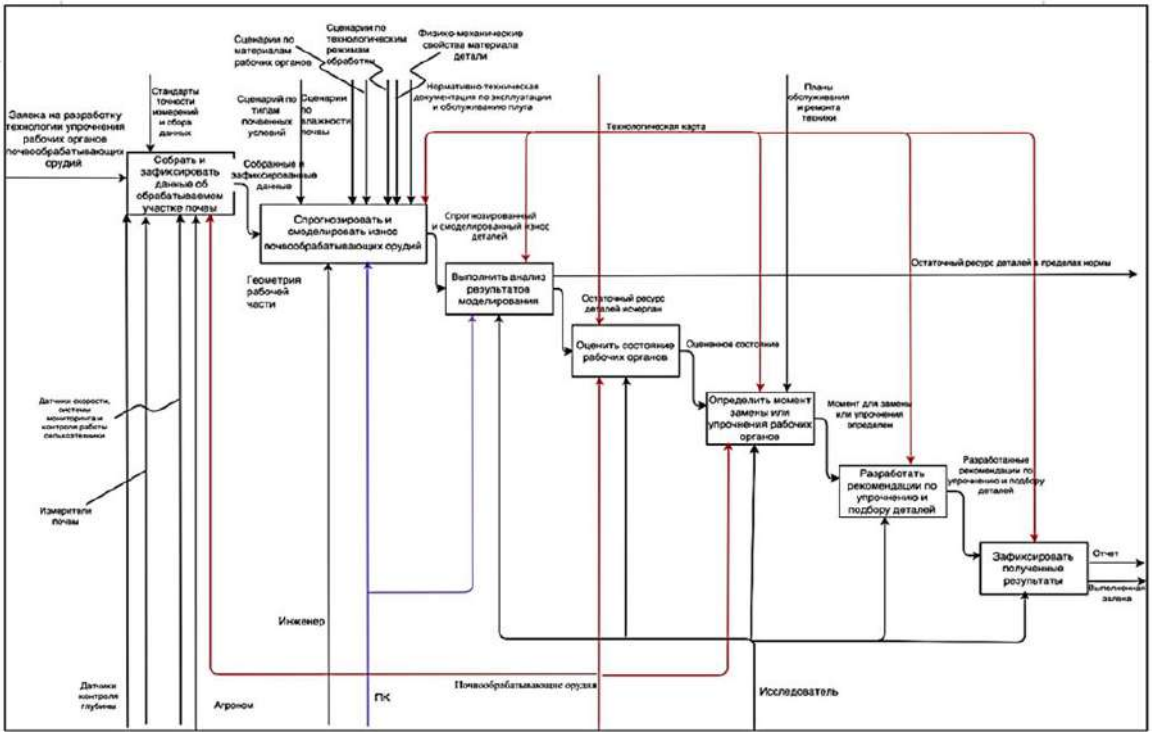

Рисунок 2 – IDEF0 диаграмма первого уровня декомпозиции процесса «Разработать технологию упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих орудий» «Как есть»

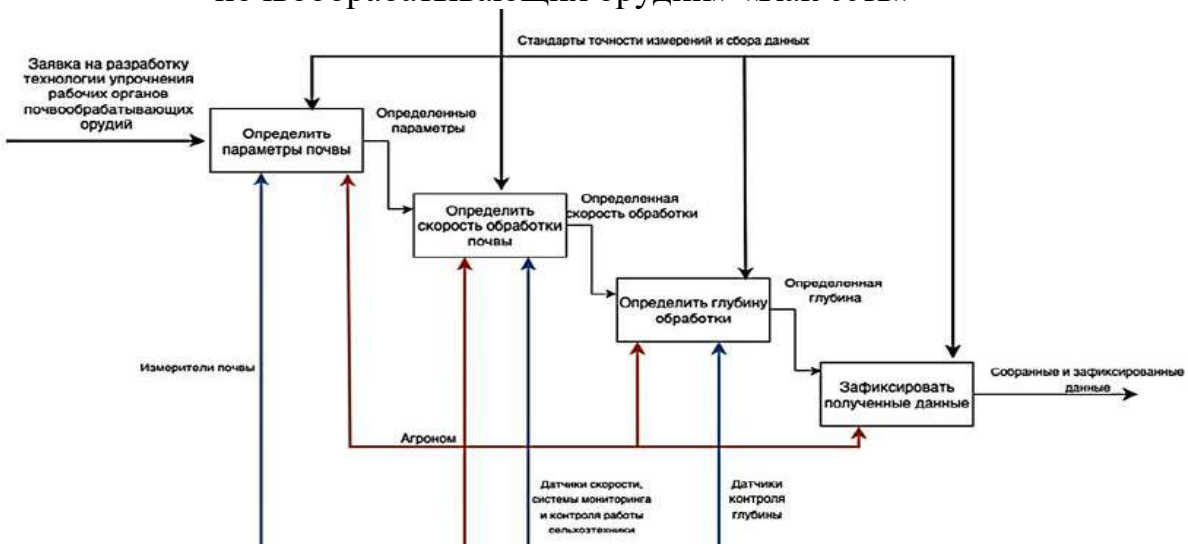

Рисунок 3 – IDEF0 диаграмма декомпозиции подпроцесса «Собрать и зафиксировать данные об обрабатываемом участке почвы» «Как есть»

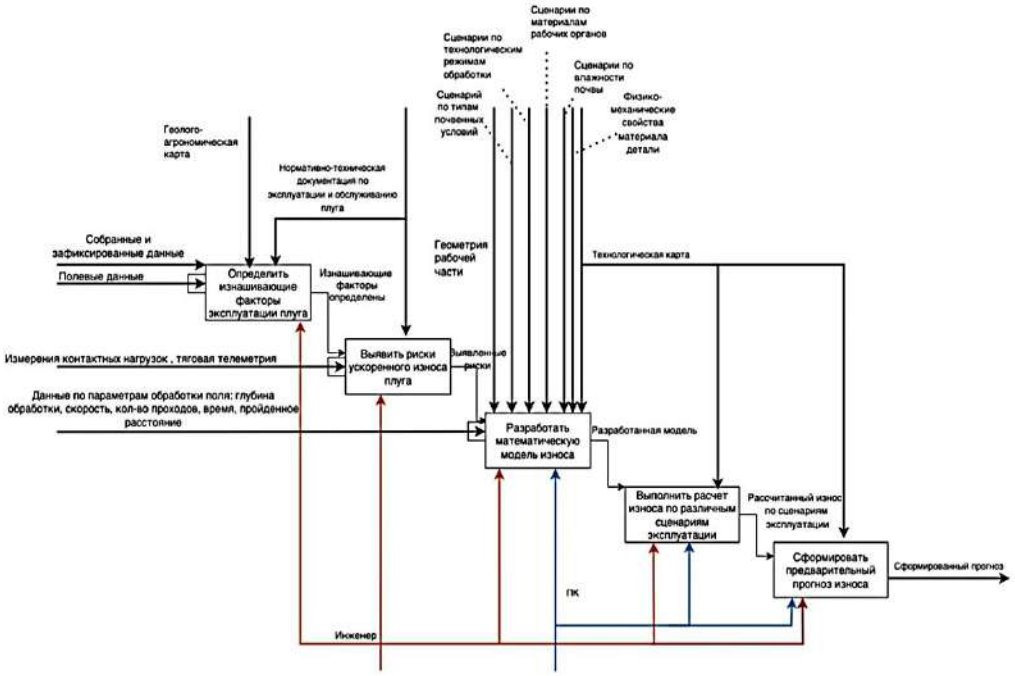

Рисунок 4 – IDEF0 диаграмма декомпозиции подпроцесса «Спрогнозировать и смоделировать износа почвообрабатывающих орудий» «Как есть»

Проведем качественный анализ бизнес-процесса на соответствие типовым требованиям с целью поиска путей для его улучшения [5, 6].

Анализ показал, что процесс на 56 % не соответствует требованиям к типовому процессу и 26 % частично соответствует, что указывает на необходимость реорганизации бизнес-процесса.

Проведем количественный экспресс-анализ исследуемого процесса «Как есть» по методике [7] в таблицах 1 и 2.

По результатам расчетов можно сделать вывод о том, что данный бизнес-процесс является сложным, хорошо регламентированным, характеризуется пониженной контролируемостью и ресурсоемкостью. Выявлены направления для совершенствования процесса – в первую очередь, это повышение процессности и контролируемости.

Таблица 1 – Показатели для количественного анализа процесса «Как есть»

Параметр бизнес-процесса	Количественное значение
Количество уровней бизнес-процессов	2
Количество экземпляров бизнес-процессов	17
Количество разрывов процессов в экземплярах бизнес-процессов	8
Количество классов бизнес-процессов	4
Число собственников бизнес-процессов	3
Количество использованных ресурсов в бизнес-процессе	8
Количество «выходов» в экземплярах бизнес-процессов	20
Количество регламентирующей нормативной документации	11

Таблица 2 – Количественный экспресс-анализ процесса «Как есть»

Показатели эффективности бизнес-процессов	Вид коэффициента	Формулы расчета коэффициентов	Нормативное значение коэффициента	Полученное значение коэффициента
Сложность	$k_{сл}$	$k_{сл}=\Sigma П_{ур}/\Sigma П_{экз}$	$k_{сл}\leq 0,66$	0,11
Процессность	$k_{пр}$	$k_{пр}=\Sigma П_{раз}/\Sigma П_{кп}$	$k_{пр}<1$	2
Контролируемость	$k_{отв}$	$k_{отв}=СП/\Sigma Пкп$	$k_{отв}=1$	0,75
Ресурсоемкость	$k_{р}$	$k_{р}=Р/\Sigma П_{вых}$	$k_{р}<1$	0,4
Регулируемость	$k_{рег}$	$k_{рег}=\Sigma П_{рег}/\Sigma П_{кп}$	$k_{рег}\geq 1$	2,75
			ИТОГО	**6,01**

Для реорганизации выбранного бизнес-процесса применен один из ключевых принципов реинжиниринга бизнес-процессов − горизонтальное сжатие, который предусматривает объединение нескольких отдельных рабочих процедур в одну целостную операцию, выполняемую одним исполнителем или небольшой командой [8]. Это позволит не только сократить длительность процесса, но и уменьшить коммуникационные потери, повысить ответственность исполнителя за результат, а также снизить количество ошибок [9]. Кроме того, предлагается разработать и использовать в процессе базу знаний сценариев опытной эксплуатации, а также информационную систему, автоматизирующую выполнение процесса.

Графические модели «Как будет» процесса «Разработать технологии упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих орудий», в нотации IDEF0 представлены на рисунках 5-8.

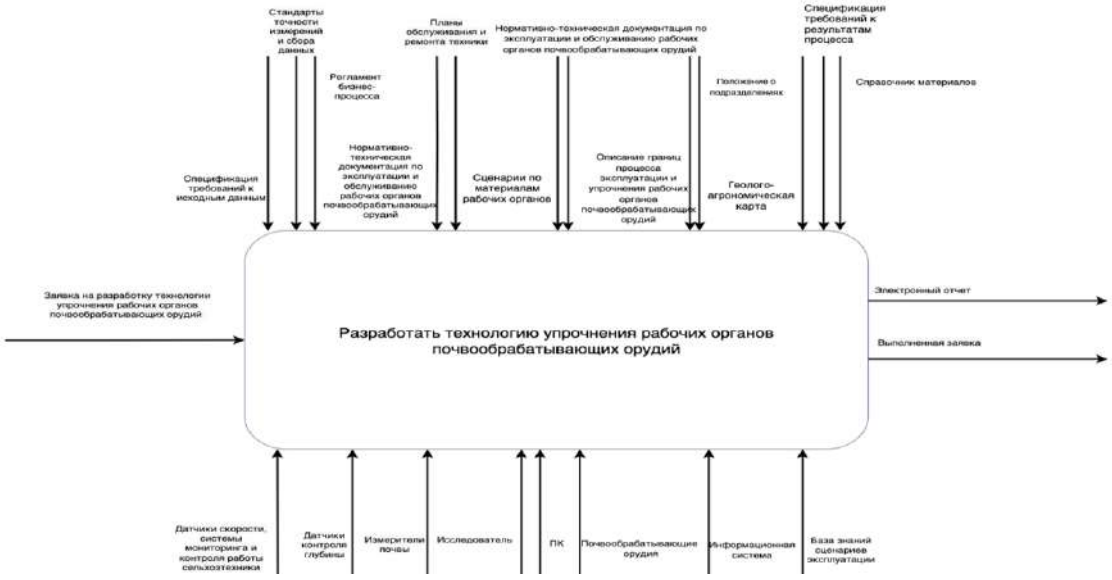

Рисунок 5 – IDEF0 диаграмма контекстного уровня процесса «Разработать технологию упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих орудий» «Как есть»

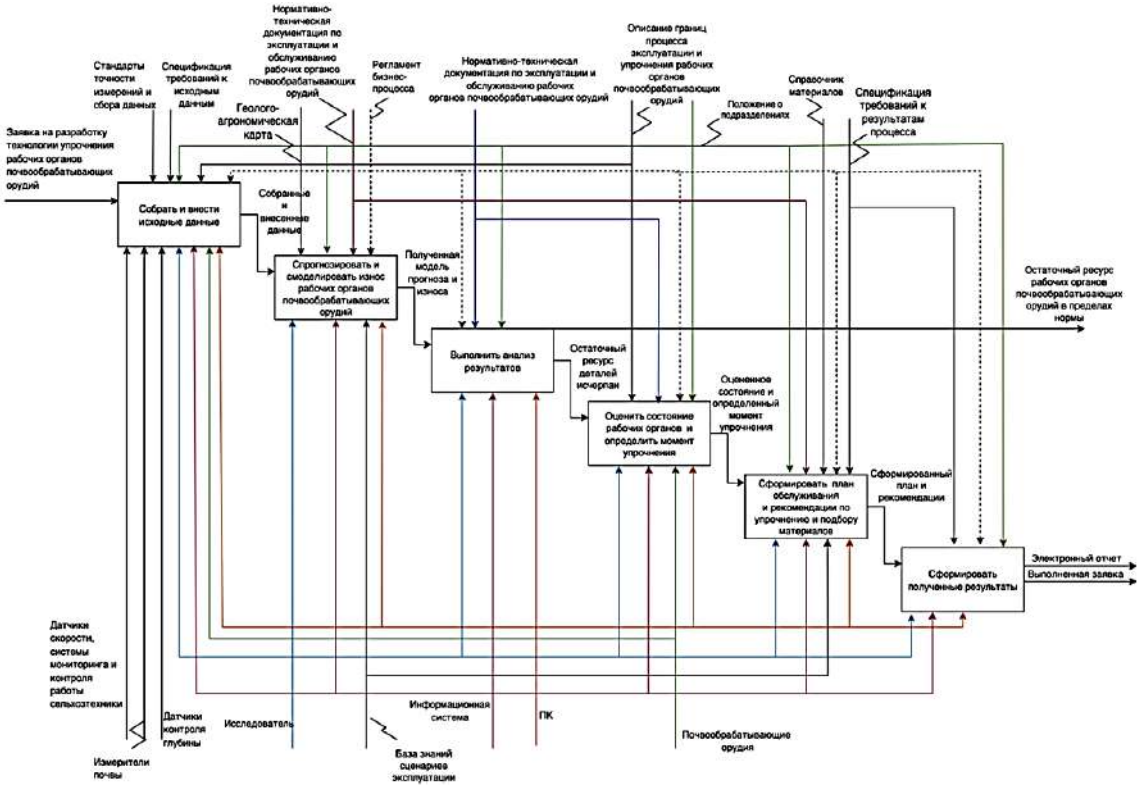

Рисунок 6 – IDEF0 диаграмма первого уровня декомпозиции процесса «Разработать технологию упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих орудий» «Как будет»

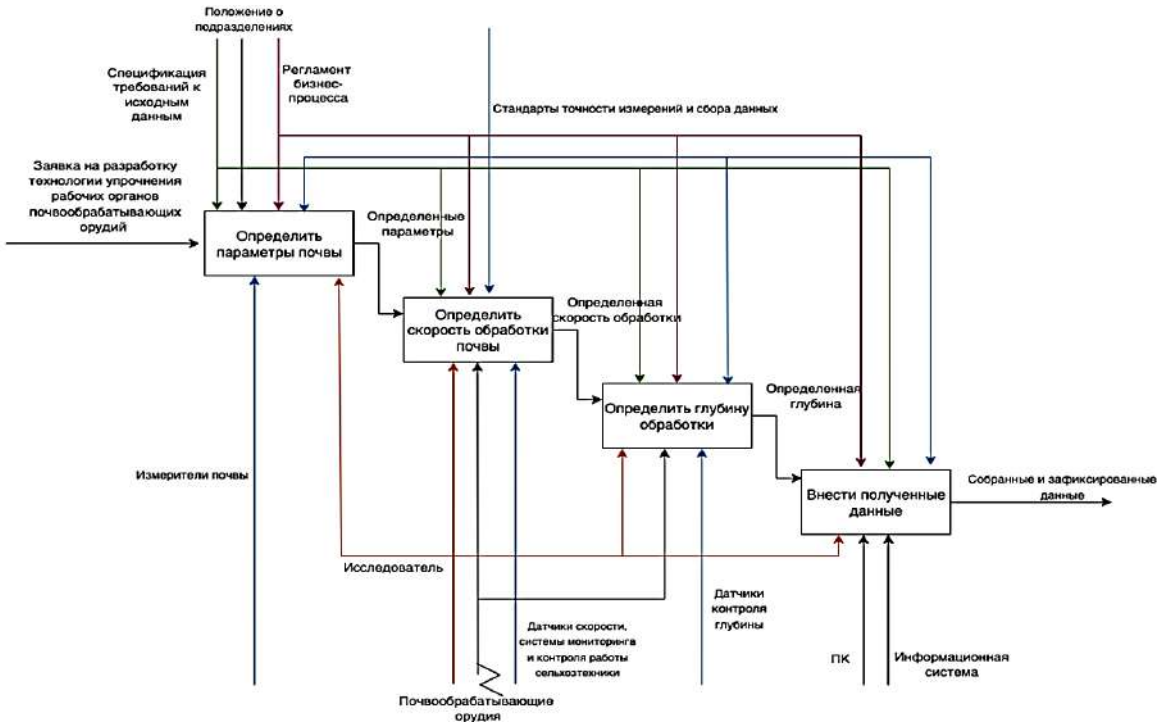

Рисунок 7 – IDEF0 диаграмма декомпозиции подпроцесса «Собрать и зафиксировать данные об обрабатываемом участке почвы» «Как будет»

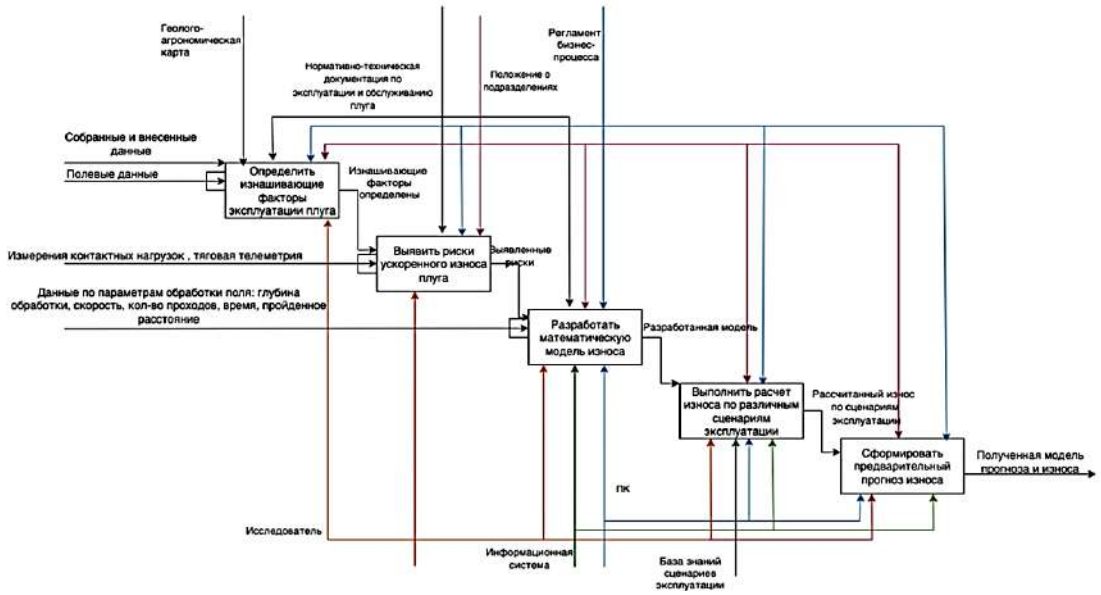

Рисунок 8 – IDEF0 диаграмма декомпозиции подпроцесса «Спрогнозировать и смоделировать износа почвообрабатывающих орудий» «Как будет»

Полученный результат на основе анализа на соответствие реорганизованного процесса типовым требованиям показал его существенное относительно представленной ранее модели «Как есть», поскольку 72 % показателей стали соответствовать требованиям, 8 % частично соответствовать и только 20 % не соответствуют. Такое улучшение было достигнуто за счет разработки и использования в качестве управляющего воздействия документа «Регламент бизнес-процесса».

В таблицах 3 и 4 представлен количественный анализ реорганизованного процесса «Как будет».

Исходя из данных, представленных в таблице, можно сделать вывод о том, что после внедрения информационной системы показатели эффективности бизнес-процесса в целом улучшились или сохранились на стабильном уровне по сравнению с текущим состоянием.

Таблица 3 – Показатели для количественного анализа процесса «Как будет»

Параметр бизнес-процесса	Количественное значение
Количество уровней бизнес-процессов	2
Количество экземпляров бизнес-процессов	16
Количество разрывов процессов в экземплярах бизнес-процессов	9
Количество классов бизнес-процессов	4
Число собственников бизнес-процессов	1
Количество использованных ресурсов в бизнес-процессе	8
Количество «выходов» в экземплярах бизнес-процессов	19
Количество регламентирующей нормативной документации	12

Таблица 4 – Количественный экспресс-анализ процесса «Как будет»

Показатели эффективности бизнес-процессов	Вид коэффициента	Формулы расчета коэффициентов	Полученное значение коэффициента «Как будет»
Сложность	$k_{сл}$	$k_{сл}=\Sigma П_{ур}/\Sigma П_{экз}$	0,12
Процессность	$k_{пр}$	$k_{пр}=\Sigma П_{раз}/\Sigma П_{кп}$	2,25
Контролируемость	$k_{отв}$	$k_{отв}=СП/\Sigma Пкп$	0,25
Ресурсоемкость	$k_{р}$	$k_{р}=Р/\Sigma П_{вых}$	0,4
Регулируемость	$k_{рег}$	$k_{рег}=\Sigma П_{рег}/\Sigma П_{кп}$	3
		ИТОГО	**6,02**

Показатель сложности незначительно увеличился, оставаясь в пределах нормативного диапазона. Это связано с добавлением этапов, обеспечивающих автоматизацию анализа и прогнозирования и свидетельствует о сохранении рациональной структуры бизнес-процесса. Показатель процессности повысился на 12,5 %, что отражает усиление взаимосвязанности и последовательности выполнения подпроцессов. Это говорит о большей интеграции этапов и переходе к более устойчивым, сквозным информационным потокам в рамках единой системы.

Показатель контролируемости снизился с 0,75 до 0,25, что свидетельствует о частичном переходе ответственности за контроль цифровым механизмам мониторинга. Показатель ресурсоёмкости остался неизменным, что свидетельствует о сохранении как экономически сбалансированного уровня использования ресурсов.

Показатель регулируемости увеличился на 9,5 %, что отражает повышение уровня регламентированности и стандартизации бизнес-процессов, обусловленное внедрением новых инструкций, методических рекомендаций и автоматизированных процедур, обеспечивающих стабильность и повторяемость операций.

Таким образом, реорганизация существующего бизнес-процесса «Разработать технологию упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих орудий», имеющего проблемы, связанные с отсутствием централизованной нормативной базы, недостаточной формализацией ответственности участников, высокой зависимостью от экспертных оценок и ручных операций при обработке данных, позволила создать новую модель, предусматривающую автоматизацию ключевых этапов – прогнозирования износа, моделирования эксплуатационных сценариев, анализа результатов и формирования рекомендаций по упрочнению. Разработанная модель характеризуется более чётким распределением ответственности, наличием единого информационного ресурса и улучшенными показателями управляемости и регулируемости.

Полученные результаты могут быть использованы в практике проектирования информационных систем для технического обслуживания сельскохозяйственных машин и при последующих исследованиях в области цифровизации производственных процессов в агропромышленном комплексе.

Список использованной литературы

1. Моторин В. А., Гапич Д. С., Олейников Р. Н. Оценка износостойкости лемехов с наплавкой легирующего слоя по контрольным сечениям // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 1 (61). С. 398-410.

2. Гапич Д. С., Моторин В. А., Олейников Р. Н. Теоретико-экспериментальный способ прогнозирования износа долот чизеля // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 2 (62). С. 347-356.

3. Определение бизнес-процессов//Plansys. Процессный подход к управлению организациями. https://plansys.ru/process/business-process-definition

4. Методология функционального моделирования IDEF0 // ГОССТАНДАРТ России. Москва: РД IDEF0 - 2000.

5. Елиферов В. Г., Репин В. В. Бизнес-процессы: регламентация и управление: учебник. Москва: ИНФРА-М, 2025. 319 с. https://znanium.ru/catalog/product/2226032

6. Елиферов В. Г., Репин В. В. Процессный подход к управлению: моделирование бизнес-процессов. Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2013. 523 с.

7. Дубинина Н. А. Показатели оценки бизнес-процессов предприятия // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2016. № 2 (29). С. 179-191.

8. Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе. Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2010. 274 с.

9. Акоева М. А. Реинжиниринг бизнес-процессов: принципы, факторы и ошибки проведения // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2016. №8 (18). https://cyberleninka.ru/article/n/reinzhiniring-biznes-protsessov-printsipy-faktory-i-oshibki-provedeniya

УДК 004.89

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО АНАЛИЗУ ПРАВИЛЬНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В НОТАЦИЯХ IDEF0 И DFD

Кочеткова О. В., *д-р техн. наук, профессор*
Шевченко Д. С., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлены результаты проектирования и разработки экспертной системы по проверке корректности графических моделей бизнес-процессов в наиболее часто используемых нотациях IDEF0 и DFD. В результате разработки и внедрения экспертной системы существенно улучшается анализ бизнес-процессов за счёт снижения количества ошибок, повышения точности проверок и сокращения времени на верификацию моделей. Экспертная система

может применяться не только в работе бизнес-аналитиков, но и в процессе обучения студентов − будущих проектировщиков и разработчиков информационных систем.

Ключевые слова: *бизнес-процессы, графические модели, нотация моделирования, правила нотации.*

Современные предприятия все чаще сталкиваются с необходимостью не только документировать, но и системно анализировать свои процессы для повышения прозрачности, оптимизации деятельности и успешной автоматизации. Качественное моделирование бизнес-процессов становится фундаментом для внедрения информационных систем, реинжиниринга и принятия обоснованных управленческих решений [1, 2].

На практике для описания и анализа бизнес-процессов широко используются различные нотации, среди которых особое место занимают IDEF0 и DFD. Эти методологии позволяют структурировать деятельность организации, выявлять ключевые функции, информационные потоки, а также формализовать требования к автоматизации. Однако ручная проверка корректности моделей требует высокой квалификации специалистов, занимает значительное время и сопряжена с риском человеческих ошибок.

В связи с этим актуальной задачей становится автоматизация анализа и верификации моделей бизнес-процессов. Одним из наиболее перспективных подходов к решению данной задачи является разработка экспертных систем, способных формализовать знания экспертов и применять их для проверки соответствия моделей установленным стандартам и правилам.

Целью работы является улучшение анализа бизнес-процессов за счёт снижения количества ошибок, повышения точности проверок и сокращения времени на верификацию моделей в нотациях IDEF0 и DFD.

Таким образом, настоящее исследование направлено на создание инструмента, который упростит и ускорит процесс анализа бизнес-процессов, повысит качество принимаемых решений и будет полезен для анализа диаграмм бизнес-процессов.

Несмотря на разнообразие нотаций моделирования диаграмм бизнес-процессов, именно IDEF0 и DFD представляют собой базовые и наиболее универсальные средства анализа и описания бизнес-процессов, особенно в сфере анализа.

Нотация IDEF0 позволяет структурировать процессы, выявить цели, входы, выходы, управляющие воздействия и механизмы, то есть она идеально подходит для функционального моделирования и описания логики управления. IDEF0 применяется на верхних уровнях абстракции и позволяет формировать контекстную картину всей деятельности организации [3].

Нотация DFD (Data Flow Diagram), в свою очередь, используется для детализации обработки информации, визуализации потоков данных и передачи информации между компонентами системы. DFD удобна для анализа логики автоматизации и проектирования информационных систем [4].

Использование этих двух нотаций в связке обеспечивает:

– переход от общего понимания функций (IDEF0) к подробному анализу потоков данных (DFD);

– возможность многоуровневой декомпозиции процессов;

– структурный подход, соответствующий ГОСТ и стандартам по автоматизированным системам;

– ясное представление как для аналитиков, так и для разработчиков ИС.

Эти нотации:

– соответствуют государственному стандарту (Р 50.1.028-2001 [5]);

– позволяют пошагово и формально декомпозировать бизнес-деятельность;

– используются в учебных курсах по системному анализу и проектированию;

– особенно удобны для выработки правил и критериев проверки корректности моделей.

Таким образом, при разработке моделей бизнес-процессов и систематизации ошибок в схемах логично опираться именно на нотации IDEF0 и DFD как наиболее подробные и понятные для визуального восприятия.

Недостатки ручного анализа бизнес-процессов [6]:

– зависимость от человеческого фактора вызванные невнимательностью, недостаточной квалификацией или субъективным мнением аналитика;

– анализ сложной диаграммы может занять от нескольких часов до нескольких дней, особенно если проект большой;

– даже опытные специалисты могут по-разному трактовать одно и то же правило, если нет формализованной базы знаний;

– в небольших компаниях может просто не быть человека, обладающего нужными компетенциями, что делает проверку невозможной без привлечения сторонних специалистов.

Процесс анализа корректности графических моделей бизнес-процессов состоит из большого количества этапов; имеет сложную структуру, включает множество действий, условий и событий, что указывает на его значительную продолжительность и трудоёмкость. Выполнение процесса не только занимает существенное время, но и требует координации между ролями, а также тщательно продуманного управления для минимизации простоев и повышения эффективности работы за счет создания автоматизированного решения.

В процессе анализа рынка программных решений было установлено, что в настоящее время не существует экспертных систем, предназначенных для автоматизированной проверки правильности построения диаграмм бизнес-процессов по всем правилам нотаций IDEF0 и DFD, проверки синтаксиса и содержательному анализу бизнес-процесса. Таким образом, целесообразно разработать такое программное решение собственными силами.

Сформулированы следующие группы требований к экспертной системе:

1. Бизнес-требования:

– повышение качества анализа моделей бизнес-процессов;

– ускорение процесса проверки без привлечения высококвалифицированных экспертов;

– стандартизация результатов анализа и минимизация человеческого фактора.

2. Требования пользователей:

– возможность пошагового опроса о параметрах модели;

– поддержка анализа для диаграмм нотаций IDEF0 и DFD;

– простой и интуитивный интерфейс для пользователей без специальной подготовки.

3. Функциональные требования:

– проверка наличия обязательных элементов диаграммы (входы, выходы, управление, механизмы);

– проверка согласованности между уровнями моделей;

– проверка синтаксиса оформления блоков и стрелок;

– проверка логической целостности бизнес-процессов.

4. Нефункциональные требования:

– высокое быстродействие системы;

– возможность обновления базы знаний без необходимости полной переработки системы.

5. Ограничения:

– экспертная система работает только с моделями в нотациях IDEF0 и DFD;

– не производится автоматическая визуализация схем, только их анализ.

Основные подзадачи автоматизации включают:

− формирование структуры базы знаний с правилами проверки диаграмм IDEF0 и DFD;

− пошаговую логическую структуру вопросов для последовательного анализа моделей, реализацию механизма опроса пользователя и накопления фактов;

− автоматическое сопоставление полученных данных с условиями правил;

− вывод диагностического заключения с перечнем обнаруженных ошибок и рекомендаций.

Создание экспертной системы включает следующие этапы [7]: идентификация, концептуализация, формализация, разработка экспертной системы, опытная эксплуатация, тестирование. Наиболее ответственным является этап формализации, на котором осуществляется преобразование концептуальной модели в формализованную структуру, пригодную для загрузки в выбранную программную оболочку. Знания представляются в виде продукционных правил формата «ЕСЛИ-ТО», разрабатывается текстовая база знаний, включающая проверочные вопросы, логические условия и допустимые варианты ответов. Этот этап требует аккуратной логической проработки, поскольку именно от качества формализации зависит корректность работы экспертной системы. Дерево функций экспертной системы построено по принципу последовательного уточнения области анализа и выбора соответствующих проверок, что позволяет эффективно структурировать процесс диагностики ошибок в моделях бизнес-процессов. В начале взаимодействия система задаёт ключевой вопрос: какой вид анализа требуется – IDEF0 или DFD. От выбора пользователя зависит дальнейшая траектория анализа.

Если пользователь выбирает DFD, то система исключает все вопросы и правила, связанные с нотацией IDEF0. Проверка фокусируется исключительно на диаграммах потоков данных (DFD), где осуществляется анализ на корректность структуры, соответствие стандартам, наличие и согласованность потоков, хранилищ, процессов и внешних сущностей, а также на соответствие диаграмме IDEF0. Ветка анализа IDEF0 при этом полностью игнорируется, что повышает эффективность и снижает нагрузку на пользователя.

Если же пользователь выбирает IDEF0, то система предлагает следующий уточняющий вопрос: какой тип проверки требуется. Здесь доступны три направления:

– проверка на соответствие нотации IDEF0 (например, наличие всех обязательных компонентов модели: входов, выходов, управления, механизмов);

– содержательный анализ (логика декомпозиции);

– синтаксическая проверка (оформление блоков, допустимость подписей, однозначность идентификаторов и т.д.).

В результате построения дерева функций и базы знаний экспертной системы было сформулировано 76 правил, охватывающих ключевые аспекты проверки моделей в нотациях IDEF0 и DFD. Такая система ответа на вопросы позволяет проводить целенаправленную и точную верификацию моделей, обеспечивая при этом гибкость и адаптивность к различным потребностям пользователей.

Для создания экспертной системы анализа бизнес-процессов использовалась специализированная оболочка. Её выбор осуществлялся методом Идеальной точки [8]. На рисунке 1 изображены диаграммы сравнения различных оболочек экспертных систем с идеальным вариантом, при этом хорошо просматривается, что Ungin имеет наилучшие показатели и данный вариант наиболее приближен к идеальной точке.

Ungin отличается простотой освоения и обеспечивает быструю формализацию правил для проверки диаграмм. Благодаря работе с продукционными правилами Ungin позволяет проводить чёткую логическую проверку бизнес-процессов без вероятностной неопределённости. Кроме того, оболочка является бесплатной и обладает открытой архитектурой базы знаний, что облегчает её адаптацию и обновление правил по мере изменения требований к анализу моделей [9].

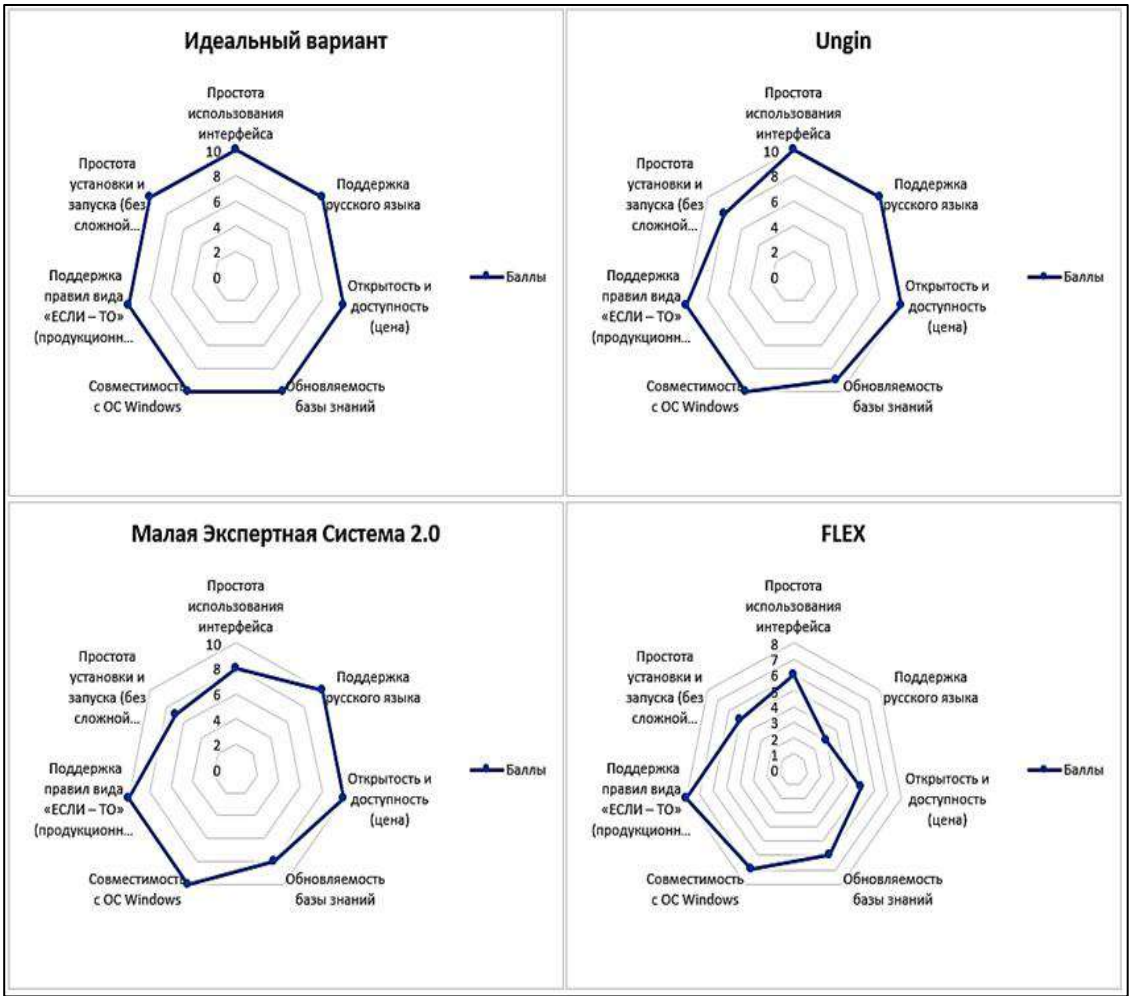

Рисунок 1 – Лепестковые диаграммы сравнения оболочек экспертных систем при помощи метода идеальной точки

На рисунке 2 представлен пример того, как выглядит окно выбора базы данных экспертной системы.

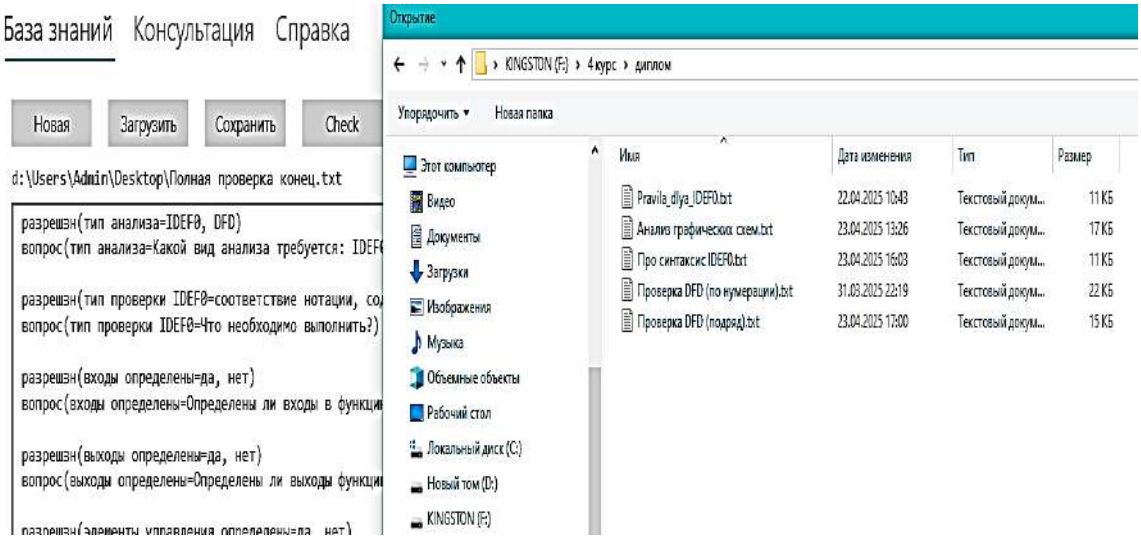

Рисунок 3 – Окно выбора базы данных для оболочки экспертной системы

На рисунке 4 представлен пример результата консультации пользователя.

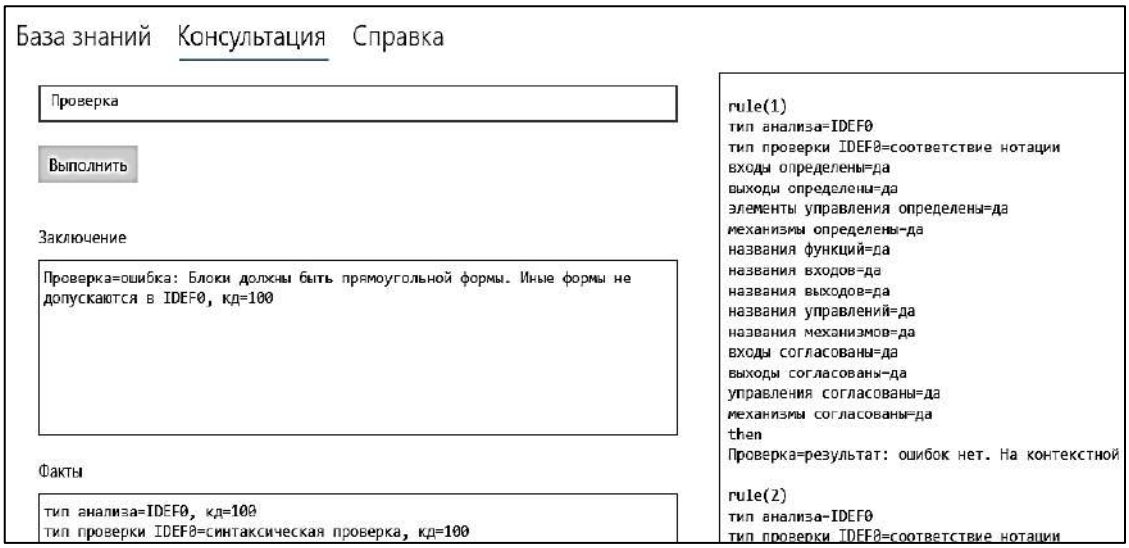

Рисунок 4 – Результат консультации

В ходе тестирования разработанной экспертной системы проверялись следующие функциональные возможности: загрузка внешнего файла с продукционными правилами базы знаний; последовательный диалог с пользователем на основе условий из базы знаний; корректная работа логического механизма вывода по правилам «ЕСЛИ – ТО»; формирование диагностического заключения по результатам анализа (подтверждение корректности или выявление ошибок в диаграмме).

Также проводилась проверка логических правил на внутреннюю полноту и целостность: выявление конфликтующих правил, приводящих к разным результатам в схожих ситуациях; обнаружение пропущенных правил, необходимых для получения результата.

В процессе тестирования не было выявлено нарушений или сбоев в логике работы системы. Система показала высокую устойчивость и стабильность логического вывода. По результатам выполненной работы были получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ [10, 11].

Проведённая оценка зрелости процесса проверки диаграмм IDEF0 и DFD до и после внедрения экспертной системы по ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2-2009 показала существенное повышение уровня зрелости: со второго уровня – управляемого (при этом многие характеристики соответствовали лишь нижнему порогу рейтинговой оценки "частично достигнут") до третьего уровня зрелости – установленного процесса. Таким образом, применение экспертной системы не только позволяет автоматизировать рутинные операции, но и приводит к качественным изменениям, повысив зрелость и управляемость бизнес-процесса анализа диаграмм.

Разработанная экспертная система позволяет автоматически выявлять типовые ошибки моделирования, проверять соответствие диаграмм установленным правилам и стандартам, а также формировать рекомендации по их корректировке. Это снижает зависимость от субъективной оценки специалистов, минимизирует временные затраты на верификацию моделей и способствует повышению качества проектируемых информационных систем.

Список использованной литературы

1. Зачем моделировать бизнес-процессы? // iSpace. URL: https://ispace-platform.ru/news/tpost/vy3e0zvx31-zachem-modelirovat-biznes-protsessi-vsyo#:~:

2. Моделирование бизнес-процессов // Википедия. https://inlnk.ru/dn8ge2

3. IDEF0. Знакомство с нотацией и пример использования // trinion. https://www.trinion.org/blog/idef0-znakomstvo-s-notaciey-i-primer-ispolzovaniya

4. What is a Data Flow Diagram // lucidchart. https://www.lucidchart.com/pages/data-flow-diagram?utm_source

5. Р 50.1.028-2001 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. https://docs.cntd.ru/document/1200028629

6. Главное о бизнес-аналитике: как она работает и чем поможет компании // skillbox. https://skillbox.ru/media/management/glavnoe-o-biznesanalitike-kak-ona-rabotaet-i-chem-pomozhet-kompanii/

7. Этапы разработки экспертных систем // studfile. https://studfile.net/preview/8786987/page:3/

8. Лихолетов В. В., Гельруд Я. Д. Управление предприятием (организацией). Методы решения задач и принятия управленческих решений: учебное пособие. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. 360 с.

9. Культин Н. Б. Искусственный интеллект: как создать свою экспертную систему? Литрес, 2023. https://www.litres.ru/book/nikita-borisovich-ku/iskusstvennyy-intellekt-kak-sozdat-svou-ekspertnuu-si-70130719/?ysclid=miouf5sb3912808261

10. Экспертная система по проверке правильности диаграмм в нотации DFD: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025660354 РФ. № 2025618137: заявл. 10.04.2025: опубл. (зарег.) 23.04.2025 / О. В. Кочеткова, Шевченко Д. С.; заявитель ВолГАУ. 1 с.

11. Экспертная система по проверке правильности диаграмм в нотации: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025680939 РФ. IDEF0№ 2025669569: заявл. 01.07.2025: опубл. (зарег.) 08.08.2025 / О. В. Кочеткова, Шевченко Д. С.; заявитель ВолГАУ. 1 с.

УДК 004.056:005.8

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ АНАЛИЗА И МОНИТОРИНГА РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТОВ

Кочеткова О. В., *д-р техн. наук, профессор*
Эскин Б. А., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлены графические модели процессов управления информационной безопасностью проектов «Как есть» и «Как будет». Разработана модель зрелости управления информационной безопасностью проектов, включающая 8 областей (аспектов) и 6 уровней зрелости – от нулевого до пятого.

Ключевые слова: *информационная безопасность, управление проектами, графические модели процессов, модель зрелости.*

В современных условиях распределённой работы и роста числа участников проектов обеспечение информационной безопасности (ИБ) становится ключевым показателем качества и надёжности проектов. Сохранение конфиденциальности, целостности и доступности проектной информации напрямую влияет на доверие к проекту, снижая риски задержек в реализации и перерасхода бюджета [1].

Эффективность современных проектов во многом зависит от создания гибкой, доступной и надёжной цифровой среды. Она позволяет сотрудникам взаимодействовать в реальном времени независимо от их местоположения. Гибкие подходы к управлению проектами, такие как Agile, получили широкое распространение именно потому, что они позволяют экономить ресурсы и быстрее достигать результатов в условиях неопределённости и быстро меняющихся требований. В отличие от традиционных линейных моделей, Agile предполагает итеративное планирование, постоянное взаимодействие с заказчиком, минимизацию формальной документации и высокую адаптивность [2]. Рабочие версии продукта появляются после каждого короткого цикла (спринта), а задачи распределяются внутри самоорганизующихся команд [3].

Однако обеспечение ИБ в таких динамичных условиях сопряжено с определёнными трудностями. Особенно это касается небольших проектных команд, которые составляют значительную часть

рынка. Например, по данным портала ganttpro.com, 30,5 % команд включают до 5 участников, а 39 % состоят из 6-10 человек [4]. В совокупности это означает, что почти 70 % проектных команд являются малыми. Существующие на рынке промышленные системы для мониторинга, анализа и управления событиями безопасности, известные как SIEM (Security Information and Event Management), являются комплексными и мощными инструментами, но их стоимость, начинающаяся от нескольких сотен тысяч рублей, делает их недоступными для малых проектных команд [5]. Таким образом, возникает острая потребность в создании комплексного, но гибкого и доступного решения для непрерывной оценки рисков ИБ в ходе реализации проектов.

Целью данного исследования является обеспечение высокого уровня ИБ проектов за счёт разработки и использования в деятельности небольших проектных команд автоматизированного решения для анализа и мониторинга рисков. Для достижения этой цели был поставлен ряд задач: изучить существующие научные публикации, международные методологии и нормативные документы; разработать модели деятельности проектных команд по обеспечению ИБ; создать новую модель для анализа и систематического мониторинга рисков, а также спроектировать и разработать на её основе автоматизированное решение.

В основу исследования и разработки предлагаемой модели лёг анализ и адаптация положений ведущих международных стандартов и признанных методологий. Были изучены ключевые документы в области ИБ, такие как серия ISO/IEC 27000 (включая ISO/IEC 27001, ISO/IEC 27002 и ISO/IEC 27005, посвящённый управлению рисками), а также основополагающий стандарт по менеджменту риска ISO 31000 [6]. Наряду с этим, были учтены подходы, изложенные в практиках COBIT 5 for Risk и ITIL, база знаний киберугроз MITRE ATT&CK, а также национальные стандарты, в частности ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001, и сведения из Банка данных угроз безопасности информации ФСТЭК России [7-11].

Текущий процесс управления рисками ИБ в проектах часто носит несистематический характер. Он во многом зависит от опыта и интуиции отдельного специалиста по ИБ и руководителя проекта. Анализ рисков проводится от случая к случаю, а его результаты не всегда наглядно представляются всем участникам команды. Это приводит к тому, что потенциальные угрозы могут быть упущены, а меры по их снижению принимаются с опозданием. Графически данный процесс можно представить с помощью контекстной модели в нотации IDEF0 (рис. 1).

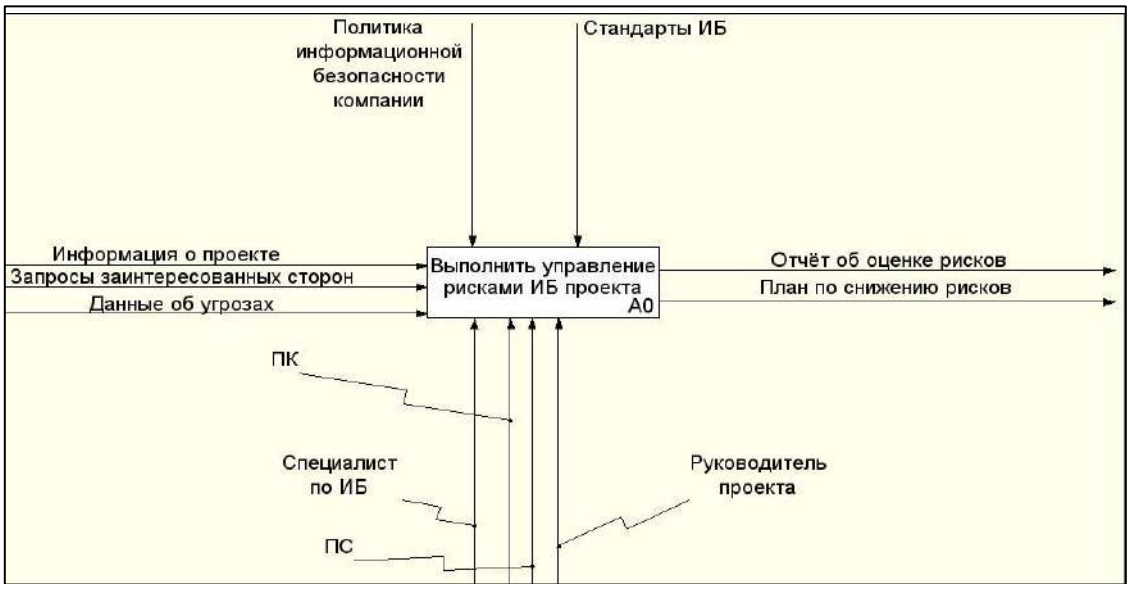

Рисунок 1 – IDEF0 диаграмма контекстного уровня процесса управления рисками ИБ проекта «КАК ЕСТЬ»

Как видно из представленной модели, процесс «Выполнить управление рисками ИБ проекта» начинается с поступления информации о проекте и данных об угрозах. Управляющими воздействиями служат политика ИБ компании и стандарты ИБ. В качестве исполнителей (механизмов) выступают специалист по ИБ, руководитель проекта и их рабочие станции. Результатом являются отчёт об оценке рисков и план по их снижению.

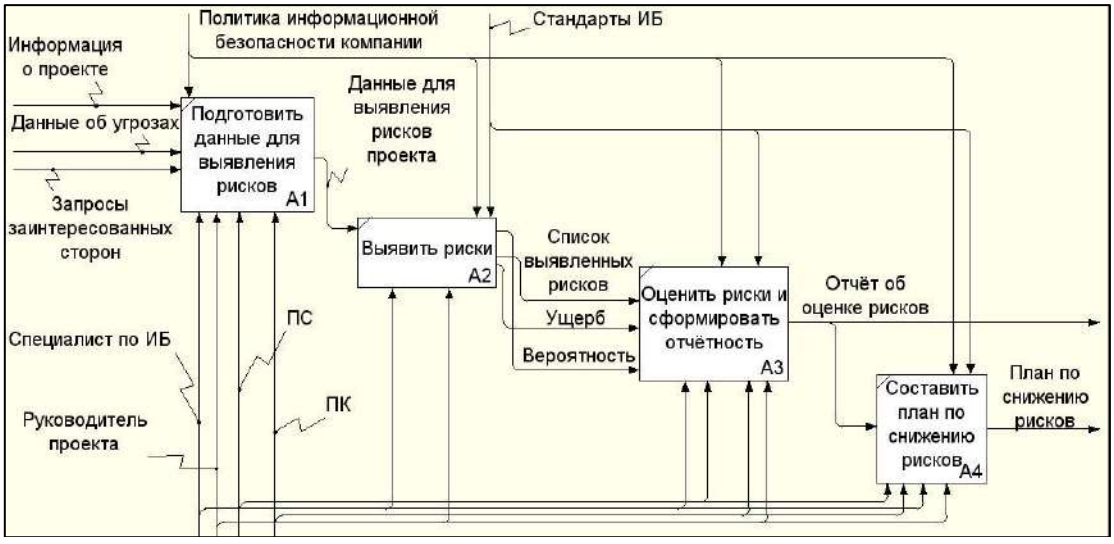

Рисунок 2 – IDEF0 диаграмма первого уровня декомпозиции процесса управления рисками ИБ проекта «КАК ЕСТЬ»

Более детальное рассмотрение этого процесса, представленное на диаграмме декомпозиции первого уровня (рис. 2), показывает его последовательную структуру. Процесс разбивается на четыре основ-

ных этапа: подготовка данных для выявления рисков, непосредственное выявление рисков, их оценка на основе ущерба и вероятности с формированием отчётности и, наконец, составление плана по снижению рисков. Эта модель подчёркивает линейный и замкнутый характер процесса, который выполняется ограниченным кругом лиц, не включая представителей заказчика, что усиливает его субъективность.

Для устранения недостатков качественных методов оценки рисков был предложен новый подход, основанный на нескольких принципах. Во-первых, это использование множества точек зрения заинтересованных сторон. Привлечение к оценке компетентной и разнообразной группы экспертов из числа участников проекта обеспечивает когнитивное разнообразие и более полную картину рисков. Во-вторых, необходимо исключить «групповое мышление», при котором стремление к согласию внутри команды преобладает над реалистичной оценкой ситуации. Это достигается за счёт проведения независимых индивидуальных оценок вне группы экспертов. В-третьих, используется готовый и понятный всем участникам набор критериев оценки. И, в-четвёртых, результаты коллективной оценки визуализируются для простого и наглядного обмена информацией с коллегами и руководством.

В качестве основы для набора критериев была выбрана непрерывная модель зрелости. Разработанная модель включает восемь ключевых областей (аспектов), которые могут привести к сбоям в ИБ: внешние факторы, управление безопасностью, бизнес-процессы, информационные активы, технологическая инфраструктура, человеческий фактор, специфические риски ИТ-проектов и архитектура предприятия. Для каждой из этих областей определены шесть уровней зрелости (от нулевого до пятого), что в совокупности даёт 48 показателей для целостной оценки. Новый, усовершенствованный процесс управления рисками предполагает активное использование автоматизированной системы, реализующей данную модель.

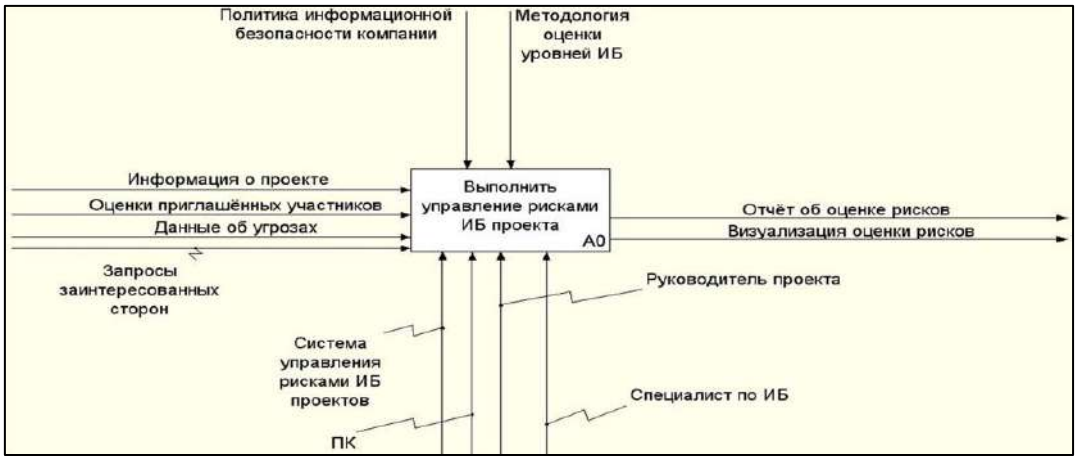

Рисунок 3 – IDEF0 диаграмма контекстного уровня процесса управления рисками ИБ проекта «КАК БУДЕТ»

В предлагаемой модели (рис. 3) процесс управляется структурированной методологией и автоматизированной системой, которая вовлекает в оценку всех участников проекта. На выходе, помимо отчёта, формируется наглядная визуализация рисков.

Декомпозиция этого процесса (рис. 4) показывает его ключевые отличия: после приглашения участников они проводят независимую оценку, на основе которой система рассчитывает сводный результат. Такой подход делает процесс объективным, параллельным и вовлекающим всю команду, в отличие от последовательного и субъективного существующего аналога.

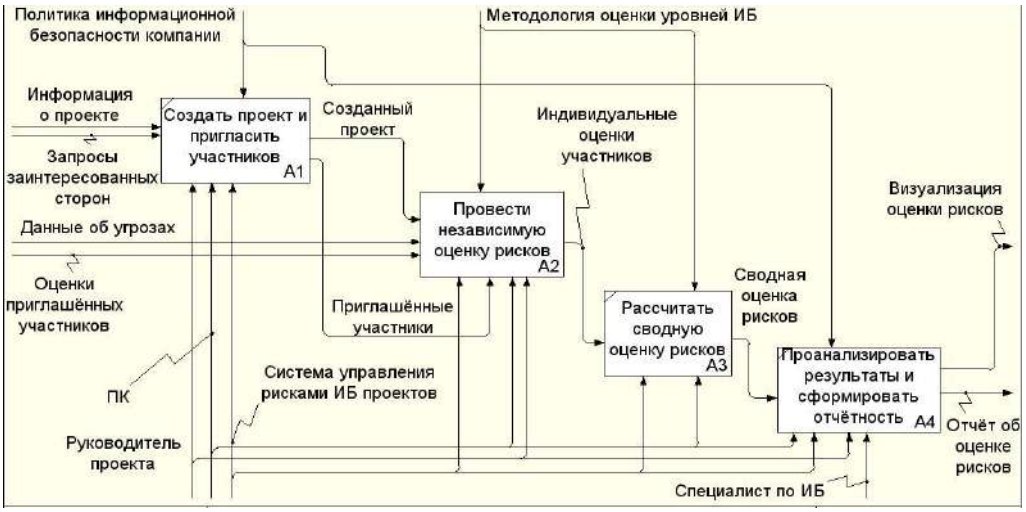

Рисунок 4 – Декомпозиция процесса управления рисками ИБ проекта «КАК БУДЕТ»

Разработка модели оценки рисков ИБ проекта, а также создание и использование на её основе программного продукта позволят проектным командам регулярно проводить мониторинг состояния безопасности. Это обеспечит раннее обнаружение любых отклонений и возможность принятия своевременных корректирующих действий, минимизируя потенциальный ущерб. Внедрение подобного инструментария способствует формированию культуры безопасности и превращает управление рисками из формальной процедуры в неотъемлемую часть рабочего процесса.

Список использованной литературы

1. Информационная безопасность: что это такое, виды информации и методы их защиты. https://mws.ru/blog/chto-takoe-informacionnaya-bezopasnost/

2. Топ-7 методов управления проектами: Agile, Scrum, Kanban, PRINCE2 и другие. https://productlab.ru/blog/top-7-metodov-upravleniya-proektami

3. Метод AGILE в управлении проектами: реализация метода, компетенции команды и руководителя проекта. https://cyberleninka.ru/article/n/metod-agile-v-upravlenii-proektami-realizatsiya-metoda-kompetentsii-komandy-i-rukovoditelya-proekta

4. GanttPRO Project Management Blog. blog.ganttpro.com

5. Обзор российских SIEM-систем. https://stakhanovets.ru/blog/obzor-rossijskih-siem-sistem/
6. ISO/IEC 27000 family. https://www.iso.org/standard/iso-iec-27000-family
7. COBIT 5 for Risk-A Powerful Tool for Risk Management. https://www.isaca.org/resources/news-and-trends/industry-news/2017/cobit-5-for-riska-powerful-tool-for-risk-management
8. Что такое ITIL? Основные принципы и рекомендации. https://www.atlassian.com/ru/itsm/itil
9. MITRE ATT&CK. https://attack.mitre.org/
10. Информационная технология (ИТ). Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования: ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2021. https://docs.cntd.ru/document/1200181890
11. Банк данных угроз безопасности информации. https://bdu.fstec.ru/threat

УДК 332:338.431

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОСЕКТОРЕ

[1]Климкина Е. В., *канд. с.-х. наук, доцент*
[2]Климкин Д. А., *магистр*
[1]Пушкарский И. В., *магистр*

[1]ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
г. Воронеж, Россия
[2]АНО ВО «Центральный университет»
г. Москва, Россия

Аннотация. Проанализированы основные проблемы, замедляющие цифровизацию в агросекторе, а также даются рекомендации для их преодоления, включающие улучшение инфраструктуры, развитие кадрового потенциала, совершенствование законодательной базы и обеспечение кибербезопасности.

Ключевые слова: *цифровизация АПК, интернет вещей, IoT, искусственный интеллект, роботизация сельского хозяйства.*

Цифровизация в аграрном бизнесе представляет собой комплексную трансформацию, направленную на повышение эффективности, устойчивости и оптимизации производства за счет применения инновационных цифровых технологий и данных. В частности, она включает использование умных датчиков, интернета вещей (IoT), искусственного интеллекта (ИИ), систем геоинформационного анализа (ГИС), роботизации и автоматизации сельскохозяйственных процессов. Это позволяет предприятиям оптимизировать производство, сокращать трудозатраты, улучшать качество продукции и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду, что способствует устойчивому развитию аграрного сектора. Однако, сельскохозяйственные производители, внедряя цифровые технологии, сталкиваются с рядом рисков и проблем:

1. Финансово-экономические барьеры: высокая стоимость внедрения и эксплуатации цифровых технологий, недостаток собственных средств финансирования у сельхозпроизводителей, большие затраты

на обновление и обслуживание систем цифровизации. Так первоначальные затраты на цифровизацию аграрного производства включают затраты на оборудование, программное обеспечение и обучение персонала. Цены на специализированное оборудование для сельского хозяйства в настоящее время в России варьируют, так средние затраты на базовые устройства (датчики, логгеры, геоинформационные системы, терминалы и другое техническое оснащение, необходимое для мониторинга и автоматизации процессов в сельском хозяйстве) составляют от 15 000 до 80 000 рублей за единицу. Стоимость ПО зависит от выбора, это могут быть готовые решения для управления агропредприятием, адаптируемые ERP-системы, аналитические платформы с ИИ и Big Data, а также отраслевые интеграторы (например, 1С: БСХП, 1С: ERP АПК) с возможностью кастомизации. Точные суммы определяются масштабом предприятия и глубиной интеграции, так стоимость аграрного ПО может начинаться от нескольких сотен тысяч рублей для небольших решений до миллионов рублей для комплексных систем с роботизацией и ИИ.

Обучение персонала, важный этап для работы с новыми цифровыми инструментами. Расходы на обучение зависят от объема и формы (очно, онлайн) и могут включать затраты на тренинги, семинары и практическую подготовку. В целом, точная сумма первоначальных затрат рассчитывается индивидуально исходя из целей, технических требований и уровня подготовки предприятия. Комплексная цифровизация позволяет существенно сократить производственные издержки и повысить эффективность, что оправдывает вложения в оборудование, ПО и обучение.

Снижение затрат на цифровые решения для сельского хозяйства прежде всего возможно за счет: государственной поддержки и льготного кредитования, предоставления субсидий на внедрение цифровых технологий. Минсельхоз России активно стимулирует цифровизацию АПК через создание национальной платформы, суперсервиса и комплекс информационных систем, что позволяет ускорить получение господдержки и снизить финансовую нагрузку на аграриев, а развитие отечественных цифровых решений и импортозамещение позволяют снизить стоимость технологий, делает их более адаптированными к условиям России и безопасными в использовании, что уменьшает риски и сопутствующие издержки [2, 3].

2. Кадровые и организационные проблемы: недостаток квалифицированных IT-кадров и специалистов по цифровым технологиям в сельском хозяйстве, низкий уровень цифровой грамотности персонала, жёсткая организационная структура предприятий, которая затрудняет изменение внутренних бизнес-процессов под цифровые решения.

Основными путями решения данной проблемы являются: создание программ повышения цифровой грамотности для фермеров и управленцев, включая курсы по использованию мобильных приложе-

ний, платформ и спутниковых технологий; проведение кампаний, кейсов и практических тренингов успешного применения цифровых решений, чтобы показать реальные преимущества цифровизации в сельском хозяйстве; расширение доступа к интернету и модернизация связи в сельских районах, что является критически важным условием для активного внедрения инновационных технологий. В России существуют специализированные программы и курсы повышения цифровой грамотности и квалификации сотрудников в сельскохозяйственном производстве, например: программа «Современные цифровые технологии на службе сельского хозяйства» для специалистов агрономических и инженерных служб, руководителей сельхозорганизаций; курс переподготовки «Цифровые технологии в АПК», который предназначен для сотрудников агрохолдингов и малых сельхозпредприятий для освоения цифровых технологий, социального управления и человековедческих технологий в агробизнесе; методика «АгроТек-Обучение: Цифровизация в Сельском Хозяйстве» – модульная программа с интерактивным обучением и практическими занятиями по работе с данными, IoT-сенсорами, анализу урожайности и управлению ресурсами.

3. Технологические риски: недостаточный уровень развития инфраструктуры, дефицит цифровых решений с учётом специфики агропредприятий, сложности с адаптацией технологий, а также риски сбоев и отказов в работе таких систем, что может приводить к простою и потере данных. Особенно актуальны проблемы – отсутствие широкополосного интернета на полях, недостаточная вычислительная мощность и нехватка площадок для тестирования технологий в реальном времени, все это усложняет выполнение технологических задач и приводит к потерям при внедрении цифровых технологий. Для решения этих проблем предлагаются комплексные меры: внедрение спутникового интернета и построение частных сетей 5G для широкополосного доступа, особенно в отдаленных полевых зонах; использование облачных вычислительных платформ, позволяющих сельхозпроизводителям арендовать необходимую вычислительную мощность по запросу, сокращая расходы на локальное оборудование; внедрение распределенных и гибридных вычислительных систем, в том числе с поддержкой искусственного интеллекта, для обработки данных непосредственно в полевых условиях; создание специализированных цифровых и физических тестовых площадок и агрокластеров, где возможно опробовать инновационные решения в условиях, близких к реальным; использование автоматизированных платформ и сервисов для тестирования программного обеспечения и IoT решений с возможностью мониторинга качества и быстрого развертывания; интеграция инструментов с искусственным интеллектом для автоматизации тестирования и анализа данных с учетом особенностей агротехнологий [5].

4. Несовершенство нормативно-правовой базы использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в России проявляется в сложной регламентации, которая в 2025 году претерпела изменения, но остается недостаточно полной для эффективного регулирования. С 1 марта 2025 года введено обязательное оснащение дронов системами удаленной идентификации, а с 1 августа 2025 года установлен новый класс воздушного пространства «Н» для БПЛА высотой до 150 метров, упрощающий порядок полётов для дронов до 30 кг. Тем не менее, по-прежнему существуют проблемы с бюрократическими барьерами и отсутствием комплексной системы мониторинга и контроля за использованием БПЛА, что затрудняет юридическую сторону цифровизации в агросекторе. Кроме того, нет четких стандартов для цифровых данных о почвах и растениях, что усугубляет технические и юридические трудности при внедрении цифровых технологий в сельском хозяйстве [1].

5. Особенности российского агросектора, в том числе присутствие консерватизма у сельхозпроизводителей, предпочитающих традиционные методы ведения хозяйства, который связан с несколькими психологическими, социальными и экономическими факторами; низкий охват цифровыми технологиями в секторе растениеводства; малый уровень применения отечественного программного обеспечения и робототехники, концентрированность цифровизации преимущественно в крупных агрохолдингах. В первую очередь, это инстинктивное стремление к сохранению привычного и проверенного опыта, что снижает восприимчивость к новым цифровым технологиям. Что может сопровождаться низким уровнем цифровой грамотности, ограниченным доступом к обучению и информационным ресурсам, и страхом перед экономическими и операционными рисками внедрения новых технологий. Для многих производителей они ассоциируются с неопределенностью, необходимостью дополнительных инвестиций и изменением сложившейся системы работы, что вызывает организационные и финансовые барьеры. Также влияние оказывает культурный фактор, где успех оценивается количественными показателями, а не инновационными подходами. Все это усиливает сопротивление к переходу на цифровые решения в агросекторе. Эффективные образовательные программы для убеждения сельхозпроизводителей в необходимости перехода на цифровые технологии включают следующие ключевые подходы: обучение базовым навыкам и компьютерной грамотности; формирование представления о преимуществах цифровизации для повышения производительности, управления ресурсами и качества продукции через реальные примеры и практические кейсы; использование комплексных программ подготовки специалистов и руководителей, ориентированных на понимание специфики таких тех-

нологий в сельском хозяйстве и умений применять их для решения профессиональных задач; внедрение интерактивных методов обучения, например: хакатоны, бизнес-инкубаторы и программ ускоренной подготовки, которые создают культуру инноваций и мотивируют к внедрению новых технологий; развитие цифровой культуры и предпринимательского мышления через поддержку талантов и формирование команды сотрудников с необходимыми компетенциями. Успешными примерами являются: «Школа фермера» с большим охватом регионов и обучающимися, курсы по цифровым системам управления агробизнесом, а также специализированные тренинги по цифровизации сельского хозяйства, направленные на повышение компетенций и снижение страха перед инновациями. В таких программах важно обеспечить поддержку после обучения, чтобы внедрение технологий проходило с консультациями.

6. Риски кибербезопасности: необходимость защиты больших объёмов данных агропредприятий от утечек и несанкционированного доступа, что важно для сохранения конкурентоспособности и репутации. Для снижения этих рисков необходим комплексный подход к защите информации: внедрение многоуровневых систем безопасности (включая шифрование, системы обнаружения проникновений, стресс-тестирование на устойчивость к атаке, контроль доступа, обучение сотрудников), а также организационные меры по обеспечению конфиденциальности и соблюдению законодательства. Особое значение имеет использование современных решений по кибербезопасности с учётом специфики агропредприятий и объёмов обрабатываемых данных.

7. Геополитические и экономические риски, связанные с ограничениями на импорт сельскохозяйственного оборудования и программного обеспечения. Основные проблемы включают: санкции и ограничения продолжают сужать каналы поставок сельхозтехники, оборудования и комплектующих из недружественных стран, это вынуждает аграриев искать альтернативы за счет продукции из стран Азии, но качество подобных аналогов порой ниже, что требует корректировок технологических процессов производства; импортозамещение IT-инфраструктуры связано с большими финансовыми затратами на замену серверов, систем хранения и сетевого оборудования из-за недоступности или подорожания зарубежных комплектующих, при этом отечественное ПО может быть несовместимо с унаследованной аппаратной инфраструктурой, что требует комплексной миграции и перестройки архитектуры информационных систем; рынок отечественных программных решений сильно фрагментирован, с множеством продуктов без гарантии долгосрочной поддержки, что затрудняет выбор и увеличивает риски неправильного выбора технологического стека. Сложности усугубляются постоянными изменениями в

правилах импортозамещения, включая расширение перечня критической инфраструктуры и требования к сертификации отечественного ПО. Для бизнеса это создает неопределенность, дополнительные юридические риски и удлинение сроков внедрения решений [4, 6].

Все эти факторы в совокупности замедляют окупаемость инвестиций в цифровизацию, увеличивая сроки возврата вложений и снижая экономическую привлекательность перехода к IT-решениям в агробизнесе. Для повышения окупаемости необходимы меры по развитию инфраструктуры, обучению кадров, упрощению нормативных процедур и расширению государственной поддержки целом.

Список использованной литературы

1. В России появился новый класс воздушного пространства для беспилотников // Официальный Интернет-ресурс Федерального агентства воздушного транспорта: сайт. https://favt.gov.ru/novosti-novosti?id=16351

2. Государственная поддержка сельского хозяйства: субсидии и программы для фермеров в 2025 г. // Shoppers.media. https://shoppers.media/ articles/24842_gosudarstvennaia-podderzka-selskogo-xoziaistva-subsidii-i-programmy-dlia-fermerov-v-2025-g

3. Климкина Е. В., Климкин Д. А. Барьеры внедрения технологий искусственного интеллекта в АПК и способы их преодоления // Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2025. Ч. 7. С. 59-65.

4. Куринова Е. А., Чутчева Ю. В. Факторы, припятствующие развитияю цифровизации сельского хозяйства в Российской Федерации // Вестник науки. 2024. № 12 (81) Т. 3. С. 210-218. https://www.вестник-науки.рф/article/19734

5. Провоторова Л. И. Цифровизация сельского хозяйства: перспективы и риски // Cifra. Экономика. – 2023. № 2 (2). https://cifra-economics.ru/archive/2-2-2023-august/10.23670/ECNMS.2023.2.13

6. Шогенов Б. А., Мирзоева А. Р. Проблемы цифровизации в отрасли растениеводства // Russian Journal of Management. 2023. №. 4. С. 478-489.

УДК 338.43:637.1

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ КОРПОРАТИВНОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ КОМПАНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Кравцов Д. П., *магистрант*
Ширяева Е. В., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Обоснована актуальность разработки корпоративной базы знаний для компании по производству молочной продукции на примере ООО «Еланский сыродельный комбинат». Проведен анализ возможных проблем компании при отсутствии единого централизованного хранилища накопленного опыта на предприятии и преимуществ внедрения корпоративной базы знаний. Определена структура и содержание корпоративной базы знаний.

Ключевые слова: *базы знаний, корпоративные базы знаний, цифровая среда, компания по производству молочной продукции.*

Одним из эффективных решений в управлении компаний различного масштаба является использование корпоративных баз знаний, которые на текущий момент популярны во всех отраслях [9], в том числе и в сельском хозяйстве. ООО «Еланский сыродельный комбинат» – одно из ведущих предприятий Волгоградской области, известное своим натуральным сыром и качественной молочной продукцией [5]. Для сохранения стабильного качества и повышения эффективности работы одним из ключевых направлений развития является создание корпоративной базы знаний – цифрового пространства, где собрано все, что делает предприятие успешным [2]. Если знания сотрудников – это клад, то база знаний – это карта к этому кладу, без неё информация рассеивается, теряется и не приносит пользы. В условиях современного рынка молочной продукции компания обязана сохранять и развивать свой накопленный опыт, корпоративная база знаний – это эффективный инструмент этого развития [3].

Современные трактовки определения корпоративной базы знаний от формализованной совокупности знаний организации до динамической цифровой среды, интегрирующей данные из различных систем в едином контексте, говорят о неоднозначности этого понятия.

Выделим основные подходы к определению понятия корпоративной базы знаний.

– В рамках систем управления знаниями корпоративная база знаний рассматривает как централизованное хранилище структурированной информации, созданное для сбора, организации, хранения и распространения знаний организации [2, 4].

– В рамках корпоративных информационных систем корпоративная база знаний – это программная платформа, обеспечивающая работу со знаниями [1, 8].

– Стратегический подход делает акцент на ценность и структуру знаний, определяя корпоративную базу знаний как совокупность взаимосвязанных и структурированных знаний, накопленных организацией в процессе ее деятельности, включая формальные правила, процедуры, данные о клиентах и партнерах, ноу-хау, корпоративную культуру и компетенции сотрудников, которые могут быть использованы для достижения стратегических целей компании [7].

– Практико-ориентированный подход определяет корпоративную базу знаний как инструмент самообслуживания в виде публичного или внутреннего портала со статьями, инструкциями, ответами на частые вопросы (FAQ), решениями инцидентов, позволяющий пользователям и сотрудникам самостоятельно находить информацию без обращения в поддержку, тем самым снижая операционную нагрузку [2, 9].

– В контексте цифровая трансформация корпоративная база знаний, как «живая» экосистема знаний, представляется динамической цифровой средой, которая интегрирует данные из различных систем (ERP, CRM, BI), документы, записи уроков проекта, экспертные профили и коммуникации в едином контексте; использует технологии семантического анализа, искусственного интеллекта и машинного обучения для автоматической классификации, извлечения знаний и персональных рекомендаций [7].

Выбор представления корпоративной базы знания также зависит от предметной области приложения этого понятия, опишем предприятие молочной продукции на примере ООО «Еланский сыродельный комбинат» в аспекте корпоративной базы знаний.

– ООО «Еланский сыродельный комбинат» в отраслях пищевая промышленность и агропромышленный комплекс специализируется от производства сырого молока до переработки молока, производства молочной продукции и оптовой торговлей молочными продуктами.

– Ключевыми продуктами молочного комбината являются цельномолочная продукция (молоко, кефир, йогурты, ряженка, сметана), сыры (полутвердые, мягкие, рассольные), масло, творог, сыворотка.

– В структуре компании – подразделения производства, логистики, продаж и маркетинга с основной информацией: регламенты производства (технологические инструкции на каждый продукт, карты критических контрольных точек, стандарты производственных операций), библиотека оборудования (паспорта, мануалы, графики планово-предупредительного ремонта для каждой линии); решения для инцидентов (история и анализ несоответствий, брака, отклонений в параметрах); карты логистических маршрутов; инструкции для водителей-экспедиторов; базы продуктов и клиентов; ответы на частые вопросы (FAQ) от дистрибьюторов и конечных потребителей.

Для крупного молочного предприятия корпоративная база знаний – это в первую очередь единая информационная система, которая хранит технологии, рецептуры, инструкции, документацию и регламенты, и инструмент, который помогает каждому сотруднику быстро ориентироваться в производственных, технологических и административных вопросах. Если обычная папка на сервере – это беспорядочный «чердак», то база знаний – это стройная библиотека, где каждый документ на месте, каждый ответ в поиске на расстоянии одного клика, такая база становится цифровой памятью предприятия. Для предприятия молочной промышленности с десятками технологических линий, смен и поставщиков единая система знаний гарантирует устойчивость производства и стабильность качества даже при ротации кадров.

При отсутствии централизованной корпоративной базы знаний в компании отмечается ряд проблем, таких как ручной поиск документов, потерю рецептур, хранение технических карт в разных местах,

что не только замедляет процессы, но и увеличивает риск производственных ошибок. Производство становится более гибким и отзывчивым при прозрачности и доступности централизованной корпоративной информации: рабочий оперативно найдёт ответ на вопрос без обращения к начальству, менеджер в реальном времени видит соблюдаются ли регламенты, технолог контролирует параметры варки сыра в реальном времени, а оператор видит обновленный график мойки оборудования.

Цели и преимущества использования корпоративной базы знаний для компании по производству молочной продукции ООО «Еланский сыродельный комбинат» видятся следующие:

– оптимизация производственных и управленческих процессов посредством централизации информации и автоматизации отчётности, что ускоряет анализ данных и синхронизирует работу отделов;

– стандартизация технологий и качество продукции посредством централизованного хранения актуальных рецептур и технологических карт и доступных в один клик;

– скорость обучения и быстрая адаптация новых специалистов: новый технолог или лаборант получают доступ ко всем регламентам и истории производственных решений в первый день работы. Новичок не зависит от наличия свободного «ментора» и может начать плодотворную работу за несколько дней, а не недель, это особенно важно при сезонном расширении производства молочной продукции или оперативной замене уволившихся сотрудников;

– преемственность знаний: уход опытного мастера-сыродела не приведет к потере уникальных ноу-хау, если они зафиксированы в корпоративной базе знаний в виде лучших практик;

– безопасность и соответствие: все сотрудники работают с последними версиями документов, соответствующими требованиям Роспотребнадзора и техническим регламентам;

– оперативность решения проблем и минимизация ошибок в технологических операциях: при отклонении вязкости йогурта можно быстро найти в корпоративной базе знаний возможные причины (качество закваски, режим пастеризации) и инструкции по корректировке;

– инновации: корпоративная база знаний становится платформой для обсуждения улучшений в производстве и управлении, инновационных идеи по рецептурам.

Рассмотренные выше цели разработки корпоративной базы знаний для компании по производству молочной продукции позволили определить ключевые разделы базы знаний для Еланского сыродельного комбината:

– производство: рецептуры, параметры пастеризации и созревания, временные графики каждого этапа производства;

– качество: контрольные карты, лабораторные тесты, стандарты по ГОСТ и техническим условиям;

– оборудование: паспорта машин, инструкции по обслуживанию и ремонту, графики профилактики;

– кадровый раздел: должностные инструкции, программы обучения, требования к компетенциям;

– логистика и сбыт: маршруты доставки, нормы загрузки, формы отчётности, контакты поставщиков.

Каждый раздел корпоративной базы знаний имеет свои подкатегории, теги и метаданные, чтобы поиск для сотрудников работал интуитивно. Примеры типичных запросов к корпоративной базе знаний от ключевых пользователей перечислены в таблице 1.

Таблица 1 – Примеры типичных запросов к базе знаний

Роль	Типичный запрос в корпоративной базе знаний
Технолог	Актуальная технологическая инструкция на йогурт питьевой 2,5 %
Мастер смены	Протокол настройки гомогенизатора для молока 3,2 %
Менеджер по продажам	Отличие нашего творога 9 % от конкурента Х. Аргументы для дистрибьютора
Лаборант	Методика определения антибиотиков в сыром молоке по ГОСТ
Снабженец	Утвержденный перечень разрешенных моющих средств для ЦММ»
Новый сотрудник	Введение в компанию: структура, продукция, основные принципы качества

Исходя из принципа, устаревшая информация – худшее, что может быть в базе знаний, необходим строгий регламент обновления базы знаний для поддержания ее актуальности, например, обязать ответственных специалистов, которые следят за обновлениями документов, раз в квартал проводить аудит содержимого базы для удаления устаревших данных, а изменения отражать в базе в течение одного рабочего дня.

Цифровизация предприятий сегодняшнего дня диктует требования интеллектуального поиска к корпоративной базе знаний, использование искусственного интеллекта при выдаче рекомендаций базы знаний поможет пользователям быстрее и результативнее находить ответы на возникшие вопросы, например, на запрос оператора о проблеме с качеством творога, искусственный интеллект предложит соответствующие инструкции по проверке температуры, времени ферментации и контакты лаборатории, это сэкономит время и снизит риск возможных технологических ошибок в производстве.

На сегодняшний день существуют примеры успешного внедрения корпоративной базы знаний в молочной отрасли. На одном из крупных перерабатывающих заводов Поволжья после введения базы

знаний время на ввод новых рецептур сократилось на 60 %, а количество несоответствий – на 35 %, более того, система позволила обнаружить четыре ошибки в техническом обслуживании оборудования, которые раньше никто не замечал, потому что информация была разбросана по разным документам.

Таким образом, в современной компании по производству молочной продукции корпоративная база знаний – это не архив документов, а цифровая среда бизнеса, в которой формализуется ключевые активы молочной компании: технологические ноу-хау, стандарты качества и операционные процедуры. Для компании по производству молочной продукции, где на кону безопасность, стабильность качества и соответствие строгим нормативам, грамотно организованная корпоративная база знаний становится стратегическим инструментом для снижения рисков, ускорения процессов и поддержания конкурентного преимущества на рынке молочной продукции.

Разработка корпоративной базы знаний для ООО «Еланский сыродельный комбинат» – это стратегический проект, направленный на повышение эффективности, качества и устойчивости бизнеса, его реализация позволит объединить многолетний опыт и инновации, обеспечив основу для дальнейшего роста предприятия. Инвестиция в базу знаний – это инвестиция в будущее. Она работает как буфер против текучести кадров, как средство повышения качества, как ускоритель внедрения инноваций. Для Еланского сыродельного комбината, с его традициями и репутацией, база знаний станет цифровым фундаментом долгосрочного успеха.

Список использованной литературы

1. Бутенко Н. Ю. Управление знаниями в корпорациях // БИ. 2015. № 11 (454). https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-znaniyami-v-korporatsiyah

2. Гапоненко А. Л., Орлова Т. М. Управление знаниями. Как превратить знания в капитал. М.: Эксмо, 2008. 400 с.

3. Как база знаний повышает эффективность компаний // АО «РОСБИЗНЕСКОНСАЛТИНГ», 1995-2024. https://companies.rbc.ru/news/ cGNSoozvCY/kak-baza-znanij-povyishaet-effektivnost-kompanij

4. Мильнер Б. З., Румянцева З. П., Смирнова В. Г., Блинникова А. В. Управление знаниями в корпорациях: учебное пособие. М.: Дело. 2006. 304 с.

5. Официальный сайт Еланского сыродельного комбината. ООО «Еланский сыродельный комбинат». Елань, 2025. http://elan-sk.ru

6. Руденко И. В., Винжегин О. М. Эволюция и основные концепции управления знаниями в современных условиях // Вестник ОмГУ. Серия: Экономика. 2009. № 3. https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-i-osnovnye-kontseptsii-upravleniya-znaniyami-v-sovremennyh-usloviyah

7. Стратегическое управление знаниями в условиях глобальной технологической трансформации: монография / М. С. Колясников, И. М. Черненко, Н. Р. Кельчевская, И. С. Пелымская. Москва: "Креативная экономика". 2023. 254 с.

8. Талянский Д. С. Модели управления знаниями в корпорации // Креативная экономика. 2016. Т. 10. № 8. С. 961-978.

9. Хорошавин В. С., Ширяева Е. В. Актуальность разработки базы знаний для конфигурации «1С: управление холдингом 8» // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. 2024. Т. II. С. 487-492.

УДК 338.43

ЦИФРОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЕСУРС ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Лозин М. Е., *студент*
Костенко В. И., *аспирант*
Моргачев И. В., *д-р экон. наук, профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Уточнена концепция управления в агропромышленном комплексе на основе цифровой информации как стратегического ресурса. Предложена оригинальная модель информационной системы, объединяющая технологические и организационные компоненты цифровой трансформации. Создана методика оценки уровня цифровизации сельскохозяйственных предприятий. Выявлены устойчивые связи между качеством информационного обеспечения и эффективностью работы агропредприятий. Доказано, что предлагаемый подход создает дополнительный эффект при внедрении цифровых решений в АПК.

Ключевые слова: *цифровая информация, большие данные, точное земледелие, управление данными, цифровая трансформация.*

Современный агропромышленный комплекс работает в условиях растущей неопределенности, связанной с усложнением производства, увеличением климатических рисков и глобальной конкуренцией. Цифровая трансформация сельского хозяйства превращается из дополнительной возможности в необходимое условие устойчивого развития. Цифровая информация становится стратегическим ресурсом, меняющим традиционные подходы к управлению агробизнесом.

Несмотря на значительное число научных работ по направлению экономического развития АПК как, например, [1-8], проблематика информации как стратегического ресурса отрасли – еще имеет резервы для дальнейших уточнений.

Анализ показывает серьезные проблемы в управлении информацией на сельскохозяйственных предприятиях. Существующие системы учета данных работают иногда разрозненно и не всегда эффективно в новых условиях. Среди основных проблем можно выделить:

- несвязанность информационных систем между собой;
- медленную обработку больших объемов данных;
- низкое качество и недостоверность информации;

• отсутствие механизмов превращения данных в полезные решения;

• высокую стоимость внедрения цифровых технологий.

В качестве решения предлагается комплексный подход к управлению цифровой информацией как ценным ресурсом предприятия. Этот подход предполагает создание единой информационной системы, обеспечивающей сквозную цифровизацию всех процессов.

Цель исследования – разработать модель управления цифровой информацией как стратегическим ресурсом агропромышленного комплекса и выявить устойчивые связи между качеством информационного обеспечения и эффективностью агропредприятий.

1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

1.1. Основы управления цифровой информацией

В основе исследования лежит системный подход к управлению информационными ресурсами с учетом специфики сельского хозяйства. Основные принципы включают:

• единство и взаимосвязь информационного пространства;

• поэтапный характер цифровых преобразований;

• рассмотрение данных как ценного актива;

• постоянное совершенствование информационных систем.

В сельском хозяйстве эти принципы реализуются через:

• создание единого информационного пространства предприятия;

• объединение данных из разных источников и систем;

• внедрение инструментов анализа для преобразования данных в решения;

• обучение сотрудников работе с цифровыми технологиями.

1.2. Модель информационной системы АПК

В основе предлагаемой модели лежит подход к информации как к ресурсу, который используется на всех уровнях предприятия. Модель включает следующие компоненты:

1. источники данных – датчики, устройства интернета вещей, спутниковые системы, системы учета;

2. инфраструктура – платформы сбора, хранения и обработки данных;

3. аналитические инструменты – системы анализа и визуализации данных;

4. системы поддержки решений – алгоритмы и модели для помощи в принятии решений;

5. организационная структура – процессы и навыки работы с информацией.

1.3. Методика оценки уровня цифровизации

Для оценки развития информационных систем сельхозпредприятий разработана методика, включающая следующие критерии:

Технологические показатели:

- степень автоматизации сбора данных;
- уровень объединения информационных систем;
- качество и надежность данных;
- скорость обработки информации.

Экономические показатели:

- эффективность использования информационных ресурсов;
- окупаемость инвестиций в цифровизацию;
- снижение операционных затрат;
- рост производительности труда.

Организационные показатели:

- уровень цифровых навыков персонала;
- развитость процессов управления данными;
- качество информационной поддержки решений.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

2.1. Влияние информационного обеспечения на эффективность АПК.

Изучение опыта внедрения цифровых решений в сельском хозяйстве позволило выявить устойчивые связи между качеством информационного обеспечения и эффективностью работы.

Повышение точности управленческих решений достигается за счет использования актуальных и полных данных. Хозяйства, внедрившие системы точного земледелия, показывают снижение затрат на удобрения на 15-25 % при одновременном росте урожайности на 10-20 % [9]. Это подтверждает связь: чем лучше информационное обеспечение, тем точнее принимаемые решения.

Экономия ресурсов становится возможной благодаря анализу больших данных. Системы контроля состояния растений и почвы позволяют сократить расход воды на орошение на 20-30 %, а применение умных систем кормления в животноводстве снижает расход кормов на 8-12 % [10].

2.2. Уровни развития информационных систем.

На основе исследования разработана шкала оценки развития информационных систем сельхозпредприятий, включающая пять уровней:

1. начальный уровень – разрозненные системы учета, ручной сбор данных;
2. стабильный уровень – упорядоченные процессы сбора информации;
3. согласованный уровень – объединенные информационные системы;
4. аналитический уровень – прогнозная аналитика на основе данных;
5. оптимальный уровень – интеллектуальные системы поддержки решений.

Исследование показывает, что большинство российских сельхозпредприятий находятся на 2-3 уровне развития, но наблюдается устойчивая тенденция перехода на более высокие уровни.

2.3. Сравнение эффективности информационных систем представлено в табл.1.

Таблица 1 – Сравнение эффективности информационных систем

Критерий эффективности	Традиционные системы	Цифровые платформы
Скорость обработки данных	Дни-недели	Минуты-часы
Полнота информационного покрытия	40-60 %	85-95 %
Точность прогнозов	60-70 %	85-90 %
Затраты на обработку информации	Высокие	Средние
Срок окупаемости инвестиций	1-2 года	6-18 месяцев

2.4. Препятствия цифровой трансформации.

Внедрение современных систем управления информацией сталкивается с серьезными трудностями:

- технические проблемы – несовместимость систем, плохой интернет в сельской местности, высокая стоимость оборудования;
- нехватка кадров – недостаток специалистов с цифровыми навыками, сопротивление сотрудников изменениям, низкий уровень компьютерной грамотности;
- финансовые трудности – большие первоначальные вложения, длительный срок окупаемости, риски цифровизации.

3. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.

3.1. Технологические направления.

Анализ мировых тенденций позволяет определить основные направления развития цифровой информации в АПК:

Искусственный интеллект – создание умных систем поддержки решений, прогнозная аналитика, автоматизация процессов управления.

Интернет вещей – расширение сети подключенных устройств, повышение точности сбора данных, создание цифровых моделей предприятий.

Блокчейн-технологии – обеспечение отслеживаемости продукции, повышение прозрачности поставок, снижение операционных затрат.

3.2. Организационные изменения.

Цифровая трансформация требует серьезных изменений в организации работы: Создание отделов по работе с данными, формирование межфункциональных команд, внедрение гибких методов управления. Обучение сотрудников цифровым навыкам, создание системы поощрения за использование цифровых инструментов. Изменение организационной структуры с учетом требований цифровой экономики, создание гибких и адаптивных структур.

Заключение. Разработана новая концепция управления цифровой информацией как стратегическим ресурсом агропромышленного комплекса, основанная на принципах системности и взаимосвязи.

Выявлены устойчивые связи между качеством информационного обеспечения и эффективностью работы сельхозпредприятий, подтверждающие стратегическую важность цифровой информации.

Определены перспективные направления развития цифровой информации в АПК, связанные с внедрением технологий искусственного интеллекта, интернета вещей и блокчейна.

Доказано, что эффективное управление цифровой информацией создает дополнительный эффект, позволяя не только оптимизировать рабочие процессы, но и формировать устойчивые преимущества сельхозпредприятий в долгосрочной перспективе.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой отраслевых стандартов управления данными в АПК, созданием методов оценки уровня цифровизации предприятий и изучением влияния цифровой трансформации на структуру агропромышленного комплекса.

Список использованной литературы

1. Антагонизм операционного и финансового рычага при повышении ключевой ставки Банка России на примере организаций АПК / И. В. Моргачев, К. Е. Токарев, Т. В. Даева [и др.] // Journal of Agriculture and Environment. 2024. № 9 (49).

2. Влияние ключевой ставки на финансирование оптимальной структуры капитала на примере агрохолдингов России / И. В. Моргачев, М. Н. Шевченко, Ю. В. Листопадова, Н. С. Панова // АПК: экономика, управление. 2025. № 3. С. 66-73.

3. Использование модели Дюпона для факторного анализа и таргетирования рентабельности собственного капитала агрохолдингов России / И. В. Моргачев, К. Е. Токарев, Н. С. Гавринева, З. Б. А. Аль-Джбури // Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени К. Л. Хетагурова. 2024. № 3. С. 186-198.

4. Моргачев И. В., Колпакова Е. А. Необходимость таргетирования рентабельности активов и собственного капитала на предприятиях АПК // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2023. № 5. С. 24-28.

5. Моргачев И. В., Антамошкина Е. Н., Гавринева Н. С. Оценка динамики кредиторской задолженности агрохолдингов Российской Федерации // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2024. Т. 10. № 1. С. 133-145.

6. Моргачев И. В., Даева Т. В., Гавринева Н. С. Оценка динамики собственного капитала агрохолдингов в Российской Федерации // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2024. № 3. С. 41-52.

7. Оценка динамики и эффективности использования активов агрохолдингов Российской Федерации / И. В. Моргачев, М. Н. Шевченко, Ю. В. Листопадова, Д. Ю. Чугай // АПК: экономика, управление. 2024. № 10. С. 64-76.

8. Оценка управления заемными средствами агрохолдингов России / И. В. Моргачев, Д. Ю. Чугай, А. В. Лебедь, Т. С. Быстрова // АПК: экономика, управление. 2024. № 3. С. 46-55.

9. Сидоров А. В., Фролова Е. К. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса: теория и практика. Москва: ИНФРА-М, 2021. 256 с.

10. Ковалев М. П. Точное земледелие и экономическая эффективность // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2021. № 5. С. 34-42.

УДК 004.65:681.3.06+001.891:519.816

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА АРХИТЕКТУРЫ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ХРАНИЛИЩА ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ НАУЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ COCOMO II

Марченко С. С., *канд. техн. наук, доцент*
Юшкин В. Н., *канд. техн. наук, зав. кафедрой*
Пенькова Р. И., *канд. с.-х. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучена системная проблема утраты первичных данных научных экспериментов. Рассмотрены четыре архитектурных подхода к созданию долговременного хранилища данных. Для объективного сравнения применена модель COCOMO II, учитывающая не только объём нового кода, но и усилия по внедрению. Экспертная оценка факторов стоимости выполнена на основе анализа технической и программной архитектуры научных организаций аграрного профиля. Обоснован архитектурный подход к созданию долговременного хранилища данных для организации с ограниченным бюджетом.

Ключевые слова: *долговременное хранение данных, научные эксперименты, Data Lake, озеро данных, COCOMO II, архитектура хранилища, сельскохозяйственные НИИ.*

Введение. Первичные данные научных экспериментов – основа воспроизводимости науки. Однако исследования Wicherts et al. [4] и Vines et al. [5] показывают: до 73 % авторов не могут предоставить исходные датасеты спустя несколько лет после публикации, а вероятность доступности данных снижается на 17 % ежегодно.

В сельскохозяйственных научно-исследовательских организациях эта проблема усугубляется децентрализованным хранением (бумажные журналы, Excel), отсутствием метаданных (*metadata*) и версионности (*versioning*), высокими рисками утраты при смене персонала.

При этом в РФ отсутствует централизованная платформа для хранения научных данных [9]. В этих условиях перед научно-исследовательской организацией встаёт задача выбора оптимальной архитектуры долговременного хранилища (*long-term data repository*) [2, 3, 8].

В данной статье проводится сравнительный анализ четырёх архитектурных подходов и оцениваются их трудозатраты по модели COCOMO II [7].

Перечислим альтернативы архитектурных подходов [1]:

1. Локальный стек на базе Hadoop (*On-premise Hadoop stack*).

Классическое решение для больших данных (*Big Data*): HDFS, Hive, Spark. Обеспечивает отказоустойчивость и масштабируемость, но требует квалифицированного DevOps-администратора и избыточен для объёмов ~10^4–10^5 записей.

2. Облачное *lakehouse* (AWS S3 + Glue + Athena).

Современный подход: неизменяемые данные в S3, метаданные – в Glue Catalog, запросы – через Athena. Гибкость и модель *pay-as-you-go*, но зависимость от вендора (*vendor lock-in*) и ежегодные расходы на облачные сервисы.

3. *Low-code*-хранилище (Airtable + Zapier + Python).

Airtable как центральное хранилище, Zapier для триггеров. Быстрое развёртывание, но ограничение на объём данных (~10^5 строк) и отсутствие прямой интеграции с фреймворками машинного обучения.

4. Легковесное специализированное хранилище на реляционной СУБД.

Веб-интерфейс + Telegram-бот → MySQL → Python-скрипты. Данные структурированы по ER-модели, приведены к третьей нормальной форме (*3NF / 3НФ*), включают метаданные (факторы, варианты, повторности, координаты). Поддерживается подготовка данных (*data preparation*) для *machine learning*.

В качестве методологии оценки будем использовать распространенную модель COCOMO II (*Constructive Cost Model II*) [4], разработанная для современных проектов.

Оценка выполнена в режиме Post-Architecture, с учётом:

KLOC – объём нового кода (*thousands of lines of code / тысячи строк кода*), % reuse – доля повторно используемых компонентов,

Effort Adjustment Factor (EAF / корректирующий множитель трудозатрат) – рассчитан на основе 21 *Cost Driver* (*фактора стоимости*), включая:

PVOL (*Platform Volatility / изменчивость платформы*),

ACAP/PCAP (*Analyst/Programmer Capability/квалификация аналитика/программиста*),

TOOL (*Use of Software Tools/использование инструментов*).

Трудозатраты рассчитываются как:

$$E = 2.94 \cdot \mathrm{KLOC}^{1.0997} \cdot \mathrm{EAF}, \quad (1)$$

где: KLOC – предварительная оценка объёма нового кода (в тысячах строк); EAF – Effort Adjustment Factor (корректирующий множитель трудозатрат), рассчитанный на основе 21 фактора стоимости.

Экспертная оценка факторов стоимости выполнена на основании анализа инфраструктуры и бизнес-процессов сбора данных, включает следующие выводы:

- все компьютеры работают под управлением различных версий MS Windows, используется ручная статистическая обработка, или программы для статистических расчетов старых версий, или возможности офисных пакетов», централизованная система доступа к данным отсутствует».

Это подтверждает низкую ИТ-компетентность персонала и отсутствие инфраструктуры для сложных решений.

Критерии экспертной оценки факторов стоимости приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Критерии экспертной оценки факторов стоимости

Уровень	ACAP/PCAP (квалификация)	TOOL (инструменты)	PVOL (платформа)
Very Low	Нет опыта в DevOps, облачных архитектурах	Ручная настройка, отсутствие CI/CD	Требует сертификации и специализированных знаний
Low	Базовое понимание, ограниченный опыт (как в ВКР)	Использование ручных расчетов, офисных пакетов и устаревших программ	Высокая сложность развёртывания и поддержки
Nominal	Средняя квалификация, опыт в смежных проектах	Современные, но не автоматизированные инструменты	Стандартная платформа без избыточной сложности
High / Very High	Профессионалы с опытом	Высокоавтоматизированные low-code платформы	Простой drag-and-drop интерфейс

На основе этих критериев и данных ВКР [3] установлены значения факторов стоимости (табл. 2).

Таблица 2 – Значения факторов стоимости

Фактор	Легковесное	Hadoop	AWS	Airtable
PVOL	Nominal	Very High	Very High	Low
ACAP/PCAP	Nominal	Low	Low	Nominal
TOOL	Nominal	Low	Nominal	Very High
EAF	1.0	2.8	2.2	0.9

Выполним сравнительный анализ архитектурных решений (табл. 3).

Таблица 3 – Сравнительная оценка трудозатрат

Архитектура	KLOC	EAF	E, чел.·мес	Стоимость, руб.
Hadoop	0	2.8	120	4 800 000
AWS Lakehouse	0	2.2	80	3 200 000
Airtable	0	0.9	7	280 000
Легковесное	6	1.0	15	600 000

Обоснование KLOC = 6: объём кода веб-приложения и Telegram-бота (PHP + JS + Python), оценённый по количеству строк кода завершенного проекта.

Функциональное сравнение архитектурных решений приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Функциональное сравнение архитектурных решений

Критерий	Hadoop	AWS	Airtable	Легковесное
Метаданные	☑	☑	⚠	☑
Версионность	☑	☑	✗	☑
Подготовка данных для ML	☑	☑	✗	☑
Независимость от вендора	☑	✗	✗	☑
Простота для учёных	✗	⚠	☑	☑ (Telegram)
Подходит для научной организации аграрного профиля?	✗	⚠	⚠	☑

Результаты пилотного тестирования и валидация оценки.

Для подтверждения работоспособности предложенной архитектуры и оценки её функциональности было проведено пилотное тестирование в условиях, приближенных к реальным, на базе научных организаций аграрного профиля Волгоградской области, подтвердившее работоспособность системы для целей хранения, обработки и подготовки первичных данных научных экспериментов.

Что касается экономии временных затрат, то до автоматизации процесс переноса данных из бумажных журналов в электронные таблицы занимал значительное время: при объёме эксперимента от 2 304 до 4 320 записей обработка одного набора данных требовала от 4 до 7,5 рабочих дней. После внедрения автоматизированного ввода через Telegram-бот и централизованного хранения в базе данных этап ручного переноса был полностью исключён. Данные фиксируются в момент измерения и мгновенно становятся доступны для анализа, что не только экономит время, но и снижает риск ошибок, связанных с человеческим фактором.

Фактический объём реализованного кода (~5.5 KLOC) близок к предварительной оценке (6 KLOC), что подтверждает корректность применения модели COCOMO II на этапе проектирования.

Заключение.

Модель COCOMO II позволила обосновать выбор архитектуры до начала разработки. Легковесное специализированное хранилище оказалось наиболее рациональным решением для НИИ с ограниченным бюджетом, оно в 5-8 раз дешевле коммерческих аналогов, обеспечивает полный контроль и независимость от вендора, поддерживает подготовку данных для машинного обучения.

Пилотное тестирование подтвердило работоспособность архитектуры и адекватность предварительных оценок. Фактический объём кода (~5.5 KLOC) демонстрирует, что предварительная оценка (6 KLOC) была консервативной, но методологически обоснованной. Это свидетельствует о применимости COCOMO II для выбора архитектурных решений в научных организациях.

Список использованной литературы

1. Chicago School Library. Archiving & Long-Term Storage of Scientific Data. https://library.thechicagoschool.edu/scientific-data/long-term

2. Ivankov D. V. Large-scale scientific data and long-term data storage function in a computing center // Journal of Physics: Conference Series. 2022. V. 2182. I. 1. Art. 012047.

3. Sorensen E., Kocksch L. Data Durabilities: Towards Conceptualizations of Scientific Long-Term Data Storage // Tecnoscienza – Italian Journal of Science & Technology Studies. 2021. V. 12. No 2. Pp. 123–144.

4. Vines T. H. et al. The availability of research data declines rapidly... // Curr. Biol. 2014.

5. Wicherts J. M. et al. The poor availability of psychological research data... // Am. Psychol. 2006.

6. Архипенков К. Г. Лекции по управлению программными проектами // CITForum. 2009. https://citforum.ru/SE/project_management/index.shtml

7. Боэм Б., Браун А., Мадхэри Г. Оценка стоимости программного обеспечения с использованием COCOMO II. Москва; Санкт-Петербург: Диалектика, 2020. 740 с.

8. Иванков Д. В. Реализация функции долговременного хранения научных данных большого объема в вычислительном центре // Энергобезопасность и энергосбережение: труды конференции. Электросталь, 2022. С. 23–27.

9. Перечень информационных и государственных информационных систем Министерства науки и высшего образования Российской Федерации // Официальный сайт Министерства науки и высшего образования РФ. 2022. https://obrex.ru/dokumenty/normativnye-akty/340-perechen-informatsionnykh-i-gosudarstvennykh-informatsionnykh-sistem-minobrnauki-rossii

УДК 004.932:631.347

АРХИТЕКТУРА И МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА ХАРАКТЕРИСТИК ИСКУССТВЕННОГО ДОЖДЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Наумов Ю. А., *студент*
Марченко С. С., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Предложена архитектура и методика автоматизированного мониторинга параметров искусственного дождя, формируемого дождевальными машинами, на основе технологий компьютерного зрения. Подход основан на видеорегистрации процесса дождевания и автоматическом анализе изображений для

определения диаметра капель, интенсивности осадков и равномерности полива. Предложенная система снижает трудоёмкость, повышает точность и уменьшает влияние человеческого фактора по сравнению с традиционными ручными методами.

Ключевые слова: *дождевальные машины, искусственный дождь, компьютерное зрение, видеорегистрация, автоматизированный мониторинг, цифровая обработка изображений, параметры капель, равномерность полива.*

1 Введение. Характеристики искусственного дождя, формируемого дождевальными машинами, напрямую влияют на равномерность распределения влаги, состояние верхнего слоя почвы и эффективность использования водных ресурсов. Контроль параметров капель и интенсивности осадков является обязательной частью испытаний дождевальных машин и регламентируется нормативными документами.

В действующей практике оценка параметров искусственного дождя выполняется с применением сети дождемеров, каплеуловителей, фильтровальной бумаги и последующей ручной обработки результатов с использованием таблиц и простых вычислительных средств. Несмотря на соответствие установленным методикам, подобный подход остаётся трудоёмким, чувствительным к человеческому фактору и ограниченным по скорости получения итоговых показателей. Значительная доля операций выполняется вручную, что повышает риск ошибок измерения, снижает воспроизводимость испытаний и затрудняет оперативную корректировку режимов работы дождевальных машин.

Развитие технологий компьютерного зрения и цифровой обработки изображений создаёт предпосылки для перехода к автоматизированным системам мониторинга искусственного дождя. Видеорегистрация процесса дождевания с последующим выделением капель на кадрах позволяет получать количественные оценки диаметра и распределения капель, интенсивности осадков и равномерности полива в автоматическом режиме.

Объектом исследования в данной работе является процесс испытаний дождевальных машин, направленный на получение и анализ параметров искусственного дождя.

Предметом исследования выступают методы и архитектурные решения автоматизированного мониторинга характеристик капель и распределения осадков с использованием технологий компьютерного зрения.

Цель исследования заключается в разработке архитектуры и методики мониторинга параметров искусственного дождя дождевальных машин на основе цифровой видеорегистрации и алгоритмов компьютерного зрения.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

– выполнить анализ действующей архитектуры процесса оценки искусственного дождя, выявить её ограничения и источники ошибок;

– исследовать существующие методы измерения, обработки изображений и расчёта гидродинамических характеристик капель;

– разработать целевую архитектуру программно-аппаратного комплекса мониторинга искусственного дождя;

– определить критерии оценки эффективности предложенной системы и её ожидаемые преимущества по сравнению с традиционными методами.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения точности, воспроизводимости и оперативности испытаний дождевальных машин, а также переходом к цифровым технологиям контроля поливных процессов в сельском хозяйстве. Формирование автоматизированной системы на основе компьютерного зрения позволяет модернизировать существующие подходы и создать основу для интеллектуальных испытательных комплексов нового поколения.

2 Методы и подходы.

2.1 Анализ существующего решения. В настоящее время оценка параметров искусственного дождя дождевальных машин выполняется с применением дождемеров, каплеуловителей, фильтровальной бумаги и ручных методов обработки результатов. Процесс включает несколько последовательных этапов: подготовку испытательной площадки, выполнение полива, сбор осадков, фиксацию отпечатков капель, вычисление их диаметра и формирование итоговых таблиц. Для проведения испытаний задействуются оператор дождевальной машины, оператор испытаний, лаборант, специалист по измерениям, инженер-испытатель и аналитик результатов.

Размеры отпечатков определяются визуально или с использованием простых средств измерений, после чего по табличным соотношениям рассчитывается диаметр капель. Полученные данные заносятся в ведомости дождемеров и используются для построения карты распределения полива.

Все этапы обмена информацией между исполнителями осуществляются вручную. Такой подход обеспечивает соответствие нормативной методике, но имеет существенные ограничения: высокая трудоёмкость, чувствительность к квалификации исполнителей, риск ошибок при переносе данных, отсутствие оперативного доступа к результатам и сложность накопления больших массивов измерительной информации. Архитектура процесса «как есть» представлена на рисунке 1.

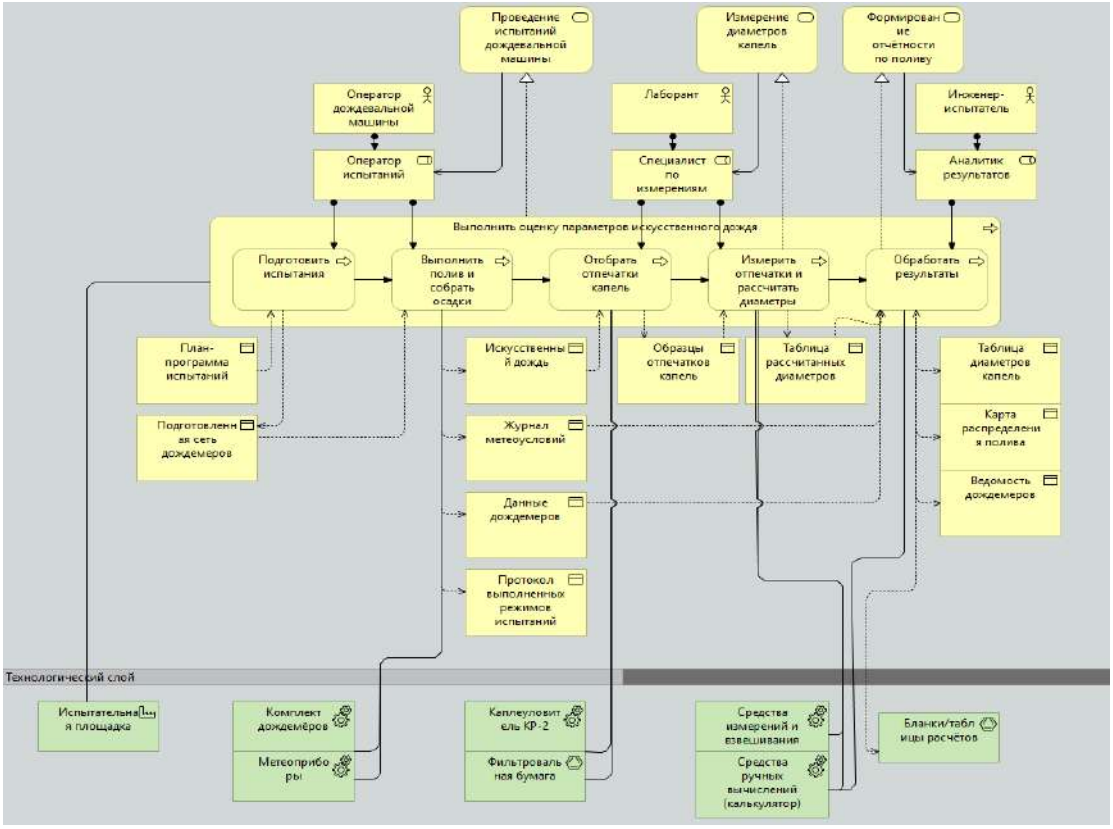

Рисунок 1 – Архитектура процесса «Выполнить оценку параметров искусственного дождя» (состояние «как есть»)

2.2 Предлагаемая методика мониторинга.

Предлагаемый подход основан на видеорегистрации дождевания и автоматическом анализе изображений. Методика включает:

1) получение видеопотока на фоне калиброванной сетки;
2) предварительную обработку кадров;
3) выделение контуров капель алгоритмами компьютерного зрения;
4) расчёт диаметра, распределения и интенсивности осадков;
5) формирование отчётных данных и визуализаций.

Метод уменьшает долю ручных операций, повышает точность и обеспечивает оперативный доступ к аналитическим показателям.

2.3 Критерии оценки эффективности.

Эффективность методики определяется по следующим показателям:

– точность расчёта геометрических параметров капель;
– воспроизводимость измерений;
– время получения результатов;
– снижение трудоёмкости по сравнению с ручными измерениями;
– пригодность к использованию в нормативной методике испытаний;
– корректность хранения и систематизации данных.

3 Результаты и обсуждение.

3.1 Сравнительный анализ методов мониторинга. Сравнение традиционной технологии оценки искусственного дождя и предлагаемой автоматизированной методики показывает существенные различия в структуре процесса, трудоёмкости и качестве получаемых данных. Ручной подход основан на последовательном выполнении операций по сбору осадков, фиксации отпечатков капель и расчёту их диаметров по табличным соотношениям. Это приводит к высокой зависимости результата от квалификации исполнителей, требует значительных временных затрат и затрудняет оперативный анализ дождевания.

Автоматизированная методика, использующая видеорегистрацию и алгоритмы компьютерного зрения, исключает необходимость получения бумажных отпечатков капель и ручного вычисления параметров. Геометрические характеристики определяются автоматически на основе анализа изображений, что повышает точность измерений и уменьшает влияние человеческого фактора. Существенно сокращается объём ручной работы, а передача данных между этапами выполняется в электронном виде, что снижает вероятность ошибок.

Таким образом, автоматизированный подход обеспечивает более высокую воспроизводимость, позволяет формировать результаты быстрее и создаёт основу для длительного хранения и систематизации измерительной информации.

3.2 Предлагаемая архитектура системы (текстовое описание). Предлагаемая архитектура системы мониторинга искусственного дождя включает несколько функциональных уровней, обеспечивающих сбор данных, их обработку и формирование аналитических результатов.

1) Уровень видеорегистрации. Камера фиксирует процесс дождевания на фоне калиброванной сетки, обеспечивая получение видеопотока, пригодного для последующего анализа.

2) Уровень предварительной обработки данных. Из видеопотока выделяются отдельные кадры, выполняется коррекция яркости, подавление шумов и локализация области интереса.

3) Уровень анализа изображений. На кадрах выделяются контуры капель, устраняются ложные объекты, вычисляются геометрические параметры и формируются массивы данных о капельном составе.

4) Уровень расчёта показателей дождя. Определяются диаметр капель, распределение размеров, интенсивность осадков и показатели равномерности дождевания.

5) Уровень аналитики и визуализации. Система формирует графики, сводные таблицы, карты распределения и отчёты, доступные оператору испытаний.

6) Уровень хранения данных. Видеоматериалы и вычисленные параметры сохраняются в цифровом виде, обеспечивая возможность последующего анализа и сравнения.

Такая архитектура обеспечивает автоматизацию ключевых этапов измерения и позволяет интегрировать процесс мониторинга в существующую практику испытаний без изменения нормативных процедур.

3.3 Оценка эффективности решения. Предложенная методика демонстрирует преимущества по сравнению с традиционными ручными измерениями. Автоматическое выделение контуров капель повышает точность и снижает влияние человеческого фактора. Видеорегистрация позволяет получать результаты значительно быстрее, обеспечивая оперативный контроль дождевания. Объём ручной работы сокращается, что уменьшает вероятность ошибок и повышает воспроизводимость измерений. Формирование цифровых данных и отчётных материалов улучшает качество аналитики и позволяет создавать долговременный архив испытаний.

В совокупности эти факторы подтверждают практическую эффективность автоматизированного мониторинга искусственного дождя.

4 Заключение. В работе выполнен анализ действующей технологии оценки параметров искусственного дождя и предложена методика автоматизированного мониторинга на основе видеорегистрации и алгоритмов компьютерного зрения. Показано, что ручные методы остаются трудоёмкими, подверженными ошибкам и ограниченными в части оперативности. Разработанный подход позволяет автоматизировать ключевые этапы измерений, повысить точность определения параметров капель и обеспечить стабильность результатов при повторных испытаниях.

Использование цифровых данных упрощает формирование аналитических материалов и создаёт основу для долгосрочного хранения результатов. Полученные выводы подтверждают практическую значимость предложенной методики и её перспективность для применения в испытательных лабораториях.

Список использованной литературы

1. Машины дождевальные. Методы испытаний: ГОСТ 2874-82. М.: Изд-во стандартов, 1982.
2. Машины для полива сельскохозяйственных культур. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.3.043-2002. М.: Стандартинформ, 2002.
3. Михайленко И. М., Лаптев В. В. Оценка равномерности дождевания дождевальных машин. М.: Колос, 2017. 184 с.
4. Рябинин В. С., Пасынков А. В. Технологии и оборудование для поливного земледелия. Краснодар: КубГАУ, 2019. 232 с.
5. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. O’Reilly Media, 2008. 580 p.
6. Хабиров Р. Ф., Воронов И. В. Методы цифровой обработки изображений: учебное пособие. СПб.: Питер, 2021. 336 с.
7. Мирошниченко М. А., Денисов А. А. Применение компьютерного зрения в агротехнологиях // Инженерно-технический вестник. 2022. № 4. С. 55-62.
8. Шатохин А. Н., Михайлов И. В. Цифровизация процессов поливного земледелия: методы и решения. Саратов: СГТУ, 2023. 148 с.

УДК 004.912:631.347

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИТИКИ ДАННЫХ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ИСКУССТВЕННОГО ДОЖДЯ

Наумов Ю. А., *студент*
Марченко С. С., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Описана разработка модуля визуализации и аналитики данных, являющегося завершающим компонентом цифровой системы мониторинга искусственного дождя. Модуль преобразует результаты обработки видеоданных в наглядные формы – карты распределения осадков, графики изменения параметров капель, диаграммы и стандартизированные отчёты. Это обеспечивает комплексный анализ, оперативную интерпретацию результатов и формирование цифрового архива испытаний.

Ключевые слова: *визуализация данных, искусственный дождь, дождевальные машины, цифровой мониторинг, карты распределения, автоматизированные отчёты.*

1 Введение. Мониторинг параметров искусственного дождя является важным этапом испытаний дождевальных машин и позволяет оценивать равномерность распределения осадков, диаметр и состав капель, интенсивность дождевания и устойчивость режимов работы оборудования. В последние годы в испытательных центрах наблюдается переход от традиционных ручных методов регистрации параметров дождя к цифровым системам, основанным на видеорегистрации и автоматизированной обработке данных. Такие системы обеспечивают повышение точности измерений, оперативность получения результатов и сокращение трудозатрат.

Однако при наличии модулей сбора видеоданных и алгоритмов выделения признаков капель остаётся нерешённой задача эффективной визуализации и аналитической интерпретации результатов. Получаемые данные имеют многомерный характер – включают наборы кадров, признаки капель, метрические показатели, параметры экспериментальных условий. Без специализированных инструментов визуального анализа становится затруднительным представление пространственного распределения полива, сравнение разных серий испытаний, выявление отклонений и преднамеренных ошибок процесса.

Поэтому разработка модуля визуализации и аналитики является ключевым элементом цифрового мониторинга искусственного дождя, обеспечивающим преобразование технических данных в удобные для инженера-испытателя аналитические материалы: карты распределе-

ния, графики параметров, отчёты и визуальные схемы. Такой модуль повышает информативность экспериментов, способствует более точной оценке работы дождевальной машины и позволяет формировать единый цифровой архив испытаний.

Цель исследования – разработка концепции и архитектурных решений модуля визуализации и аналитики данных, получаемых при мониторинге искусственного дождя.

Для достижения цели в работе решаются задачи:

– определить требования к отображению и интерпретации результатов мониторинга;

– выполнить структурирование входных данных и определить состав визуализируемых показателей;

– разработать архитектурную модель модуля визуализации;

– сформировать принципы формирования карт, графиков и отчётности;

– оценить ожидаемые преимущества использования модуля в составе цифровой системы испытаний.

Актуальность исследования обусловлена растущей потребностью в цифровых средствах анализа дождевания и отсутствием унифицированных подходов к представлению данных, полученных методами компьютерного зрения. Разработка модуля визуализации обеспечивает повышение информативности экспериментов и упрощает интерпретацию результатов специалистами.

2 Методы и подходы.

2.1 Анализ существующих решений.

Существующие системы цифрового мониторинга искусственного дождя в большинстве случаев ориентированы на получение видеоданных и автоматическое выделение признаков капель, однако возможности визуализации и аналитической обработки результатов остаются ограниченными. На практике инженер-испытатель продолжает использовать таблицы, простые графики и отдельные отчётные формы, что затрудняет комплексный анализ распределения дождя, сравнение серий испытаний и оперативную оценку работы дождевальной машины.

Инструменты визуализации, применяемые в исследовательских программных комплексах, как правило, не обеспечивают интеграции различных источников данных (кадры, признаки капель, метрики, параметры эксперимента), имеют ограниченные средства аналитики и не поддерживают генерацию стандартизированных отчётов. Также отсутствуют решения, позволяющие осуществлять визуальное сравнение разных режимов дождевания, анализ отклонений или оценку устойчивости процесса во времени.

Анализ существующих решений показывает необходимость специализированного модуля визуализации, обеспечивающего:

– комплексное представление данных мониторинга;
– поддержку карт, графиков и диаграмм;
– отображение пространственных и временных характеристик;
– автоматизированное формирование отчётных материалов;
– возможность сопоставления результатов различных испытаний.

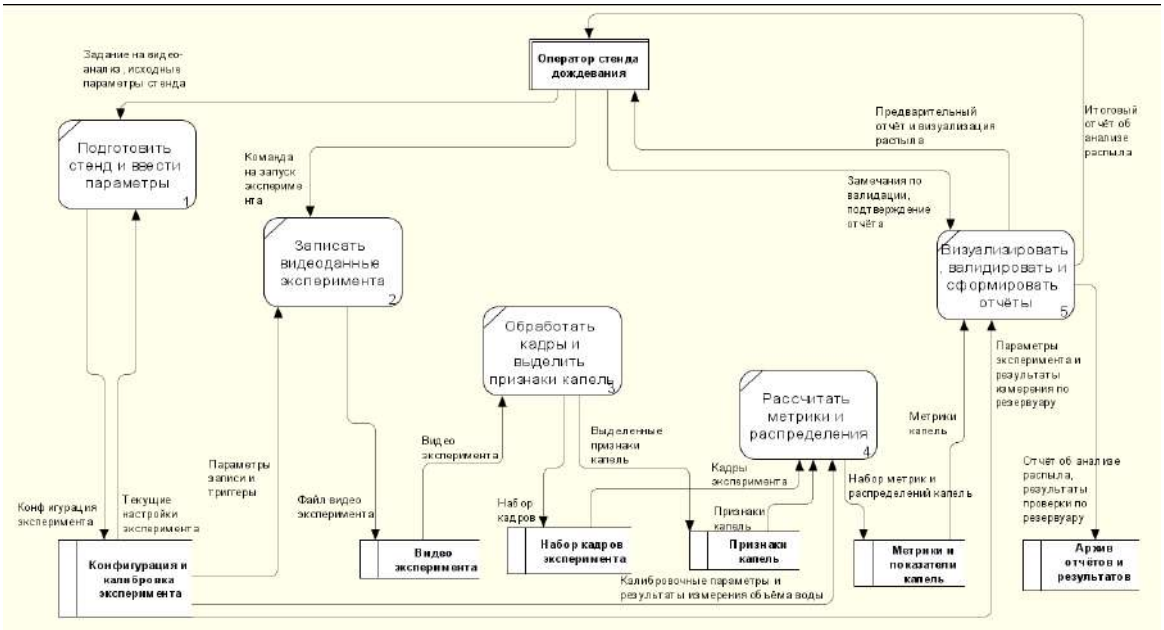

Рисунок 1 – DFD-модель процесса визуализации и аналитики данных мониторинга искусственного дождя (как будет)

2.2 Предлагаемая методика мониторинга. В предлагаемой методике модуль визуализации рассматривается как завершающий компонент цифровой системы мониторинга и выполняет преобразование вычисленных параметров искусственного дождя в удобные формы аналитического представления. Модуль получает структурированные данные, сформированные средствами обработки изображений, и обеспечивает их предварительную подготовку, включая удаление выбросов, нормализацию значений и распределение по пространственным и временным характеристикам. Это позволяет сформировать целостную картину дождевания по эксперименту.

Данные затем преобразуются в визуальные модели: карты распределения дождя, графики изменения параметров и диаграммы, отражающие особенности дождевания. Визуализация дополняется инструментами аналитического сравнения, позволяющими сопоставлять серии испытаний и наблюдать изменения параметров при разных режимах работы дождевальной машины. Завершающим этапом является автоматизированная генерация отчётов, включающих итоговые гра-

фические материалы, таблицы и ключевые результаты. Такой подход снижает трудоёмкость анализа, повышает объективность оценки дождевания и обеспечивает единый формат представления данных.

2.3 Критерии оценки эффективности. Эффективность модуля визуализации определяется тем, насколько полно он отражает ключевые характеристики дождевания и обеспечивает удобство аналитической интерпретации данных. Существенным показателем является информативность визуального представления, позволяющая инженеру быстро оценивать равномерность распределения осадков, изменения диаметра капель и особенности режима дождевания. Важным аспектом выступает и оперативность формирования визуальных материалов: система должна обеспечивать быстрое преобразование данных в карты и графики без значительных задержек.

Критически важна также корректность отображения параметров, так как искажения шкал или некорректные преобразования значений могут привести к ошибочным выводам. Эффективность модуля проявляется и в снижении трудоёмкости анализа: автоматическая сборка визуальных отчётов избавляет от необходимости ручного оформления результатов. Дополнительным показателем является устойчивость работы модуля при обработке больших массивов данных и его способность интегрироваться в общий процесс испытаний без изменения нормативных требований.

В совокупности эти характеристики подтверждают, что разработанный модуль визуализации способен повысить качество аналитической обработки данных мониторинга искусственного дождя и обеспечить удобство принятия решений при проведении испытаний.

3 Результаты и обсуждение.

3.1 Сравнительный анализ методов мониторинга. Сравнение традиционного и цифрового подходов показывает, что ручной метод основан на получении отпечатков капель и последующих расчётах, что делает процесс трудоёмким, подверженным ошибкам и ограниченным в части аналитики. Все данные представлены в виде таблиц и отдельных графиков, что затрудняет комплексную оценку распределения дождя.

Цифровой метод обеспечивает автоматическое выделение капель на видеокадрах и передачу рассчитанных параметров в модуль визуализации. Это значительно снижает долю ручной работы и повышает точность, так как исключаются субъективные измерения. Важным преимуществом является возможность пространственного и временного анализа, недоступного при традиционной обработке данных.

3.2 Предлагаемая архитектура системы. Предлагаемая архитектура ориентирована на включение модуля визуализации в единый цифровой процесс мониторинга искусственного дождя. Видеоданные

проходят этапы обработки, после чего сформированные параметры передаются в визуализирующий модуль. Он преобразует данные в карты распределения осадков, графики характеристик капель и итоговые аналитические схемы.

Архитектура предусматривает хранение визуальных материалов и исходных данных, что позволяет формировать цифровой архив и выполнять повторный анализ без дополнительных измерений. Включение модуля визуализации завершает процесс мониторинга и обеспечивает удобную интерпретацию результатов.

3.3 Оценка эффективности решения. Разработанный модуль визуализации улучшает качество анализа дождевания за счёт наглядного представления данных и автоматизации формирования итоговых материалов. Инженер получает не набор чисел, а структурированную картину распределения дождя, изменение параметров во времени и аналитические графики, что облегчает принятие решения о работе дождевальной машины.

Модуль снижает трудоёмкость анализа, ускоряет получение итоговых результатов и обеспечивает стабильность представления данных при разных объёмах входной информации. Это подтверждает эффективность предложенного подхода и его практическую ценность для цифровых испытаний дождевальных машин.

4 Заключение. В работе рассмотрены особенности проектирования модуля визуализации и аналитики данных при цифровом мониторинге искусственного дождя. Показано, что традиционные методы обработки результатов испытаний ограничены в части наглядности, требуют значительных трудозатрат и не обеспечивают комплексного анализа параметров дождевания. Предлагаемый модуль визуализации рассматривается как завершающий компонент цифровой системы мониторинга и обеспечивает преобразование расчётных показателей в удобные аналитические материалы: карты распределения дождя, графики характеристик капель и сводные отчёты.

Анализ результатов подтвердил, что использование модуля повышает оперативность обработки данных, снижает субъективность оценки и улучшает восприятие характеристик дождевальной машины. Визуальное представление данных делает процесс анализа более структурированным и удобным для инженера-испытателя. Полученные выводы подтверждают эффективность разработанного решения и целесообразность его внедрения в цифровую инфраструктуру испытаний.

Список использованной литературы

1. Машины дождевальные. Методы испытаний: ГОСТ 2874-82. М.: Издательство стандартов, 1982.

2. Алдошин Н. В., Тихонов А. И., Шумаков Н. В. Системы орошения и дождевальные установки: учебное пособие. М.: Колос, 2019. 224 с.

3. Михайленко И. М., Лаптев В. В. Анализ равномерности дождевания и методы оценки параметров дождя. М.: «Росинформагротех», 2017. 180 с.
4. Рябинин В. С., Пасынков А. В. Технологии поливного земледелия: оборудование, эксплуатация, контроль. Краснодар: КубГАУ, 2020. 236 с.
5. Шашкин А. Г., Сидоров А. А. Цифровые технологии в агротехнических исследованиях: методы, инструменты, применение. М.: Инфра-М, 2021. 312 с.
6. Хабиров Р. Ф., Воронов И. В. Методы цифровой обработки изображений: учебное пособие. СПб.: Питер, 2021. 336 с.
7. Денисов А. А., Мирошниченко М. А. Применение компьютерного зрения в задачах агротехнологического контроля // Инженерно-технический вестник. 2022. № 4. С. 55-62.
8. Гладышев С. Н., Горюнов В. С. Аналитические методы оценки параметров дождевания в системах орошения // Вестник РГАУ–МСХА. 2021. № 7. С. 89-95.
9. Чичкин К. А. Применение цифровых методов визуализации в инженерных системах сельского хозяйства // Агроинженерия. 2020. № 5. С. 43-49.
10. Шатохин А. Н., Михайлов И. В. Цифровизация процессов поливного земледелия: методы и решения. Саратов: СГТУ, 2023. 148 с.

УДК 378.663+004

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА АПК: ЕДИНСТВО НАУКИ, БИЗНЕСА И ОБРАЗОВАНИЯ

[1]Панова Н. С., *канд. экон. наук, доцент*
[1]Панов А. А., *канд. экон. наук, доцент*
[2]Петракович А. В., *канд. экон. наук, доцент*

[1]ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия
[2]УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь

Аннотация. Обоснована необходимость интеграции элементов финансовых технологий (финтеха) в образовательные программы аграрных вузов. Рассмотрены основные тренды цифровизации агробизнеса, проанализирован потенциал финтеха для повышения финансовой грамотности и эффективности управления сельскохозяйственными предприятиями.

***Ключевые слова*:** *цифровые экосистемы*, *цифровизация АПК, финансовые технологии, образовательные программы аграрных вузов.*

Современный агропромышленный комплекс России находится в процессе глубокой структурной перестройки, движимой цифровыми технологиями. Этот переход выходит за рамки простой автоматизации отдельных процессов и формирует целостную цифровую экосистему, жизнеспособность которой напрямую зависит от эффективного взаимодействия трех ключевых элементов: науки, бизнеса и образования [1, 4]. Как подчеркивается в официальных материалах Минсельхоза России, образовательные платформы становятся важнейшей частью этой экосистемы, выполняя роль связующего звена, которое транслирует новые знания в практику [2].

Наука выступает генератором фундаментальных знаний и прорывных решений. Исследования в области искусственного интеллекта, больших данных, робототехники и интернета вещей (IoT) задают вектор развития для всего комплекса [3]. Российские научные коллективы активно работают над созданием отечественных агророботов, систем точного земледелия и аналитических платформ, о чем свидетельствуют публикации на ведущих научных порталах [1].

Бизнес является заказчиком и конечным потребителем инноваций, формируя спрос на конкретные цифровые продукты и компетенции. Ярким примером интеграции бизнес-решений в реальный сектор является проект AgroCode, который стал двигателем цифровой трансформации, объединив образовательные программы, акселерацию стартапов и создание цифровых платформ для управления агробизнесом [7]. Другой пример – сотрудничество между Казанским ГАУ и компанией «Айтисфера» по интеграции отраслевой платформы ExactFarming в учебный процесс, что позволяет студентам работать с инструментами, которые уже сегодня используются передовыми хозяйствами [6].

Образование выполняет критически важную функцию интегратора и транслятора. Именно в стенах аграрных вузов происходит синтез передовых научных разработок и прикладных запросов бизнеса, результатом которого становится подготовка нового поколения специалистов. Как отмечают эксперты, цифровая трансформация кардинально меняет требования к аграрному образованию: выпускник должен не только понимать биологические основы сельского хозяйства, но и владеть навыками работы с цифровыми сервисами, данными и автоматизированными системами [5].

Традиционная линейная модель («вуз – выпускник – предприятие») устарела. На смену ей приходит сетевая структура, где студенты вовлекаются в проекты с первого курса, ученые решают прикладные задачи бизнеса, а представители компаний участвуют в разработке образовательных стандартов [3].

На рисунке 1 представлена архитектура предлагаемого «АгроФинТех-кластера».

Архитектура представляет собой многоуровневую экосистему круговой структуры, где все компоненты взаимосвязаны и взаимодействуют через центральную интеграционную платформу. Модель демонстрирует достижение синергетического эффекта за счет интеграции между образованием, бизнесом и технологиями.

Центральный элемент – Научно-образовательное ядро на базе аграрного университета, выполняющее функции:

- Базы знаний и центра исследовательских работ (R&D).
- Разработки образовательных программ.
- Подготовки кадров для цифрового АПК.

Взаимодействующие сегменты:

Бизнес-сегмент (сельхозпредприятия, логисты, трейдеры) обеспечивает:

- Реальные производственные кейсы.
- Данные для анализа и исследований.
- Формирование запроса на подготовку кадров.

Техно-сегмент (IT-компании, финтех-стартапы) предоставляет:

- Цифровые платформы и решения.
- Передовые технологии (Big Data, AI, IoT).
- Инструментарий для цифровизации.

Интеграционная платформа кластера связывает все элементы через:

- Совместные проекты и хакатоны.
- Цифровые симуляторы и песочницы.
- Программы стажировок и аспирантуры.
- Центр трансфера технологий.

Ключевой принцип архитектуры – синергетическое взаимодействие между всеми участниками кластера, обеспечивающее непрерывный обмен знаниями, технологиями и кадрами для цифровой трансформации АПК.

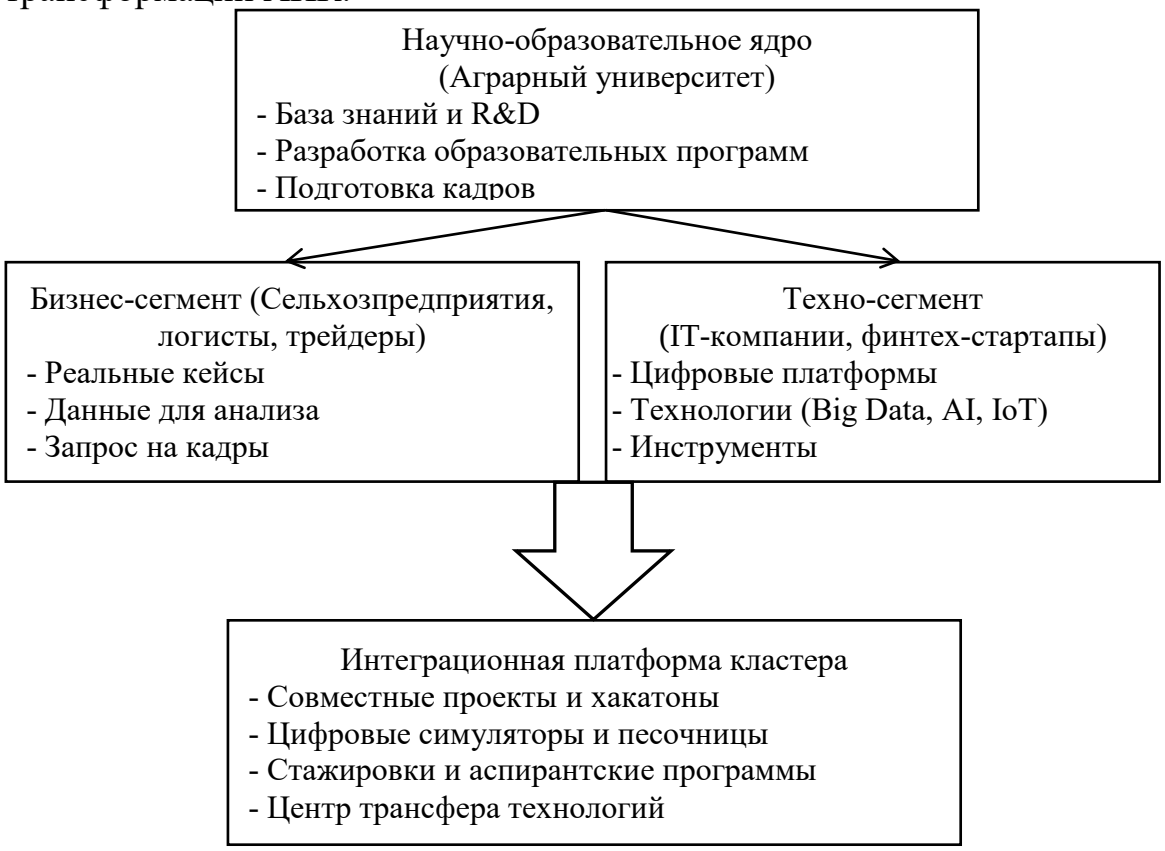

Рисунок 1 – Архитектура АгроФинТех-кластера

Предложенная архитектура «АгроФинТех-кластера» находит свое практическое воплощение в конкретных направлениях интеграции, систематизированных в таблице 1. Каждое из этих направлений обеспечивает реализацию ключевого принципа кластера – синергетического взаимодействия между его участниками.

Таблица 1 – Направления интеграции в рамках АгроФинТех-кластера

Сфера интеграции	Формы реализации	Практический результат и формируемые компетенции
Наука – Бизнес	• Совместные НИОКР и опытно-конструкторские работы • Технологический аудит предприятий • Центр трансфера технологий	Результат: Внедрение инноваций (например, алгоритмов компьютерного зрения для мониторинга всхожести), решение прикладных задач бизнеса, коммерциализация разработок. Компетенции: Умение формулировать технические задания, проводить апробацию и внедрять R&D-решения в реальном производстве.
Бизнес – Образование	• Проектное обучение на реальных кейсах • Корпоративные магистерские программы и стажировки • Участие практиков в разработке ФГОС	Результат: Подготовка кадров «под заказ», сокращение периода адаптации выпускников, приток мотивированных специалистов. Компетенции: Навыки работы с отраслевым ПО (напр., «1С:Агропредприятие», ExactFarming), управление цифровыми цепочками поставок, агромаркетинг.
Образование – Наука	• Студенческие конструкторские бюро и научные общества • Хакатоны по разработке цифровых решений для АПК • Выпускные квалификационные работы прикладного характера	Результат: Формирование кадрового резерва для науки, апробация гипотез в учебно-исследовательской среде, создание прототипов. Компетенции: Навыки исследований и разработок (R&D), работа с Big Data, основы программирования на Python/R для анализа агроданных.

Как иллюстрирует таблица 1, интеграция в рамках кластера носит не декларативный, а сугубо практический характер.

Например, совместный проект в сфере «Наука – Бизнес» по разработке датчика мониторинга влажности почвы в режиме реального времени становится кейсом для «Бизнес – Образование», где студенты-агрономы и IT-специалисты совместно работают над его интеграцией в систему точного земледелия конкретного хозяйства. Этот же проект ложится в основу хакатона в сфере «Образование – Наука», стимулируя студентов к созданию улучшенных алгоритмов для анализа собираемых данных.

Таким образом, архитектура АгроФинТех-кластера, подкрепленная механизмами интеграции из Таблицы 1, создает замкнутый инновационный контур. В этом контуре знания, технологии и кадры

непрерывно циркулируют между всеми участниками, обеспечивая не просто суммирование их возможностей, а возникновение качественно нового синергетического эффекта. Это выражается в ускоренном внедрении цифровых решений, повышении конкурентоспособности агробизнеса и подготовке специалистов, способных не только адаптироваться к цифровой трансформации АПК, но и быть ее активными драйверами.

Список использованной литературы

1. Барчо М. Х., Адаменко А. А. Цифровое развитие агропромышленного комплекса России на базе финансовой поддержки государства. cyberleninka.ru
2. Днепрова М. Ю., Концевич Г. Е., Михайлюк О. В. Экономика и финансовая грамотность: современные технологии обучения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. 2025. № 5. С. 29-38.
3. Панов А. А., Панова Н. С., Дударева Д. В., Петракович А. В. Цифровизация сельского хозяйства как реальный бизнес-инструмент для отрасли // Научное обоснование стратегии развития АПК и сельских территорий в XXI веке: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 369-373.
4. Панов А. А., Панова Н. С., Керимова У. К. Аграрные цифровые платформы как актуальный инструмент для сельхозпроизводителя // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: международная научно-практическая конференция. Волгоград, 2023. С. 306-311.
5. Панов А. А., Панова Н. С., Петракович А. В. Особенности управления сельскохозяйственным производством в условиях цифровизации // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 184-188.
6. Панова Н. С., Панов А. А., Петракович А. В. Финансово-технологические решения для цифрового АПК // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 294-301.
7. Панова Н. С., Панов А. А. Осознанное образование и его составляющие // Инструменты развития кадрового потенциала АПК: материалы научно-методической конференции с международным участием. Волгоград, 2023. С. 103-108.
8. Петракович А. В., Панов А. А., Панова Н. С., Еременко К. И. Совершенствование управления производством продукции животноводства на основе цифровизации // Перспективные тенденции развития научных исследований по приоритетным направлениям модернизации АПК и сельских территорий в современных социально-экономических условиях: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2022. С. 109-114.
9. Романюк М. А., Сухарникова М. А., Чекмарева Н. В. Развитие образовательных программ аграрных вузов в контексте реализации стратегии повышения финансовой грамотности // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 7. С. 35-40.
10. Interaction of regional agribusiness entities in the transition to a digital economy / A. Panov, N. Panova, A. Malofeev, E. Nemkina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. V. 403. № 012138.

УДК 338.43:004

ФИНАНСОВАЯ ГРАМОТНОСТЬ ДЛЯ ЦИФРОВОГО АПК: ИНТЕГРАЦИЯ ФИНТЕХА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ АГРАРНЫХ ВУЗОВ

[1]Панова Н. С., *канд. экон. наук, доцент*
[1]Панов А. А., *канд. экон. наук, доцент*
[2]Петракович А. В., *канд. экон. наук, доцент*

[1]ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия
[2]УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь

Аннотация. Обоснована необходимость интеграции элементов финансовых технологий (финтеха) в образовательные программы аграрных вузов. Рассмотрены основные тренды цифровизации агробизнеса, проанализирован потенциал финтеха для повышения финансовой грамотности и эффективности управления сельскохозяйственными предприятиями.

Ключевые слова: *финансовая грамотность, цифровая экономика, финтех, образовательные программы, цифровая трансформация, управление финансами.*

Современный агропромышленный комплекс (АПК) переживает этап глубокой цифровой трансформации, затрагивающей все аспекты деятельности – от производства до сбыта. Увеличение объемов данных, внедрение точного земледелия, цифровизация цепочек поставок, автоматизация процессов управления финансами, использование больших данных и интернета вещей (IoT) формируют новую, цифровую экосистему агробизнеса [1].

Современные цифровые решения позволяют повысить финансовую эффективность сельскохозяйственных предприятий на 15-20 % за счет оптимизации затрат и улучшения управления денежными потоками [4].

В этих условиях ключевым фактором конкурентоспособности становится не только технологическая, но и финансовая эффективность, что требует от специалистов АПК высокого уровня финансовой грамотности, адаптированной к реалиям цифровой экономики.

Традиционные подходы к финансовому образованию в аграрных вузах зачастую отстают от динамично развивающейся практики. Возникает острая необходимость в интеграции знаний о современных финансовых технологиях (финтехе), которые становятся неотъемлемой частью финансового менеджмента как крупных агрохолдингов, так и малых форм хозяйствования [2].

Современные образовательные программы для неэкономических специальностей, особенно в аграрных вузах, должны дополняться практико-ориентированными модулями по финансовой грамотно-

сти. Целесообразно включить в курс экономики раздел «Финансово-экономический практикум». Приоритетной задачей является развитие информационной культуры студентов через интеграцию дистанционных образовательных технологий [3].

Цифровизация финансовой сферы предлагает агробизнесу широкий спектр решений: от автоматизированных систем бюджетирования и прогнозирования до краудфандинговых платформ для финансирования проектов и использования смарт-контрактов в поставках. Финтех-инструменты позволяют:

- Автоматизировать процессы финансового планирования и учета.
- Повышать точность прогнозирования денежных потоков и управления рисками.
- Обеспечивать прозрачность и скорость расчетов с контрагентами.
- Упрощать доступ к альтернативным источникам финансирования (например, через P2P-кредитование) [5].

Однако эффективное использование этих инструментов невозможно без подготовки кадров, обладающих соответствующими компетенциями. Интеграция финтеха в образовательные программы аграрных вузов должна быть направлена на формирование у студентов следующих навыков:

- Анализ финансовых данных с использованием специализированного ПО и онлайн-сервисов.
- Понимание принципов работы и применения ключевых финтех-направлений: блокчейн, краудфандинг, онлайн-кредитование, робо-эдвайзинг.
- Умение оценивать риски и возможности использования цифровых финансовых инструментов в конкретных условиях агробизнеса.
- Владение основами кибербезопасности в финансовой сфере.

В рамках учебных планов предлагается внедрение таких дисциплин и модулей, как:

- «Цифровые финансы и финтех в АПК».
- «Анализ больших данных для финансового менеджмента».
- «Блокчейн и смарт-контракты в агрологистике и финансах».

Практикумы по работе с российскими и зарубежными финтех-платформами.

Эффективность государственной поддержки значительно возрастает при условии параллельной модернизации образовательных программ аграрных вузов. Выделяют следующие приоритетные направления:

- Субсидирование внедрения цифровых платформ.
- Поддержка развития сельской цифровой инфраструктуры.

- Стимулирование использования финтех-решений.
- Развитие цифровых компетенций специалистов АПК [6].

На рисунке 1 представлена предлагаемая архитектура интеграции финтех-модулей в образовательный процесс аграрного вуза.

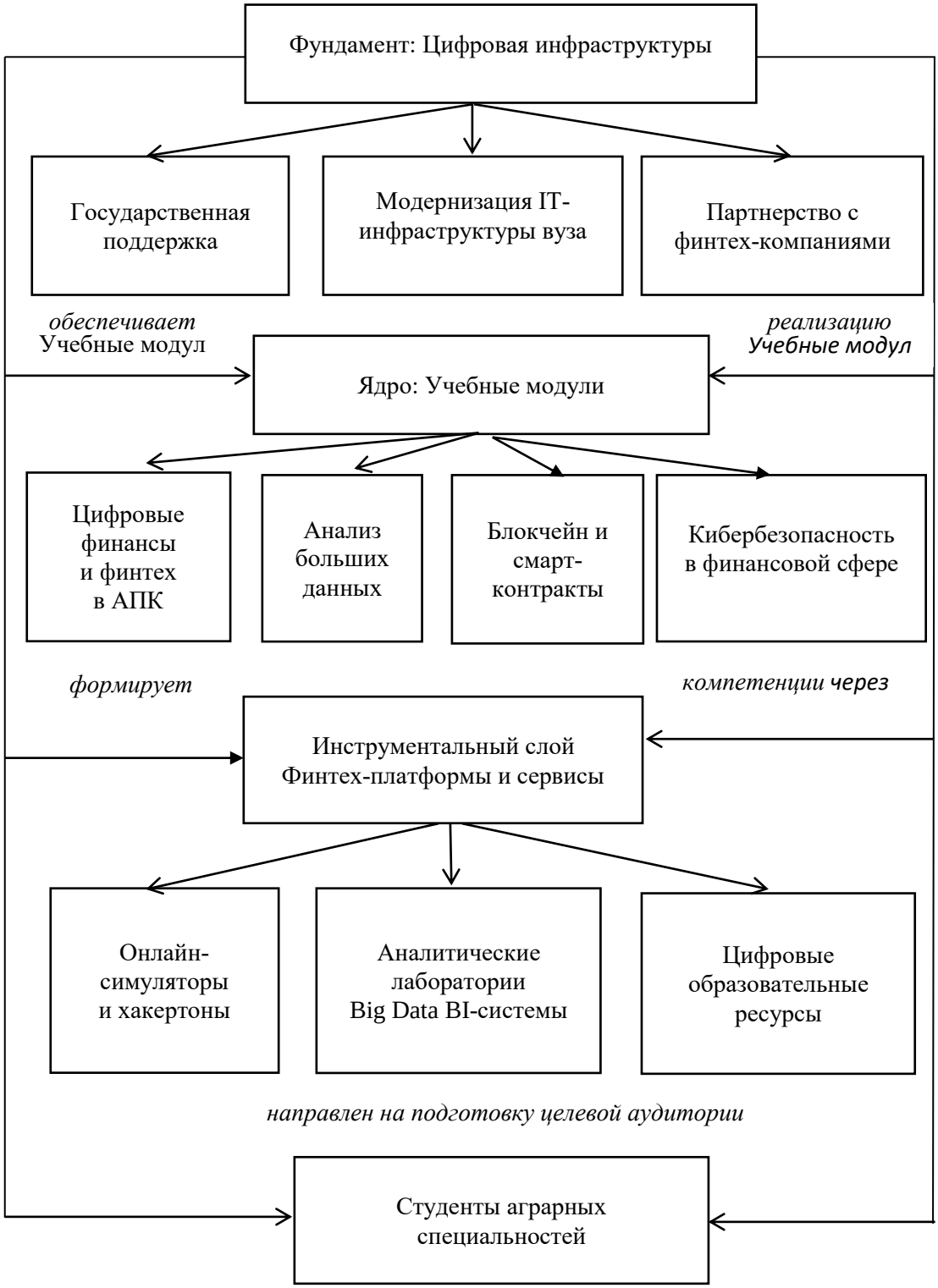

Рисунок 1 – Архитектура интеграции финтех-модулей в образовательный процесс аграрного вуза

Предложенная модель представляет собой многоуровневую систему, фундаментом которой является цифровая инфраструктура, включающая государственную поддержку и партнерства. На этом фундаменте строится ядро – специализированные учебные модули, которые реализуются с помощью инструментального слоя – конкретных финтех-платформ и симуляторов. Вся система работает на подготовку целевой аудитории – студентов аграрных специальностей, формируя у них необходимые цифровые финансовые компетенции.

Для систематизации подходов к интеграции финтех-модулей в образовательный процесс была разработана классификация ключевых направлений финансовых технологий, представляющая практическую ценность для современного агробизнеса. В таблице 1 представлены наиболее релевантные для АПК финтех-направления с детализацией их практического применения и формируемых профессиональных компетенций [8].

Таблица 1 – Ключевые финтех-направления и их применение в АПК

Направление финтеха	Краткое описание	Пример применения в агробизнесе	Формируемая компетенция у студента
Робо-эдвайзинг	Автоматизированные системы для инвестиционного консультирования и управления портфелем.	Оптимизация инвестиций в обновление парки сельхозтехники; управление ликвидностью предприятия.	Умение работать с системами автоматизированного финансового планирования и анализа.
Краудфандинг / P2P-кредитование	Привлечение финансирования от широкого круга инвесторов через онлайн-платформы.	Финансирование запуска новой линии по переработке продукции или закладки многолетних насаждений.	Навыки оценки и привлечения альтернативных источников финансирования для стартапов и проектов в АПК.
Блокчейн и смарт-контракты	Распределенный реестр для записи транзакций и самоисполняющиеся цифровые контракты.	Автоматизация платежей при поставке зерна по факту приемки; прослежива-емость происхождения продукции.	Понимание принципов повышения прозрачности и снижения рисков в агрологистике и расчетах.
Open API / Платформенные решения	Интеграция финансовых сервисов (банки, биржи) в единую экосистему предприятия.	Создание «цифрового кабинета» агроменеджера с данными о состоянии полей, складов, финансах и рынках в режиме реального времени.	Способность к интеграции разрозненных данных и работе в единой цифровой среде для принятия управленческих решений.

Представленная в таблице 1 систематизация наглядно демонстрирует взаимосвязь между современными финансовыми технологиями и практическими задачами агропромышленного комплекса. Каждое из рассмотренных финтех-направлений не только решает конкретные операционные задачи агробизнеса, но и формирует у будущих специалистов уникальные компетенции, востребованные в условиях цифровой трансформации АПК.

Особое значение имеет практико-ориентированный характер предлагаемых решений. Например, применение блокчейн-технологий для отслеживания цепочек поставок сельхозпродукции или использование краудфандинговых платформ для финансирования инновационных проектов в АПК – все это представляет собой реальные кейсы, которые должны стать частью образовательного процесса [7].

Интеграция перечисленных финтех-модулей в учебные программы аграрных вузов позволит готовить специалистов, способных не только понимать современные финансовые технологии, но и эффективно применять их для решения практических задач агробизнеса, что в конечном итоге будет способствовать повышению конкурентоспособности всего агропромышленного комплекса [10].

Таким образом, интеграция элементов финтеха в образовательные программы аграрных вузов является своевременным и необходимым шагом для подготовки конкурентоспособных специалистов, способных эффективно управлять финансами в условиях цифровой трансформации АПК. Анализ российских образовательных ресурсов показал наличие значительного потенциала для создания комплексной системы подготовки с использованием платформ dni-fg.ru, fincult.info, единыйурок.рф и fincubator.ru [9].

Это позволит не только повысить общий уровень финансовой грамотности выпускников, но и даст им практические инструменты для повышения финансовой устойчивости и инвестиционной привлекательности агробизнеса. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку конкретных учебно-методических комплексов и оценку их эффективности с привлечением ресурсов анализируемых платформ.

Список использованной литературы

1. Барчо М. Х., Адаменко А. А. Цифровое развитие агропромышленного комплекса России на базе финансовой поддержки государства. cyberleninka.ru

2. Днепрова М. Ю., Концевич Г. Е., Михайлюк О. В. Экономика и финансовая грамотность: современные технологии обучения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. 2025. № 5. С. 29-38.

3. Панов А. А., Панова Н. С., Дударева Д. В., Петракович А. В. Цифровизация сельского хозяйства как реальный бизнес-инструмент для отрасли // Научное обоснование стратегии развития АПК и сельских территорий в XXI веке: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 369-373.

4. Панов А. А., Панова Н. С., Керимова У. К. Аграрные цифровые платформы как актуальный инструмент для сельхозпроизводителя // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: Международная научно-практическая конференция, посвященная 80-летию победы в Сталинградской битве. Волгоград, 2023. С. 306-311.

5. Панов А. А., Панова Н. С., Петракович А. В. Особенности управления сельскохозяйственным производством в условиях цифровизации // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 184-188.

6. Панова Н. С., Панов А. А., Петракович А. В. Финансово-технологические решения для цифрового АПК // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 294-301.

7. Панова Н. С., Панов А. А. Осознанное образование и его составляющие // Инструменты развития кадрового потенциала АПК: материалы научно-методической конференции с международным участием. Волгоград, 2023. С. 103-108.

8. Петракович А. В., Панов А. А., Панова Н. С., Еременко К. И. Совершенствование управления производством продукции животноводства на основе цифровизации // Перспективные тенденции развития научных исследований по приоритетным направлениям модернизации АПК и сельских территорий в современных социально-экономических условиях: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2022. С. 109-114.

9. Романюк М. А., Сухарникова М. А., Чекмарева Н. В. Развитие образовательных программ аграрных вузов в контексте реализации стратегии повышения финансовой грамотности // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 7. С. 35-40.

10. Interaction of regional agribusiness entities in the transition to a digital economy / A. Panov, N. Panova, A. Malofeev, E. Nemkina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. V. 403. № 012138.

УДК 004.8+635.9

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УХОДА ЗА РАСТЕНИЯМИ В ПОМЕЩЕНИЯХ С ВЫСОКОЙ ПРОХОДИМОСТЬЮ

Пороховой Е. А., *студент*
Арьков Д. П., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена разработка интеллектуальной системы ухода за комнатными растениями, размещёнными на мансарде пятого этажа кафедры. Описаны особенности помещения с высокой проходимостью, факторы стресса растений и необходимость автоматизации ухода. Предложена архитектура системы мониторинга и полива на основе датчиков влажности почвы, микроконтроллера ESP32 и удалённого управления через Telegram-бота.

Ключевые слова: *комнатные растения, автоматический полив комнатных растений, интеллектуальные системы ухода, ESP32, датчики влажности, IoT, Telegram-боты.*

Помещения с высокой проходимостью, к которым относятся коридоры и холлы образовательных учреждений, создают неблагоприятные условия для выращивания декоративных растений. Постоянное движение людей, сквозняки, временные перепады освещённости и температуры приводят к стрессу растений и сокращению срока их жизни. Обслуживающему персоналу сложно поддерживать стабильный режим полива и ухода для каждого растения. Это обосновывает необходимость разработки интеллектуальной системы, способной автоматизировать основные операции и своевременно реагировать на изменения микроклимата.

В качестве объекта исследования выбрана мансарда пятого этажа кафедры, представляющая собой коридор с несколькими зонами размещения комнатных растений. Растения установлены вдоль стен, рядом с информационными стендами и дверями учебных аудиторий. Вдоль перил и стен находятся напольные и подвесные горшки, часть растений размещена на металлических подставках. Освещение преимущественно искусственное, естественный свет поступает через оконные проёмы в торцах коридора. На фотографиях (рис. 1-5) представлены основные зоны озеленения, которые планируется включить в интеллектуальную систему ухода.

Целью исследования является разработка интеллектуальной системы ухода за растениями, размещёнными на мансарде пятого этажа кафедры, обеспечивающей автоматизированный мониторинг параметров среды и управление поливом.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

– проанализировать существующие условия содержания растений на мансарде;

– определить конфигурацию размещения датчиков и исполнительных устройств;

– разработать схему подключения системы автоматического полива и мониторинга;

– описать алгоритм работы интеллектуальной системы и интеграцию с Telegram-ботом;

– подготовить рекомендации по внедрению системы в учебном корпусе.

В качестве аппаратной платформы предлагается использовать микроконтроллер ESP32 с поддержкой Wi-Fi для передачи данных на сервер или локальный компьютер. Для контроля состояния растений предусматривается установка емкостных датчиков влажности почвы в каждом горшке, комбинированных датчиков температуры и влажности воздуха, а также датчиков освещённости в ключевых точках коридора. Полив предлагается осуществлять с помощью погружного насоса и капельной системы, подключённых через модуль реле.

Интеллектуальная обработка данных реализуется по пороговому алгоритму с возможностью последующей адаптации: по истории измерений система корректирует частоту полива и пороговые значения влажности для отдельных групп растений.

Система полива строится по магистральному принципу. На мансарде устанавливается резервуар с водой, подключённый к погружному насосу. От насоса по основному шлангу вода подаётся вдоль коридора, где через тройники формируются капельные линии к группам растений. Управление насосом осуществляется через модуль реле, связанный с микроконтроллером ESP32. Датчики влажности почвы устанавливаются в горшки и передают значения на аналоговые входы контроллера. Обобщённая структурная схема системы представлена на рисунке 6.

Ожидаемым результатом внедрения интеллектуальной системы ухода за растениями на мансарде пятого этажа является снижение числа пересушивания и переувлажнения почвы, повышение стабильности микроклимата в зоне размещения растений и сокращение трудозатрат обслуживающего персонала. Сравнительная оценка традиционного ручного ухода и интеллектуальной системы представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика вариантов ухода за растениями

Показатель	**Традиционный ручной уход**	**Интеллектуальная система**
Стабильность полива	Зависит от персонала, возможны пропуски	Автоматический полив по показаниям датчиков
Трудозатраты	Необходим регулярный обход всех зон	Контроль и обслуживание системы по графику
Риск пересушивания / переувлажнения	Высокий при изменении графика работы	Снижен за счёт непрерывного мониторинга

Рисунок 1 – Зона размещения комнатных растений на мансарде пятого этажа кафедры

Рисунок 2 – Зона размещения комнатных растений на мансарде пятого этажа кафедры

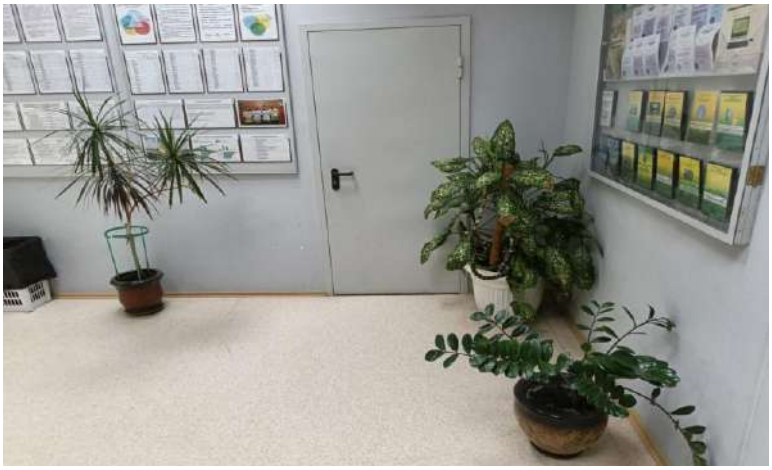

Рисунок 3 – Зона размещения комнатных растений на мансарде пятого этажа кафедры

Рисунок 4 – Зона размещения комнатных растений на мансарде пятого этажа кафедры

Рисунок 5 – Структурная схема интеллектуальной системы ухода за растениями

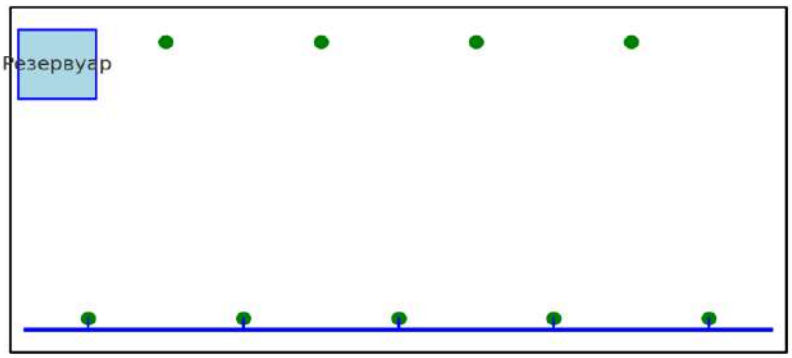

Рисунок 6 – Схема размещения растений и прокладки магистрального шланга на мансарде пятого этажа

Разработка интеллектуальной системы ухода за растениями для мансарды пятого этажа кафедры является примером внедрения цифровых технологий в озеленение учебных помещений. Система на основе датчиков и микроконтроллера позволяет автоматизировать процессы полива и мониторинга, адаптироваться к особенностям конкретного помещения и уменьшить влияние человеческого фактора. Представленный подход может быть распространён на другие коридоры и учебные корпуса, а также использован в офисных и общественных зданиях с высокой проходимостью.

Список использованной литературы

1. Современные цифровые устройства мониторинга и диагностики, применяемые в растениеводстве / Д. П. Арьков, О. В. Кочеткова, А. С. Матвеев, Е. В. Ширяева // Академическая наука – проблемы и достижения: материалы XXI международной научно-практической конференции. 2019. С. 89-93.

2. Иванов И. И. Автоматизация систем мониторинга окружающей среды. М.: Наука, 2020.

3. Петров П. П. Интеллектуальные технологии в растениеводстве. СПб.: Агронаука, 2019.

4. Brown T. Smart IoT Systems in Green Infrastructure. London: TechPress, 2021.
5. Кузнецов А. А. Интернет вещей: возможности и перспективы. М.: Техносфера, 2022.
6. Lambert K. Applied Machine Learning for Environmental Monitoring. New York: Springer, 2023.
7. Сергеев В. В. Сенсорные системы нового поколения. Новосибирск: Сибпринт, 2020.
8. Смирнов В. К. Интеллектуальные системы «умных» зданий. Казань: Университет, 2021.

УДК 004.421+351.712.4

СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ И ГОСТ К ЗАКУПАЕМЫМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ СИСТЕМАМ

Сивак Е. Ю., *магистрант*
Стрижакова Е. А., *канд. с.-х. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Проведен сравнительный анализ структуры технического задания (ТЗ) на создание автоматизированной системы, регламентированного ГОСТ 34.602-2020, и описания объекта закупки (ООЗ), установленного Приказом № 124-о/д комитета информационных технологий Волгоградской области. Выявлены соответствие и различия между нормативными требованиями федерального стандарта и региональными закупочными процедурами.

Ключевые слова: *ГОСТ 34.602-2020, техническое задание, описание объекта закупки, государственные закупки, ИТ-проектирование.*

Основные обозначения и сокращения.

ГОСТ – ГОСТ 34.602-2020 Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.

ТЗ – техническое задание.

Приказ 124-о/д – приказ комитета информационных технологий Волгоградской области от 13.07.2023 № 124-о/д «Об утверждении порядка согласования комитетом информационных технологий Волгоградской области описания объекта закупки товаров, работ, услуг, включенных в перечень товаров, работ, услуг в сфере информационных технологий и телекоммуникаций, утвержденный комитетом информационных технологий Волгоградской области, обоснования начальной (максимальной) цены контракта, начальной цены единицы товара, работы, услуги в сфере информационных технологий и телекоммуникаций для государственных нужд Волгоградской области».

ООЗ – описание объекта закупки.

ИС – информационная система.

Государственные информационные системы (ГИС) – это инструменты, нормативно закреплённые Федеральным законом № 149-ФЗ от 27 июля 2006 года «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [5]. Согласно закону, информационная система представляет собой совокупность данных в базах и обеспечивающих их обработку технологий и технических средств. ГИС включают федеральные и региональные системы, создаваемые на основе соответствующих правовых актов органов государственной власти, а также муниципальные системы, учреждаемые решениями органов местного самоуправления. Требования, установленные федеральным законодательством для ГИС, распространяются и на муниципальные информационные системы, если иное не предусмотрено законами о местном самоуправлении. Основная цель создания ГИС – реализация полномочий государственных органов и обеспечение межведомственного информационного взаимодействия, а также выполнение иных задач, определённых федеральными законами.

Порядок создания, развития, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации ГИС регулируется Постановлением Правительства РФ № 676, принятым в развитие указанного федерального закона. Постановление обязательно для исполнения при организации создания и развития государственных информационных систем и определяет следующие ключевые положения:

Порядок создания ГИС:

– осуществляется на основании правового акта;

– разрабатывается концепция и техническое задание (ТЗ) с обязательным учётом модели угроз;

– при необходимости итерационного (поэтапного, «очередями») создания это должно быть чётко предусмотрено в концепции и ТЗ;

– устанавливаются этапы создания: разработка проектной и эксплуатационной документации, разработка программного обеспечения, пусконаладочные работы, предварительные испытания, опытная эксплуатация и приёмочные испытания;

– ввод в эксплуатацию производится на основании правового акта.

Порядок развития ГИС регулируется аналогично порядку создания, с сохранением всех этапов и требований.

Порядок эксплуатации ГИС предполагает, что срок эксплуатации определяется правовым актом о вводе в эксплуатацию, а сама эксплуатация осуществляется в соответствии с эксплуатационной документацией – при условии обеспечения защиты информации.

Порядок вывода из эксплуатации предусматривает:

– наличие обоснованного основания;

– издание правового акта, в котором определяются основание, срок и порядок вывода системы из эксплуатации [4].

В целом, порядок, установленный Постановлением № 676, соответствует требованиям ГОСТ, в частности ГОСТ 34.602-2020, обеспечивая единый подход к жизненному циклу государственных ИС.

Дополнительно важное значение имеют нормы Приказа Минцифры России № 715 от 17 декабря 2020 года «Об утверждении типовых условий контрактов на выполнение работ по созданию и (или) развитию (модернизации) государственных (муниципальных) и (или) иных информационных систем». При заключении контрактов в сфере госзакупок данный документ обязателен к учёту при определённых условиях и устанавливает, что:

– заказчик получает исключительные права на созданную информационную систему;

– заказчику передаются исходные коды системы;

– система должна компилироваться свободно распространяемыми компиляторами, а при невозможности – компилятор передаётся заказчику без дополнительной оплаты;

– на приёмочных испытаниях демонстрируется воспроизводимость системы: из полученных исходных кодов с использованием указанного компилятора собирается рабочая система, а также подтверждается возможность развёртывания системы из дистрибутива по процедуре, описанной в документации [7].

Учитывая, что разработка и модернизация информационных систем осуществляются в рамках контрактных процедур, регулируемых законами № 44-ФЗ и № 223-ФЗ, к техническим заданиям предъявляются строгие требования: они должны однозначно определять объект закупки, избегать неконкурентных формулировок (включая товарные знаки без обоснования), содержать чёткие гарантийные обязательства и соответствовать положениям статьи 33 Закона о контрактной системе. Именно на этом этапе описание объекта закупки (ООЗ) становится ключевым документом, формируемым с учётом как федеральных, так и региональных нормативных требований. В условиях такой многоуровневой нормативной базы особенно актуальным становится сопоставление общероссийских стандартов и локальных регламентов. В частности, в Волгоградской области действует Приказ комитета информационных технологий № 124-о/д от 13.07.2023, устанавливающий специфику формирования описания объекта закупки в сфере ИТ [2, 3].

Основная цель ГОСТ 34.602-2020 – установить единые требования к составу, содержанию и оформлению ТЗ, что позволяет обеспечить преемственность работ, минимизировать риски ошибок при передаче информации от заказчика к исполнителю и повысить качество конечного продукта [1].

Сравнение структуры ТЗ по ГОСТ и ООЗ, регламентированного Приказом № 124-о/д, представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение структуры ТЗ и ООЗ

Структура ТЗ по ГОСТ 34.602-2020	**Структура ООЗ по Приказу № 124-о/д**
1. Общие сведения	1. Общие сведения
2. Цели и назначение создания автоматизированной системы	3. Цели выполнения работ и решаемые задачи
3. Характеристика объектов автоматизации	2. Характеристика объекта автоматизации
Отсутствует	4. Краткое описание системы
4. Требования к автоматизированной системе	5. Требования к системе
5. Состав и содержание работ по созданию автоматизированной системы	6. Состав и содержание работ
6. Порядок разработки автоматизированной системы	Отсутствует
7. Порядок контроля и приемки автоматизированной системы	7. Порядок контроля и приемки системы
8. Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу автоматизированной системы в действие	8. Состав и содержание работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие (при необходимости)
Отсутствует	9. Этапы выполнения работ
Отсутствует	10. Сроки и объемы предоставления гарантии качества
9. Требования к документированию	11. Требования к документированию
10. Источники разработки	Отсутствует
11. Приложения	12. Приложения

ООЗ по приказу № 124-о/д представляет собой адаптированную к закупочной деятельности структуру ТЗ. В целом она соответствует требованиям ГОСТ 34.602-2020, однако имеет ряд особенностей, обусловленных спецификой государственных закупок и типом выполняемых работ. В отличие от ТЗ, которое, как правило, формируется на создание системы «с нуля», структура ООЗ может варьироваться в зависимости от категории работ: создание, развитие или сопровождение информационной системы [6].

В частности, в ООЗ отсутствуют два раздела, обязательные по ГОСТ:

– порядок разработки автоматизированной системы;

– источники разработки.

В то же время приказ № 124-о/д вводит специфические разделы, не предусмотренные ГОСТ 34.602-2020:

– краткое описание системы (включается только в ООЗ на развитие или сопровождение информационной системы и необходимо для того, чтобы исполнитель мог понять текущее функциональное наполнение системы и корректно оценить объём предстоящих работ);

– этапы выполнения работ (для каждого этапа указываются временные ограничения, перечень документов, подтверждающих завершение этапа, а также, при необходимости, детализируются сроки по отдельным видам работ);

– сроки и объёмы предоставления гарантии качества (фиксируется период, в течение которого исполнитель гарантирует качество результатов работ, а также конкретный перечень гарантийных обязательств).

Таким образом, ТЗ по ГОСТ 34.602-2020 выступает в роли универсального плана разработки автоматизированной системы, охватывающего все аспекты её жизненного цикла. В свою очередь, ООЗ – это, прежде всего, закупочный документ, ориентированный на контрактную реализацию, чёткое описание предмета закупки и контролируемость этапов поставки или выполнения работ в рамках государственных закупок.

Список использованной литературы

1. Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы: национальный стандарт Российской Федерации: ГОСТ 34.602-2020. Москва: Стандартинформ, 2021. 9 с.

2. О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц: ФЗ от 18 июля 2011 г. № 223-ФЗ // «КонсультантПлюс».

3. О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд: Федеральный закон от 5 апреля 2013 г. № 44-ФЗ // «КонсультантПлюс».

4. О требованиях к порядку создания, развития, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации государственных информационных систем и дальнейшего хранения содержащейся в их базах данных информации: постановление Правительства РФ от 6 июля 2015 г. № 676 //«КонсультантПлюс».

5. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: ФЗ от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ //«КонсультантПлюс».

6. Об утверждении порядка согласования комитетом информационных технологий Волгоградской области описания объекта закупки товаров, работ, услуг, включенных в перечень товаров, работ, услуг в сфере информационных технологий и телекоммуникаций, утвержденный комитетом информационных технологий Волгоградской области, обоснования начальной (максимальной) цены контракта, начальной цены единицы товара, работы, услуги в сфере информационных технологий и телекоммуникаций для государственных нужд Волгоградской области: приказ комитета информационных технологий Волгоградской области № 124-о/д от 13 июля 2023 г. // «КонсультантПлюс».

7. Об утверждении типовых условий контрактов на выполнение работ по созданию и (или) развитию (модернизации) государственных (муниципальных) и (или) иных информационных систем: приказ Минцифры России от 17 декабря 2020 г. № 715 // «КонсультантПлюс».

8. Структура и содержание типового технического задания на создание автоматизированной системы: ГОСТ 34.602-2020. https://redmine.tomsk.gov.ru/ projects/ais-req/wiki/Типовое_ТЗ_на_создание_АС

УДК 004.032.26+631.95

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ В МОНИТОРИНГЕ ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ И СНИЖЕНИИ ПЕСТИЦИДНОЙ НАГРУЗКИ

Сивак Е. Ю., *студент*
Пенькова Р. И., *канд. с.-х. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия.

Аннотация. Проведен комплексный анализ проблематики современного фитосанитарного мониторинга в агропромышленном комплексе. Рассмотрены критические недостатки традиционных и существующих цифровых методов контроля, которые зачастую приводят к избыточному применению средств защиты растений. Основной акцент сделан на исследовании потенциала нейросетевых алгоритмов как инструмента для точного земледелия. В ходе сравнительного анализа выявлены наиболее эффективные архитектуры глубокого обучения, способные обеспечить высокоточную идентификацию патогенов и сорняков в режиме реального времени. Обоснована необходимость интеграции данных моделей в системы поддержки принятия решений (DSS) для перехода от сплошных обработок к дифференцированному внесению пестицидов, что является ключевым фактором экономической эффективности и экологической безопасности агропроизводства.

Ключевые слова: *нейросетевые модели, фитосанитарное состояние посевов, точное земледелие, пестицидная нагрузка, мониторинг посевов, глубокое обучение, системы поддержки принятия решений.*

Современное сельское хозяйство находится в состоянии постоянного поиска баланса между необходимостью повышения урожайности и минимизацией экологического ущерба. Интенсификация растениеводства неизбежно влечет за собой увеличение использования пестицидов для борьбы с вредителями, болезнями и сорной растительностью. Существует практика обработок, когда химикаты вносятся равномерно по всему полю без учета реальной локализации угрозы, что становится экономически нецелесообразным и экологически опасным методом обработки.

Внедрение нейросетевых технологий открывает принципиально новые возможности. В отличие от жестких алгоритмов, нейросети способны выявлять скрытые закономерности в массивах данных: изображениях, спектральных индексах, обеспечивая раннюю диагностику проблем, недоступную человеческому глазу. Это позволяет перейти от реактивной модели защиты растений к превентивной и точечной, что является фундаментом современной агрономии.

Целью исследования является проведение сравнительного анализа существующих нейросетевых архитектур для выявления наиболее эффективных моделей, применимых в задачах мониторинга фитосанитарного состояния. На основе анализа будет определен оптимальный стек технологий, способствующий реальному снижению пестицидной нагрузки через механизмы точного земледелия.

Проблемы фитосанитарного состояния посевов. Проблематика защиты растений сегодня выходит далеко за рамки исключительно агрономических вопросов, затрагивая экономику предприятия и экологию региона.

Во-первых, пространственная неравномерность развития биоценоза. Вредители и болезни редко поражают поле равномерно. Они возникают очагами, распространение которых зависит от микрорельефа, влажности и плодородия почвы. Традиционный подход игнорирует эту гетерогенность, подразумевая обработку 100 % площади, даже если поражено всего 10-15 %. Это приводит к колоссальному перерасходу дорогостоящих препаратов (фунгицидов, инсектицидов, гербицидов).

Во-вторых, проблема резистентности. Систематическое и часто необоснованное применение пестицидов ускоряет эволюцию патогенов. Вредители вырабатывают устойчивость к действующим веществам, что вынуждает аграриев либо увеличивать дозировки, либо переходить на более токсичные классы препаратов, замыкая порочный круг химической зависимости.

В-третьих, субъективность и латентность диагностики. Часто решение об обработке принимается, когда визуальные признаки поражения уже очевидны. На этом этапе эффективность препаратов снижается, а ущерб урожаю становится необратимым. Более того, ошибочная идентификация причины стресса растения (например, путаница между дефицитом азота и грибковым заболеванием) ведет к применению неверного типа агрохимии, что не только бесполезно, но и наносит дополнительный стресс культуре.

На основе проведенного анализа проблем фитосанитарного состояния посевов была составленная таблица 1.

Таблица 1 – Проблемы фитосанитарного состояния посевов

Категория проблемы	Описание	Последствия
Неравномерность распределения	Фитосанитарные проблемы (болезни, вредители) зачастую имеют очаговый характер.	Применение пестицидов «ковровым» методом, даже если поражена только часть поля.
Субъективность диагностики	Традиционная диагностика основана на визуальном осмотре агронома, который может быть субъективным.	Ошибки в идентификации или степени поражения, ведущие к неверному выбору препарата или дозировки.
Запоздалое реагирование	Диагностика происходит уже на стадии проявления видимых симптомов.	Снижение эффективности обработки, требующей более высоких доз пестицидов.
Устойчивость патогенов	Чрезмерное использование пестицидов способствует развитию резистентности у вредителей и патогенов.	Необходимость увеличения дозы или смены препарата, что увеличивает нагрузку.

Для оценки потенциала нейросетевых технологий необходимо рассмотреть методы, применяемые в настоящее время, и определить их ограничения. Методы можно разделить на две большие группы: традиционные и цифровые.

Традиционные методы базируются на маршрутном обследовании полей (скаутинге). Агроном физически обходит участки, делает визуальную оценку и отбирает пробы для лаборатории. Преимуществом традиционных методов можно назвать высокую экспертность при детальном осмотре, возможность тактильного анализа, однако критически низкая производительность, является большим недостатком таких методов. Подробнее с традиционными методами можно ознакомиться в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ традиционных методов мониторинга пестицидной нагрузки

Метод	Суть метода	Достоинства	Недостатки
Визуальный осмотр	Регулярный обход полей агрономами, ручное взятие проб.	Не требует сложного оборудования, низкие начальные затраты.	Высокая трудоемкость, субъективность, низкая оперативность, охватывает только малую площадь.
Лабораторный анализ	Диагностика образцов растений в лаборатории.	Высокая точность идентификации возбудителей.	Длительность, высокая стоимость, не позволяет оперативно реагировать на поле.

Цифровые методы (Дистанционное зондирование Земли – ДЗЗ) включают использование спутниковых снимков и базовую аэрофотосъемку для расчета вегетационных индексов (например, NDVI).

Основным методом на данный момент является спутниковая съемка, в которой используются многозональные и гиперспектральные снимки для расчета вегетационных индексов, которые отражают общее состояние биомассы. Спутниковые данные обеспечивают широкий охват и регулярность, но имеют низкое пространственное разрешение, что не позволяет точно определить тип патогена или детально локализовать небольшие очаги.

Также применяется метод использования беспилотных летательных аппаратов, а именно дронов с мультиспектральными и RGB-камерами позволяет получить изображения со сверхвысоким разрешением (до нескольких сантиметров на пиксель). Это дает возможность увидеть отдельные растения и мелкие детали поражения. Недостатком является ограниченная площадь покрытия за один вылет и высокая стоимость как самого оборудования, так и его эксплуатации. Ниже в таблице 3 приведены достоинства и недостатки цифровых методов.

Таблица 3 – Анализ цифровых методов мониторинга пестицидной нагрузки

Метод	Суть метода	Достоинства	Недостатки
Спутниковая съемка	Использование мульти- и гиперспектральных индексов (например, NDVI) для оценки вегетации.	Охват больших площадей, регулярность получения данных.	Низкое пространственное разрешение (для детальной диагностики), сильная зависимость от погодных условий.
Лабораторный анализ	Аэрофотосъемка с высоким разрешением, часто с использованием специализированных камер.	Очень высокое разрешение, оперативность.	Ограниченная площадь покрытия, высокая стоимость эксплуатации.

Даже при использовании современных цифровых инструментов, агропроизводство сталкивается с барьерами, которые невозможно преодолеть без интеллектуальных алгоритмов.

Ключевая проблема – интерпретация данных. Спутники и дроны генерируют терабайты изображений, но такая картина не является готовым решением. Классические алгоритмы компьютерного зрения, основанные на порогах цвета или формы, плохо справляются с вариативностью природных условий: разное освещение, наложение листьев друг на друга, схожесть спектральных сигнатур сорняков и культур.

Также стоит отметить отсутствие предиктивности. Большинство текущих моделей констатируют факт уже свершившегося события. Они не способны эффективно анализировать многомерные временные ряды для прогнозирования вспышек заболеваний, что критично для профилактических мер.

На основе анализа недостатков текущих подходов, мы можем сформулировать жесткие требования к перспективным моделям мониторинга нейросетевых моделей. В таблице 4 выявлены необходимые характеристики для нейросетевой модели, с помощью которой можно производить мониторинг фитосанитарного состояния посевов и снижение пестицидной нагрузки.

Исходя из сформулированных критериев, наиболее перспективными являются методы глубокого обучения (Deep Learning). Их способность автоматически обучаться на репрезентативных наборах данных и извлекать сложные пространственные и спектральные признаки делает их идеальными для задач компьютерного зрения в агрономии. В таблице 5 рассмотрим конкретные архитектуры, показавшие наилучшие результаты в агрономических задачах. Наиболее перспективными для снижения пестицидной нагрузки являются сегментационные NNM (например, U-Net), поскольку они позволяют создать высокоточные карты предписаний, выделяя только пораженные области поля. Это переводит применение пестицидов из «коврового» метода в дифференцированное внесение, что ведет к прямому снижению объема используемых химикатов.

Таблица 4 – Критерии и требования нейросетевой модели для мониторинга пестицидной нагрузки

Критерии	Требования к модели	Обоснование
Высокая точность идентификации	Точная классификация конкретного патогена (вид болезни, сорняка, вредителя) и количественная оценка степени поражения (в %).	Позволяет выбрать наиболее специфичный и эффективный препарат и минимально необходимую дозировку, избегая использования широкого спектра действия.
Пространственная прецизионность	Способность определять и картографировать очаги поражения на пиксельном уровне (точное геопозиционирование).	Является обязательным условием для создания карт дифференцированного внесения, обеспечивающего точечную обработку.
Высокая оперативность	Обработка данных, диагностика и выдача готового решения (карты предписаний) в течение нескольких часов.	Позволяет провести обработку в оптимальный агрономический срок, пока патоген еще не нанес необратимого ущерба и не требуется увеличения дозы.
Автоматизация и объективность	Максимальное исключение человеческого фактора из процесса диагностики и расчёта предписаний.	Гарантирует воспроизводимость и надежность результатов, не зависящих от квалификации оператора.
Прогностическая способность	Моделирование развития патологии и ее распространения с учетом внешних факторов (погода, фаза развития культуры).	Обеспечивает переход от реактивной к проактивной (превентивной) стратегии защиты.

Таблица 6 – Анализ архитектур нейросетевых моделей глубокого обучения

Задача мониторинга	Требуемый анализ	Подходящая NNM архитектура
Классификация	Определение, к какому классу (здоровое, болезнь X, сорняк Y) относится изображение.	Сверточные Нейронные Сети (CNN): VGG, ResNet, EfficientNet.
Сегментация	Пиксельное выделение очагов болезни или отдельных сорняков на изображении.	Сети Сегментации: U-Net, Mask R-CNN, DeepLab.
Прогнозирование	Анализ временных рядов климатических и фитосанитарных данных для предсказания вспышек.	Рекуррентные Нейронные Сети (RNN): LSTM, GRU.
Обнаружение объектов	Определение местоположения и типа множества объектов на одном кадре.	Обнаруживающие Сети: YOLO (You Only Look Once), SSD.

По итогу проведенного исследования, можно констатировать, что применение нейросетевых моделей в агропромышленном комплексе переходит в разряд технологической необходимости.

Анализ показал, что традиционные методы мониторинга, опирающиеся на визуальный осмотр или простейшие спектральные индексы, достигли своего предела эффективности и более не могут удовлетворять растущие требования по экологичности и рентабельности производства.

Список использованной литературы

1. Воробьев Н. И., Лысов А. К., Ладан С. С. Фитосанитарный мониторинг сорных растений по нейросетевому алгоритму обработки их спектров отражения // Точное земледелие и агротехнологии будущего: материалы Международной научно-практической конференции. Москва: РГАУ-МСХА, 2023. С. 45-52.

2. Гливина А. А., Есипенко Л. П. Методология диагностики здоровья почвы // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 4. С. 84-89.

3. Ладан С. С. Методическое обоснование подходов к определению пестицидной нагрузки и экотоксикологическим рискам // Агрохимический вестник. 2021. № 5. С. 32-37.

4. Назаренко Л. В., Логойда Т. В., Курченко Н. Ю. Применение беспилотной технологии внесения пестицидов при возделывании высокостебельных сельскохозяйственных культур на примере кукурузы // Инновации в сельском хозяйстве. 2023. № 1 (46). С. 110-118.

5. Выбор методологии для гиперспектральной съемки растений / А. Б. Терентьев, Д. Ю. Еременко, Д. В. Кузнецова, В. И. Долженко // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 3. С. 268-280.

6. Рогачев А. Ф., Белоусов И. С. Нейросетевое выявление проблемных участков состояния посевов методами искусственного интеллекта // Медицинские технологии. 2023. № S1. С. 15-22.

УДК 528.711:631.587

ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БПЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ СУХОСТЕПНЫХ ПАСТБИЩ

Слива Я. В., *аспирант*
Бочарникова О. В., *д-р техн. наук, профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлен аналитический обзор возможностей и перспектив применения аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга эффективности фитомелиоративных мероприятий на сухостепных пастбищах. Рассмотрены преимущества технологии высокодетального дистанционного зондирования по сравнению с традиционными наземными методами и космической съемкой. Особое внимание уделено методологическим аспектам: планированию съемок, выбору вегетационных индексов, возможностям количественной оценки параметров растительного покрова и выявления пространственной неоднородности. Определены ключевые проблемы и направления для дальнейших исследований в данной области.

Ключевые слова: *беспилотные летательные аппараты, БПЛА, аэрофотосъемка, фитомелиорация, сухостепные пастбища, дистанционный мониторинг пастбищ, вегетационные индексы.*

Введение. Актуальность проблемы деградации пастбищных экосистем сухостепной зоны не вызывает сомнений и детерминируется комплексом негативных процессов, ведущих к редукции проективного покрытия, эрозии биоразнообразия и снижению общей продуктивности фитоценозов. Данная проблема представляет собой серьезный вызов для устойчивого развития аграрного сектора и рационального природопользования [1]. В данном контексте фитомелиорация, понимаемая как целенаправленное восстановление деградированного растительного покрова посредством интродукции резистентных видов, позиционируется в качестве ключевого элемента стратегии борьбы с опустыниванием [2].

Эффективность фитомелиоративных мероприятий традиционно оценивалась в рамках наземных обследований, которые, однако, характеризуются рядом фундаментальных методологических ограничений. К таковым относятся: низкая пространственная репрезентативность, обусловленная точечным характером наблюдений; экстремальная трудоемкость и ресурсозатратность сбора данных на значительных площадях; а также существенный уровень субъективности при проведении визуальных оценок состояния травостоя [3]. Альтернативный подход, основанный на использовании данных дистанционного зондирования Земли из космоса, хотя и обеспечивает синоптический охват обширных территорий, зачастую обладает недостаточным пространственным разрешением. Это не позволяет адекватно детектировать и количественно оценивать критические начальные стадии восстановительных сукцессий, для которых характерна выраженная мозаичность и гетерогенность распределения растительных элементов [4].

В связи с этим, в последние годы все более значимым инструментом экологического мониторинга становится аэрофотосъемка с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Данная технология занимает уникальную методологическую нишу, эффективно нивелируя разрыв между детальностью наземных исследований и масштабом космических съемок [5]. Благодаря таким характеристикам, как сверхвысокое пространственное разрешение (единицы сантиметров на пиксель), оперативность развертывания и гибкость в планировании миссий, БПЛА-съемка открывает возможности для перехода к принципиально новому уровню – прецизионному мониторингу фитомелиорации. Это позволяет перейти от констатации фактов к прогнозному моделированию и адаптивному управлению восстановительными процессами в деградированных пастбищных экосистемах.

Целью данного обзора является систематизация и анализ современных методических подходов и перспектив применения аэрофотосъемки с БПЛА для оценки динамики восстановления растительного покрова сухостепных пастбищ после фитомелиорации.

Ключевые преимущества технологии. Основное преимущество БПЛА-съемки заключается в получении данных сверхвысокого разрешения (сантиметровый уровень), что позволяет перейти от оценки общего состояния травостоя к анализу отдельных растений [6]. Это особенно критично на начальных стадиях фитомелиорации, когда происходит приживание подсеянных видов и формирование мозаичной структуры растительного покрова.

Оперативность съемки обеспечивает мониторинг в критические фенологические фазы, что невозможно при жестком графике пролета спутников. Гибкость технологии позволяет оперативно реагировать на изменяющиеся погодные условия и проводить съемку целевых участков, выявленных, в том числе, по космическим снимкам более низкого разрешения как проблемные [7].

Спектральные возможности для фитомониторинга. Использование мультиспектральных камер расширяет возможности мониторинга за пределы видимого диапазона. Расчет вегетационных индексов, таких как NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index) и их модификаций, позволяет количественно оценивать параметры растительности [8].

Для условий сухостепной зоны с фоновым влиянием почвы особый интерес представляют индексы, скорректированные на влияние почвенного фона (например, SAVI, MSAVI2). Они демонстрируют более высокую точность на участках с низким проективным покрытием по сравнению со стандартным NDVI [9].

Основные направления применения БПЛА в мониторинге фитомелиорации. Оценка проективного покрытия и пространственной структуры. Данные БПЛА сверхвысокого разрешения позволяют применять методы автоматизированной классификации изображений для точного расчета проективного покрытия – одного из ключевых показателей эффективности фитомелиорации. Алгоритмы машинного обучения позволяют не только отделить растительность от фона, но и в ряде случаев проводить видовую идентификацию доминирующих фитомелиорантов [10].

Анализ пространственного распределения растительности позволяет количественно оценить неоднородность травостоя через расчет коэффициента вариации или использование ландшафтных метрик, что дает информацию о ходе сукцессионных процессов.

Оценка биометрических показателей и продуктивности. На основе фотограмметрической обработки серий снимков с БПЛА возможно построение цифровых моделей поверхности (ЦМП) высокого

разрешения. Это открывает возможности для оценки не только горизонтальной, но и вертикальной структуры травостоя, а также для моделирования биометрических параметров, таких как высота растений.

Установление корреляционных зависимостей между вегетационными индексами и фитомассой, определенной в ходе наземных исследований, позволяет создавать регрессионные модели для непрямой оценки продуктивности пастбищ на больших площадях.

Выявление динамики и диагностика проблем. Регулярная съемка в течение вегетационного сезона и в многолетнем аспекте позволяет отслеживать динамику восстановительных процессов, выявлять зоны с замедленным восстановлением и оперативно диагностировать причины их возникновения (недостаток влаги, засоление, повреждение вредителями). Это создает основу для прецизионного управления мелиоративным процессом и адресного проведения дополнительных мероприятий.

Проблемы и перспективы развития направления.

Несмотря на очевидный потенциал, широкое внедрение БПЛА-мониторинга в практику фитомелиорации сдерживается рядом факторов:

- Методическая неоднородность: Отсутствие унифицированных протоколов съемки и обработки данных затрудняет сравнение результатов разных исследований.
- Ограничения по охвату: Высокая детальность обуславливает малую площадь покрытия за один полет, что делает мониторинг обширных пастбищных массивов ресурсоемким.
- Вопросы верификации: Необходимость разработки надежных методов наземной верификации данных БПЛА для различных почвенно-растительных условий.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются:

1. Разработка интегрированных многоуровневых систем мониторинга, сочетающих оперативность БПЛА для ключевых участков и масштабность космических снимков.
2. Создание отраслевых стандартов и методических рекомендаций по применению БПЛА для мониторинга фитомелиорации.
3. Развитие алгоритмов машинного обучения для автоматической обработки данных и решения специализированных задач (идентификация видов, диагностика стрессов).

Заключение. Аэрофотосъемка с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) утвердилась в качестве высокоэффективного инструментария в области экологического мониторинга, открывая новые перспективы для количественной оценки эффективности фитомелиоративных мероприятий в условиях сухостепных пастбищ. Ключевое преимущество технологии заключается в ее способно-

сти обеспечивать пространственно-временной анализ высокой разрешающей способности, недостижимый при использовании традиционных наземных методов. Это позволяет проводить неинвазивный мониторинг и точно квантифицировать такие ключевые параметры растительного покрова, как проективное покрытие, фракция поглощенной фотосинтетически активной радиации, индексы видового разнообразия и биометрические показатели на различных сукцессионных стадиях восстановления деградированных агроценозов.

Дальнейшая разработка данного научно-прикладного направления сопряжена с необходимостью преодоления ряда методологических и технологических вызовов. К их числу относятся: стандартизация протоколов съемки для обеспечения сравнимости данных, минимизация погрешностей, связанных с изменчивостью условий освещения и рельефа, а также разработка верифицированных алгоритмов дешифрирования. Качественный скачок в развитии на пути конвергенции БПЛА-съемки с данными дистанционного зондирования Земли из других источников и создания интегрированных геоинформационных платформ. Реализация этого потенциала будет способствовать развитию автоматизированных систем поддержки принятия решений, что знаменует переход от экстенсивного управления к прецизионному адаптивному управлению процессами реабилитации нарушенных пастбищных экосистем, обеспечивая их устойчивое функционирование.

Список использованной литературы

1. Барвинко М. Н., Петров П. П. Беспилотные летательные аппараты в сельском и лесном хозяйстве: монография. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 245 с.

2. Злобин В. С., Сидоров С. С. Фитомелиорация деградированных пастбищ сухостепной зоны Нижнего Поволжья. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2020. 298 с.

3. Князев В. Г., Орлова А. А. Дистанционные методы в оценке состояния природных кормовых угодий // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28. № 4. С. 45-56.

4. Методические рекомендации по использованию материалов беспилотной аэрофотосъемки для мониторинга земель сельскохозяйственного назначения / под ред. А. И. Иванова. М.: Россельхозакадемия, 2019. 118 с.

5. Тубалова А. А., Семенов Е. Н. Цифровые технологии в экологическом мониторинге аридных территорий // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2021. № 5. С. 78-90.

6. Чепалыга А. Л., Мирошниченко Н. В. Применение вегетационных индексов для оценки состояния растительного покрова по данным мультиспектральной съемки // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 3. С. 158-170.

7. Шелепчиков А. С., Козлов Д. Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в решении задач устойчивого землепользования. СПб.: Лань, 2022. 320 с.

8. Экологические основы и технологии фитомелиорации опустыненных земель Западного Прикаспия / отв. ред. Злобин В. С. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2018. 412 с.

9. Якубов Р. В., Белова Н. К. Оценка динамики растительного покрова пастбищных экосистем с использованием данных БПЛА // Проблемы региональной экологии. 2023. № 1. С. 112-120.

10. О состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения в Волгоградской области в 2022 году: Государственный доклад. Волгоград: Комитет сельского хозяйства Волгоградской области, 2023. 145 с.

УДК 631.17

АНАЛИЗ НЕЗАКОННОГО ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАК НОВЫЙ ВЫЗОВЫ ЭКО-БЕЗОПАСНОСТИ

Финагеева Е. Р., *студент*
Заичкина М. А., *ст. преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Исследованы проблемы незаконного использования нанотехнологий в сельском хозяйстве и их влиянию на экологическую безопасность. Рассматривается воздействие наночастиц на почву, растительный мир и экосистему. Проанализирован синергетический эффект от совместного применения традиционных агрохимикатов и нанопрепаратов. Изучены правовые аспекты проблемы в контексте действующего законодательства РФ.

Ключевые слова: *нанотехнологии, экологическая безопасность, почвенный покров, загрязнение почв, наночастицы, деградация почв, токсикологический контроль.*

В настоящее время, в условиях стремительного технологического прогресса и глобальной интенсификации производства, вопросы экологической безопасности приобретают особую актуальность, трансформируясь из теоретической плоскости в разряд первоочередных практических задач государственного управления. Современный этап развития науки характеризуется тем, что нанотехнологии стремительно проникают в аграрный сектор региона, обещая настоящую революцию в повышении урожайности. Инновационный потенциал данных технологий огромен. С помощью них можно создавать «умные» системы доставки питательных веществ и разрабатывать пестициды нового поколения с контролируемым высвобождением активных компонентов.

Однако диалектика научно-технического прогресса такова, что вместе с очевидными преимуществами и экономическими выгодами возникает серьёзная, системная проблема – в последние годы участились случаи их незаконного, нерегламентированного использования непосредственно на территории региона [6, 7]. Общество и государственные структуры сталкиваются с парадоксальной ситуацией в виде того, что технологии, изначально призванные улучшить качество сельскохозяйственной продукции и защитить окружающую среду, при неправильном, бесконтрольном использовании могут нанести ей существенный, а порой и необратимый вред.

В условиях активного внедрения нанотехнологий в аграрном производстве Волгоградской области могут возникнуть серьёзные экологические последствия, особенно при их незаконном использовании, когда отсутствуют протоколы безопасности и предварительная оценка рисков.

Экологические преступления, связанные с неправомерным применением инновационных технологий, представляют собой особую, относительно новую категорию противоправных деяний, наносящих непоправимый вред окружающей среде. Специфика данного вида правонарушений заключается в высокой латентности и сложности выявления на ранних этапах. Особо остро это касается непосредственно порчи почвенного покрова с помощью нововведений в современном развитии агропромышленного комплекса. Почвенный покров Волгоградской области представлен преимущественно черноземами южными и каштановыми почвами, которые отличаются высокой засоленностью и карбонатностью. Эти региональные особенности обусловливают специфику взаимодействия загрязнителей.

Почва, являясь важнейшим компонентом биосферы и основным средством производства в сельском хозяйстве, выступает в роли депонирующей среды, накапливающей все виды загрязнителей. В процессе неконтролируемого внедрения нанотехнологий в агропромышленный комплекс происходит существенное изменение физико-химических характеристик почвенного покрова. Данное обстоятельство обусловливает острую необходимость проведения комплексного геохимического мониторинга для объективной оценки влияния наноматериалов на состояние почв исследуемого региона.

Рисунок 1 – Активная антропогенная деятельность почвы

Особую значимость в рамках экологического аудита приобретает анализ трансформации почвенных параметров под воздействием наночастиц, поскольку их проникновение в структуру грунта может привести к непредсказуемым последствиям для экосистемы в целом. В отли-

чие от макрообъектов, наночастицы обладают высокой поверхностной энергией и реакционной способностью, что позволяет им преодолевать биологические барьеры и встраиваться в естественные геохимические циклы. Антропогенное воздействие на почвы многократно усиливается в результате незаконного использования нанотехнологий, что создаёт дополнительные, кумулятивные риски к уже существующим факторам деградации. Это проявляется в интенсивности механического воздействия сельскохозяйственной техники, химическому загрязнению традиционными агрохимикатами и эрозионным процессам.

Формируется сложная картина загрязнения, где один фактор усиливает действие другого. Современная сельскохозяйственная практика, включающая массовое применение пестицидов, токсичных компонентов минеральных удобрений и синтетических стимуляторов роста, в сочетании с несанкционированным использованием нанопрепаратов приводит к комплексной деградации почв.

Синергетический эффект такого взаимодействия может выражаться в изменении кислотно-основных свойств почвы, нарушении ионного обмена и снижении буферной емкости грунтов. Более того, при использовании некачественных нанопрепаратов, не прошедших должной сертификации и токсикологического контроля, может критически нарушиться биоценоз, вследствие чего произойдет массовая гибель обитателей почвы.

Хочется отметить, что степень негативного воздействия зависит напрямую от вида используемого наноматериала, его концентрации, размера частиц и формы нахождения в почвенном растворе. Исследования показывают, что различными механизмами токсичности обладают разные элементы. Это могут быть, в частности, наночастицы меди и серебра, которые проявляют выраженную токсичность для почвенных червей [9]. Дождевые черви являются ключевыми инженерами экосистемы, обеспечивающими аэрацию, перемешивание слоев и гумификацию органических остатков. Их угнетение или гибель неизбежно ведут к уплотнению пахотного горизонта и снижению водопроницаемости.

На микробиологическом уровне угрозу представляют наночастицы цинка и оксида железа, подавляющие микробное дыхание, процесс аммонификации и активность дегидрогеназы. Дегидрогеназа является одним из важнейших ферментов, катализирующих окислительно-восстановительные реакции, и служит интегральным показателем биологической активности почвы.

Ингибирование этих процессов означает остановку или замедление круговорота биогенных элементов (азота, углерода), что лишает культурные растения необходимого питания даже при наличии удобрений в почве.

Последствия загрязненной почвы неизбежно касаются и высших растений, формируя фитотоксические эффекты. Наночастицы оксида меди, например, в высоких концентрациях токсичны для растений, приводят к уменьшению линейного роста, снижению всхожести семян, угнетению процесса фотосинтеза и физическому повреждению корневой системы [5]. Повреждение корней нарушает поглощение воды и минеральных веществ, что ведет к снижению биомассы. Переизбыток наноцинка, в свою очередь, подавляет рост корней таких важных сельскохозяйственных культур, как редька, рапс, салат и огурцы. Эти данные свидетельствуют о том, что бесконтрольное применение нанотехнологий ставит под удар продовольственную безопасность, снижая урожайность и качество продукции.

Следовательно, комплексное влияние антропогенных факторов и незаконного применения нанотехнологий создаёт серьёзные, системные риски для экосистемы, из-за чего происходит ухудшение структуры почвы (десегрегация), устойчивое снижение плодородия, нарушение водного режима и качественное изменение микробиологического состава. Особенно опасно то, что экологические последствия могут проявиться не сразу, а спустя длительное время после совершения правонарушения. Этот эффект связан со способностью наночастиц к биоаккумуляции и миграции по трофическим цепям.

В условиях Волгоградской области миграционные процессы наночастиц приобретают особую остроту в связи с активным орошением и близостью крупных водных объектов, включая Волгу и Волгоградское водохранилище. Почвенный покров региона, представленный преимущественно черноземами южными и каштановыми почвами, характеризуется высокой буферностью и наличием кальция, что способствует быстрой агрегации и коагуляции наночастиц (например, оксидов титана, цинка и меди) в пахотном слое (0-30 см). Это, с одной стороны, замедляет их вертикальный перенос в грунтовые воды, но с другой – многократно увеличивает риск локализованной, острой токсичности для сельскохозяйственных культур и микроорганизмов, поскольку концентрация загрязнителей в зоне активного земледелия остается высокой. Применение интенсивного орошения, характерное для агропромышленного комплекса Волгоградской области, усиливает латеральный перенос водорастворимых форм наночастиц с поверхностным стоком в ирригационные каналы и, в конечном итоге, в крупнейшую водную артерию региона. Таким образом, проблема нанозагрязнения в Волгоградской области перерастает из чисто почвенной в проблему загрязнения водных ресурсов, требующую пристального контроля региональных органов.

В юридической плоскости проблема также стоит крайне остро. Правовое регулирование в сфере экологической безопасности предусматривает уголовную ответственность за подобные нарушения со-

гласно статьям 254 («Порча земли») и 247 («Нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов») Уголовного кодекса РФ. [1, 3] Однако правоприменительная практика сталкивается с объективными трудностями доказывания причинно-следственной связи между использованием конкретного нанопрепарата и наступившим ущербом. Эффективная реализация данных норм в отношении нанозагрязнений в регионе сталкивается с техническими и методологическими вызовами [8].

Сложность правоприменения в Волгоградской области заключается в том, что для установления причинно-следственной связи между несанкционированным внесением нанопрепарата и ущербом почве необходимо разработать унифицированные протоколы судебной эколого-токсикологической экспертизы, способные работать с наноразмерными объектами.

Существующие на сегодняшний день методики, разработанные для традиционных загрязнителей, требуют существенной адаптации для достоверного обнаружения и количественного определения наночастиц в сложной почвенной матрице региона [2].

Актуальность решения этой методологической задачи на региональном уровне высока. Отсутствие научно обоснованных региональных методик, учитывающих специфику черноземных и каштановых почв Волгоградской области, затрудняет работу надзорных органов, таких как Россельхознадзор и Росприроднадзор, в полном объеме. Поэтому особенно важной является инициативная разработка научно-обоснованных региональных нормативов и методик контроля на базе местных аграрных университетов, способных обеспечить полное соответствие правоприменительной практики требованиям Уголовного кодекса РФ [10, 11].

Ситуация усугубляется тем, что последствия таких правонарушений могут проявляться не только на локальных производственных территориях, но и в отдалённых зонах – лесах, водоёмах, куда загрязнители переносятся с поверхностным стоком или грунтовыми водами. Трансграничный перенос наночастиц значительно усложняет выявление первоначального источника загрязнения и установление конкретных виновных лиц, делая проблему комплексной задачей для экологов, химиков и криминалистов.

Вследствие проведённого анализа было выявлено, что нанотехнологии представляют собой инновационную, безальтернативную ветвь развития в сельском хозяйстве, которая имеет большие перспективы, но требует принципиально иного, более пристального внимания к вопросам эко-безопасности. Только при строгом соблюдении всех агротехнических требований, стандартов качества и следованию правовым нормам, использование нанотехнологий открывает реальные

перспективы для устойчивого развития аграрного сектора Волгоградской области. Необходима разработка специализированных технических регламентов и адаптация федеральных норм к региональным почвенно-климатическим условиям, внедрение методов экспресс-диагностики почв на наличие нанополлютантов и повышение уровня экологической ответственности агропроизводителей через систему штрафов и лицензирования [4, 5].

Список использованной литературы

1. Афанасьев С. А., Козлова Е. В. Нанотехнологии в агропромышленном комплексе: правовые и экологические аспекты // Экологическое право. 2021. № 4. С. 32-39.
2. Борисова Т. В., Петров А. Н. Экологические риски применения наноматериалов в сельском хозяйстве: оценка и регулирование // Вестник РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. 2022. № 6. С. 88-97.
3. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части регулирования обращения с нанопродуктами: проект ФЗ № 987474-8. https://docs.cntd.ru/document/579037731
4. Kumar V. Nanopesticides and nanofertilizers: emerging contaminants in agriculture and challenges for environmental safety // Journal of Cleaner Production. 2021. V. 288. P. 125637.
5. Servin A. D. Nanotechnology in agriculture: next-generation tools for sustainable farming // Environmental Science: Nano. 2022. V. 9. № 1. Pp. 1-19.
6. Nanotechnology in food and agriculture: potential risks and benefits. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021. 68 p. https://www.fao.org/3/cb4390en/cb4390en.pdf
7. Guidance Manual on the Environmental Safety of Manufactured Nanomaterials in Agricultural Applications. Paris: OECD Publishing, 2020. 112 p.
8. Шевченко Н. А. Правовое регулирование оборота нанопродуктов в Российской Федерации: проблемы и перспективы // Государство и право. 2023. № 2. С. 78-86.
9. European Commission. Commission Recommendation (EU) 2022/2115 of 14 November 2022 on the definition of nanomaterial for regulatory purposes // Official Journal of the European Union. 2022. L 293. Pp. 1-8.
10. О науке и государственной научно-технической политике: ФЗ от 23.08.1996 № 127-ФЗ (с изм. от 25.12.2023) // Собрание законодательства РФ. 1996. № 35. Ст. 4138.
11. Об охране окружающей среды: ФЗ от 10.01.2002 № 7-ФЗ (с изм. от 08.08.2024) // Российская газета. 2002. № 12.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ТАМОЖЕННАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПРОДУКЦИИ

УДК 664.858

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПАСТИЛЫ С МАСЛОМ ГРЕЦКОГО ОРЕХА И НАТУРАЛЬНЫМ ПОДСЛАСТИТЕЛЕМ

Гиззатова Г. Л., *канд. техн. наук, доцент*
Денисова М. А., *канд. техн. наук, зав. кафедрой*
Бочкова И. А., *канд. с.-х. наук, доцент*
Масалыкина А. П., *преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Приведены результаты создания рецептуры пастилы функционального назначения, в которой используется масло грецкого ореха, а сахар заменен на сироп топинамбура. В результате работы была установлена оптимальная пропорция внесения масла грецкого ореха в количестве 5 %. Данная дозировка позволяет улучшить вкусовые и ароматические свойства пастилы, а также повысить ее пищевую ценность.

Ключевые слова: *кондитерские изделия, пастила, масло грецкого ореха, сироп топинамбура, функциональные продукты питания.*

В современном мире отмечается устойчивый рост потребления кондитерских изделий, при этом повышенное внимание уделяется их качеству и функциональным свойствам. Значительную популярность в последние годы приобрели грецкого орех и продукты его переработки (масло, жмых, мука). По мнению авторов, данная тенденция обусловлена исключительными вкусовыми характеристиками и высокой пищевой ценностью грецкого ореха, а также развитием технологий его обработки (колка, калибровка, сушка), что обеспечило возможность поставок на рынок значительных объемов этой продукции.

Необходимость внедрения функциональных ингредиентов в рецептуры кондитерских изделий напрямую связана с растущей потребностью населения в здоровом питании. Согласно данным маркетинговых исследований, сладкая продукция сохраняет высокую популярность среди детской аудитории. Однако широкое распространение рафинированных продуктов привело к сокращению потребления важных источников энергии и белка, что способствовало росту числа заболеваний, связанных с нарушением пищевого баланса, включая ожирение, диабет и сердечно-сосудистые патологии [1].

Масло грецкого ореха, согласно последним научным данным, представляет собой богатый источник активных веществ: полиненасыщенные жирные кислоты (омега-3, омега-6), комплекс витаминов (B1, B5, B6, B9, E, PP, F), микроэлементы, токоферолы (все изомеры α, β, γ, δ) [2].

Разработчиками принято решение о введении в рецептуру пастилы масла грецкого ореха в качестве источника полезных жиров. Это позволит: обогатить продукт биологически активными веществами; повысить пищевую ценность изделия. Несмотря на очевидные преимущества, применение грецкого масла в составе пастилы ранее не практиковалось, что подтверждает новизну и актуальность предлагаемого технологического решения.

При создании нового вида пастилы как продукта функционального питания разработчики предусмотрели замену сахарного песка на сироп топинамбура с целью повышения полезных свойств продукта. Сироп топинамбура содержит фруктозу [3].

Несмотря на калорийность, аналогичную сахарозе, фруктоза обладает лучшей усвояемостью организмом и может применяться в диетическом питании лицами с диабетом в рекомендованной дозировке 0,5-1,0 г на 1 кг массы тела. Исследования также подтверждают ее пользу для здоровых людей и лиц с высокими физическими нагрузками, проявляющуюся в тонизирующем эффекте.

Как заменитель сахара сироп топинамбура позволяет снизить его количество в рецептуре на 50-70 %. Кроме того, ее способность усиливать отдельные ароматы и формировать новые вкусоароматические комбинации позволяет улучшить органолептические показатели пастилы.

Цель работы: разработка рецептуры пастилы функционального назначения, обогащенной маслом грецкого ореха и сиропом топинамбура.

Задачи: обосновать целесообразность использования масла грецкого ореха и сиропа топинамбура в рецептуре пастилы как продукта функционального питания; провести сравнительный анализ состава и свойств масла грецкого ореха по данным литературных источников; оценить органолептические характеристики пастилы, изготовленной по новой рецептуре.

Материалы и методы исследований.

В работе использовалось масло грецкого ореха и сироп топинамбура, купленного на маркетплейсах.

За основу была взята классическая рецептура пастилы, включающая следующие компоненты: сахар-песок, сахарная пудра, патока, яблочное пюре, яичный белок, агар и лимонную кислоту.

Органолептическая оценка пастилы проводилась в соответствии с ГОСТ 6441-2014 «Изделия кондитерские пастильные» по следующим параметрам: вкус и запах, цвет, консистенция, структура, форма и состояние поверхности [4]. Среди физико-химических показателей контролировались массовая доля влаги и кислотность.

Введение в рецептуру масла грецкого ореха и сиропа топинамбура позволяет создать продукт, сбалансированный по химическому составу и энергетической ценности. Эти ингредиенты способствуют нормализации физиологических функций и метаболических процессов в организме человека, а также снижают риск развития алиментарно-зависимых заболеваний. Разработанная пастила соответствует требованиям ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные» [5].

Для определения оптимального содержания функциональных ингредиентов были приготовлены три опытных образца пастилы с различной массовой долей масла кедрового ореха: 10 %, 5 % и 3 % (табл. 1). Выбор наилучшего варианта осуществлялся методом слепой дегустации с привлечением студентов.

Таблица 1 – Рецептурные композиции опытных образцов пастилы

Показатель качества	Число участников дегустации	Оценка изделия в баллах по вариантам		
		№ 1 3 %	№ 2 5 %	№ 3 10 %
Вкус и аромат	20	5	6	9
Вид на изломе	20	7	5	8
Цвет и внешний вид	20	6	7	7
Поверхность, форма	20	6	8	6
Суммарная оценка		24	26	30

Таблица 2 – Органолептические показатели пастилы с добавлением масла грецкого ореха и сиропа топинамбура

Показатель качества	Пастила с добавлением грецкого масла и сиропа топинамбура
Вкус и аромат	Ясно выраженные, соответствующие виду плодов и ароматизированных добавок
Цвет	Равномерный
Внешний вид	Соответствующий изделию, без заметных искривлений граней, ребер и деформаций
Поверхность, форма	Сухая, равномерно обсыпанная сахарной пудрой, корочка тонкая, мелкокристаллическая, без трещин
Вид на изломе	Структура мелкопористая по всему излому

Результаты и их обсуждение

Как следует из приведенных данных, высокая пищевая ценность кедрового масла обусловлена доминирующим содержанием биологически активных компонентов: витаминов Е и Р, а также незаменимых полиненасыщенных жирных кислот. Сироп топинамбура в составе пастилы выполняет функцию полезного сахарозаменителя.

В ходе подбора оптимальной композиции были изготовлены три опытных образца пастилы функционального назначения по разработанным рецептурам.

По результатам органолептического анализа наивысшую оценку экспертов получил образец пастилы с добавлением 5 % масла грецкого ореха.

В таблицах 2 и 3 представлены оптимальные композиции пастилы с включением масла грецкого ореха и сиропа топинамбура. Анализ дегустационных оценок показал, что образец № 3 обладал несколько рыхлой консистенцией, а на его поверхности наблюдались незначительные следы выделившегося масла. В образце № 1 вкус грецкого масла практически не ощущался. Таким образом, среди рассмотренных вариантов оптимальной была признана рецептура № 2, содержащая 5 % масла грецкого ореха.

Рецептура с 5 % содержанием масла грецкого ореха и полной заменой сахара на сироп топинамбура является оптимальной для производства пастилы функционального назначения и рекомендуется для внедрения в производство.

Разработана рецептура пастилы с повышенной пищевой ценностью, предназначенной для диетического (диабетического) питания, в которой использовано масло грецкого ореха и осуществлена замена сахара на сироп топинамбура. Обоснована целесообразность создания новой рецептуры, подтверждена функциональная ценность введенных ингредиентов в классическую основу пастилы. Экспериментальным путем установлена оптимальная дозировка масла грецкого ореха – 5 %, которая позволяет улучшить органолептические характеристики продукта и повысить его пищевую ценность.

Список использованной литературы

1. Бочкова И. А., Масалыкина А. П., Гиззатова Г. Л., Андреенко Л. В. Разработка рецептуры мармелада из регионального сырья // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 240-246.

2. Бочкова И. А., Филимонова Н. А., Гиззатова Г. Л., Андреенко Л. В. Разработка рецептуры варенья из ягод паслена черного и плодов хеномелиса с грецким орехом // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2022. С. 262-267.

3. Гиззатова Г. Л., Денисова М. А., Масалыкина А. П., Бочкова И. А. Разработка рецептуры зефира из ягодного пюре и подсластителя // Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы VI национальной научно-практической конференции. Майский, 2025. С. 244-247.

4. Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия: ГОСТ 6441-2014. М., 2014.

5. Продукты пищевые функциональные. Термины и определение: ГОСТ Р 52349-2005. М., 2005.

УДК 664.854

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ СУХОФРУКТОВ

[1]Гусакова Н. В., *преподаватель*
[2]Кузнецов Ю. В., *д-р с.-х. наук, декан*
[2]Суторма Р. С., *аспирант*

[1]ГБПОУ «Волгоградский колледж ресторанного сервиса и торговли»
[2]ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлен сравнительный анализ потребительских свойств сухофруктов, реализуемых в торговых предприятиях города Волгограда. В процессе исследований выделены образцы, обладающие высокими потребительскими свойствами и образцы имеющие более низкие результаты бальной оценки.

Ключевые слова: *сухофрукты, потребительские свойства сухофруктов, безопасность продуктов питания.*

Особое значение в рационе питания занимают сухие плоды и овощи, которые благодаря своей высокой питательной ценности, длительному сроку хранения и удобству использования пользуются устойчивым спросом. Сухие плоды широко применяются как в домашнем питании, так и в пищевой промышленности, что обусловливает необходимость постоянного контроля качества и оптимизации ассортимента этих продуктов.

В работе проведен комплексный анализ ассортимента сухих плодов, реализуемых на предприятии ООО «METRO Cash & Carry».

ООО «METRO Cash & Carry» – одно из ведущих торговых предприятий, занимающееся оптово-розничной реализацией продуктов питания, в том числе большого ассортимента сухих плодов и овощей.

Сухофрукты – это высушенные фрукты или ягоды, которые являются незаменимым продуктом питания. Они богаты витаминами А, В, РР, калием, магнием, фосфором, содержат в себе большое количество углеводов, клетчатки и других полезных веществ.

Зимой и весной сложно найти действительно свежие и спелые фрукты, в которых присутствуют все их ценные вещества, так нужные человеку. Плоды долго везут из южных стран и регионов, собирают их недозрелыми, а значит, лишёнными многих целебных и питательных веществ, обрабатывают различными консервантами и химикатами для сохранности и хорошего товарного вида.

Так что поздняя осень, зима и внсна – самое подходящее время для сушёных плодов. Основная ценность сухофруктов – уникальный набор легкоусвояемых минеральных веществ, а также отсутствие ненужных организму жиров.

Качественные показатели сухофруктов связаны с вопросами их обработки и хранения, так как растительное сырьё, из которого делают сухофрукты, представляет собой живой организм и легко подвергается порче. Главными возбудителями порчи являются грибы (плесени, дрожжи и другие) и бактерии.

Многие производители подвергают сухофрукты интенсивной химической обработке, чтобы увеличить их срок годности и добиться безупречной товарной привлекательности. Например, сливу и виноград могут подсушивать, опуская в раствор каустической соды, а для улучшения товарного вида используют красители.

Для защиты сухофруктов от плесени и жучков используют диоксид серы (сернистый ангидрид). Это токсичное вещество, которое быстро растворяется в воде и образует в желудке сернистую кислоту, разрушающую слизистые оболочки пищеварительной системы.

Для ускорения процесса сушки сухофрукты часто сушат в печах, при этом в качестве дров могут использовать мусор. Плоды впитывают дымок от горящей резины.

Чтобы выбрать экологически чистые сухофрукты, рекомендуется обращать внимание на их внешний вид: качественные сухофрукты, как правило, не очень привлекательны, они сморщенные, тёмные, слегка запыленные

Для исследования сухофруктов были отобраны случайным образом 3 образца кураги. Образцы имеют разницу в стоимости около 100 рублей, упакованы в потребительскую тару и выработаны в Московской области. Дадим характеристику каждому образцу кураги:

Образец № 1. Наименование: Абрикос сушеный. Тип продукта: курага. Торговая марка: Metro Chef. Изготовитель: ООО «Энджигрупп», Россия, г. Москва, муниципальный округ Можайский вн. тер. г., ул. Горбунова д. 2. Масса: 150 гр. Дата изготовления: 26.08.2025. Цена: 229 руб. Упаковано: полипропиленовый пакет. Маркировка: нанесена на упаковку печатным способом на русском языке, красочное оформление, целостность упаковки не нарушена.

Образец № 2. Наименование: Абрикос сушеный. Тип продукта: курага. Торговая марка: Aro. Изготовитель: ООО «Энджигрупп», Россия, г. Москва, муниципальный округ Можайский вн. тер. г., ул. Горбунова д. 2. Масса: 120 гр. Дата изготовления: 10.03.2025. Цена: 103 руб. Упаковано: полипропиленовый пакет. Маркировка: нанесена на самоклеющуюся этикетку печатным способом на русском языке, красочное оформление, целостность упаковки не нарушена.

Образец № 3. Наименование: Курага сухая. Тип продукта: абрикос сушеный. Торговая марка: Реавито. Изготовитель: ООО «ФУД ПАК», Россия, г. Москва, поселение Щаповское. Масса: 200 гр. Дата изготовления: 15.06.2025. Цена: 154 руб. Упаковано: полипропилено-

вый пакет. Маркировка: нанесена на самоклеющуюся этикетку печатным способом, не красочное оформление, черно-белой печатью, маркировка четкая, упаковка имеет повреждения в виде проколов.

Все образцы исследуемого товара имеют одинаковую упаковку, состав и пищевую ценность. Находятся в разном ценовом диапазоне, но выработаны в одном регионе.

Для сравнения потребительских свойств исследуемых образцов проводилась проверка маркировки, органолептических свойств продукта и его отвара. Метод заключается в визуальной оценке состояния упаковки, правильности маркировки и внешнего вида.

При определении внешнего вида сухофруктов стоит обратить внимание на следующие параметры:

Цельность. Хорошие плоды должны быть цельными, без разрывов и трещин оболочки, через которые вываливается мякоть.

Отсутствие посторонних примесей. Не должно быть насекомых, личинок и гнилых экземпляров.

Таблица 1 – Контроль качества маркировки

Реквизиты маркировки	Образцы		
	«Metro Chef»	«Aro»	«Реавито»
Наименование	полное и четкое название продукта, соответствует требованиям	наличие наименования, понятное и информативное	присутствует наименование, соответствует стандартам
Дата изготовления	дата присутствует	дата присутствует	дата присутствует
Изготовитель	информация о производителе полная и доступная	информация о производителе полная и доступная	информация о производителе полная и доступная
Масса	масса товара обозначена корректно	масса товара обозначена корректно	масса товара обозначена корректно
Пищевая ценность	детальное описание калорийности и состава нутриентов	пищевая ценность указана, информативно для потребителя	присутствует, помогает сделать осознанный выбор
Условия хранения	информация есть, способствует правильному хранению	информация есть, способствует правильному хранению	информация есть, способствует правильному хранению
Срок годности	указан, соответствует нормативам	указан, соответствует нормативам	указан, соответствует нормативам
Состав	состав подробно описан, информативно	состав подробно описан, информативно	состав указан, соответствует требования
Единый знак	присутствует знак	присутствует знак	присутствует знак
Рекомендации	полезные советы по применению и хранению	рекомендации есть, облегчают использование	содержатся рекомендации для потребителей

Цвет. После сушки сухофрукты обычно теряют свой насыщенный цвет и становятся немного тусклыми. Если у сухофруктов яркий цвет, значит, их обработали диоксидом серы.

Плотность. Сухофрукт должен быть не сухим, а эластичным и упругим. Если экземпляры чересчур сморщены, значит, они были неправильно высушены.

Визуально проверяют каждую единицу транспортной и потребительской тары выборки на соответствие требованиям ГОСТ 12003.

В соответствии с техническим регламентом маркировка исследуемых образцов полная.

Таблица 2 – Органолептическая оценка

Показатели качества	Требования ГОСТ	«Metro Chef»	«Aro»	«Реавито»
Внешний вид	Целый сушеный фрукт, без повреждений	Поверхность высушенная, целая, приплюстнутая форма овальная	Плоды целые, форма овальная	Плоды сухие, целые, без повреждений, не слипаются, форма овальная
Вкус, запах и цвет	Свойственный фруктам данного вида, цвет от светло-желтого до оранжево-красного	Вкус сладковатый Без посторонних запахов, Цвет однородный	Вкус умеренный, Запах выражен, Цвет ярко оранжевый однородный	Вкус выраженный сладкий, Выраженный запах абрикосов Цвет однородный оранжевый

Все образцы сушеной кураги соответствуют ГОСТ 32896-2014.

Из данных образцов был приготовлен компот, который оценивали студенты группы 3 курса специальности 38.02.05. Товароведение и экспертиза качества потребительских товаров. Дегустация проводилась с целью определения лучшего образца.

Таблица 3 – Оценка органолептических показателей напитка на основе исследуемых образцов

Показатели качества	«Metro Chef»	«Aro»	«Реавито»
Цвет и прозрачность	Светло желтый, прозрачный	Светло желтый, прозрачный	Желтый, мутный
Вкус	Слабо выраженный	Слабо выраженный кислый	Слабо выраженный кислый
Запах	Выраженный абрикосовый	Слабо выраженный	Слабо выраженный

Все три образца имеют слабую насыщенность и аромат, что может свидетельствовать о недостатке вкусовых качеств. Рбразец"Metro Chef" выделяется ярким абрикосовым запахом, что делает его потен-

циально более привлекательным для потребителей. "Реавито" имеет мутный настой, что может негативно сказываться на восприятии его качества.

Все три продукта были оценены по пяти основным показателям качества: вкус и запах, консистенция, цвет, поверхность (внешний вид) и упаковка (маркировка). Общая сумма баллов отражает суммарное качество каждого продукта.

Таблица 4 – Бальная оценка качества

Показатели качества	«Metro Chef»	«Aro»	«Реавито»
Вкус и запах	4	2	4
Консистенция	3	2	3
Цвет	5	4	3
Поверхность, внешний вид	4	4	3
Упаковка, маркировка	4	4	4
Всего баллов	20	16	17

Образец марки «Metro Chef» демонстрирует наивысшую общую оценку – 20 баллов. Это свидетельствует о том, что по всем параметрам этот продукт воспринимается лучше всего. Особенно выделяется отличный цвет (5 баллов) и высокие оценки в категории вкуса и запаха, а также по внешнему виду и упаковке (по 4 балла). Таким образом, «Metro Chef» можно считать наиболее сбалансированным и качественным продуктом из трёх.

Список использованной литературы

1. Налетов А. В., Хавкин А. И., Мацынин А. Н. Сухофрукты – важный компонент диетотерапии. Педиатрическая фармакология. 2024. С. 462-467.

2. Щербаков А. А., Дорошенко В. А., Меркер А. А., Рева Е. Н., Кокоев А. М. Перспективы производства сушеных продуктов питания растительного происхождения в российской федерации: материалы Международной студенческой научной конференции.

3. Ямпольская Т. Д., Мусаева Ф. Д., Фахрутдинов А. И. Вопросы микробной безопасности сушеных фруктов // Электронный научный журнал «APRIORI. Серия: естественные и технические науки. 2018. № 5. С. 1-14.

УДК 664.661

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ефремова Е. Н., *д-р с.-х. наук, зав. кафедрой*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. В основе нашего исследования применялась кукурузная мука тонкого помола, которая составила 5 % от общей массы пшеничной муки. Кукуруза – это злак, богатый питательными веществами. Данное исследование позволяет нам сделать выводы о том, как кукурузная мука повлияли на качество и потребительские свойства пшеничного хлеба.

Ключевые слова: *кукурузная мука, диетические продукты, хлебобулочные изделия, пшеничный хлеб, качество пшеничного хлеба.*

Хлебопекарная индустрия занимает одно из ведущих мест в пищевой отрасли России, играя важнейшую роль благодаря своему масштабу, объему выпускаемой продукции и ее незаменимости для населения. На сегодняшний день в стране функционирует порядка полутора тысяч крупных хлебозаводов и более пяти тысяч небольших производств, которые суммарно выпускают свыше 16 миллионов тонн разнообразной продукции ежегодно.

Хлеб и хлебобулочные изделия – это основа ежедневного рациона россиян. Российские пекарни предлагают потребителям впечатляющее многообразие продукции, насчитывающее около тысячи наименований. В магазинах можно найти как традиционные виды хлеба – формовой и подовый, так и широкий ассортимент кондитерских изделий, а также всю палитру продукции, которую может предложить современная хлебопекарная промышленность.

Хлеб – это не просто еда, это основа нашего ежедневного рациона. Его значение для здоровья и благополучия людей трудно переоценить. Именно поэтому к качеству хлеба предъявляются очень высокие требования. На то, каким получится наш любимый хлеб, влияет множество вещей: от того, насколько хороша сама мука, до того, как именно замешивали тесто, как его пекли, и добавляли ли в него специальные улучшители [2].

Для того чтобы пшеничный хлеб получался более качественным, в тесто добавляют специальные улучшители. Эти добавки играют важную роль: они делают тесто более "живым", позволяя ему лучше насыщаться воздухом и удерживать его. В результате хлеб получается более пышным, а его текстура – приятнее. Кроме того, улучшители облегчают процесс замешивания и формовки теста.

Мы разработали технологию, которая использует обогащающие добавки из нетрадиционного сырья. Эти добавки способны не только улучшить свойства пшеничной муки и оптимизировать процесс выпечки, но и сделать хлебобулочные изделия настоящим кладезем полезных веществ. Более того, они повышают микробиологическую безопасность готовой продукции. Ключевым компонентом нашей технологии является кукурузная мука. Использование таких улучшителей – это не только путь к созданию более качественного хлеба, но и возможность значительно повысить рентабельность производства [1, 4].

В основу разрабатываемой нами технологии производства пшеничного хлеба с повышенной пищевой ценностью положено использование кукурузной муки тонкого помола.

Мука кукурузная – ценный диетический продукт, обладающий многими полезными свойствами и целебным воздействием на организм человека. Химический состав кукурузной муки приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав кукурузной муки

Показатели	Кукурузная мука
Белки, г	10,3
Жиры, г	4,9
Моно- и дисахариды, г	1,6
Крахмал, г	56,9
Клетчатка, г	2,1
Зола, г	1,2
Натрий, мг	27
Калий, мг	340
Кальций, мг	34
Магний, мг	104
Фосфор, мг	301
Железо, мг	3,7
Каротин, мг	0,32
Энергетическая ценность, ккал	330

Кукурузная сеяная мука тонкого помола – это продукт, по виду и при прикосновении очень напоминает пшеничную муку. Однако ее пищевая ценность значительно выше: она обладает большей энергетической плотностью. Содержание белка в ней составляет 9,8 %, а по сравнению с пшеничной мукой, кукурузная отличается повышенным содержанием жиров и ценных минеральных веществ. Она обладает превосходной газообразующей способностью. Это связано с тем, что крахмал в кукурузной муке более доступен для амилолитических ферментов, что способствует лучшему подъему теста при выпечке [3].

На базе кафедры «Технологии производства и экспертиза товаров» Волгоградского государственного аграрного университета разрабатывается и апробируется приготовление пшеничного хлеба с добавлением кукурузной муки в пропорции 5 %.

В рамках нашей работы мы стремились усовершенствовать технологию производства пшеничного хлеба. Для достижения этой цели мы внесли изменения в рецептуру, включив в нее кукурузную муку в качестве функциональной добавки.

Для достижения указанной цели в работе были поставлены задачи:

•изучить влияние кукурузной муки на качество пшеничного хлеба;

•провести, органолептическую и физико-химическую оценку качества готовых изделий.

Правильное определение готовности хлеба в процессе его выпечки имеет большое значение. От правильности определения готовности хлеба зависит его качество: толщина и окраска корки и физические свойства мякиша – эластичность и сухость определяли на ощупь. Излишняя длительность выпечки увеличивает упек, снижает произво-

дительность. Объективным показателем готовности хлеба является температура в центре мякиша, которая в конце выпечки должна составлять 96…97°С.

Оценка качества пшеничного хлеба с добавлением 5 % кукурузной муки проводили по физико-химическим показателям и органолептическим показателям, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические и органолептические показатели качества

Наименование показателя	Характеристика		
	стандарт	фактические показатели	
		контроль	кукур. мука 5 %
Внешний вид:			
Форма	Соответствующая форме, в которой производилась выпечка	Без отклонений	Без отклонений
Поверхность	Гладкая, без крупных трещин и подрывов	тоже	тоже
Цвет	От светло-коричневого до темно-коричневого, без подгорелости	светло-коричнев.	коричневый
Состояние мякиша:			
Пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь	Без отклонений	Без отклонений
Промес	Без комочков и следов непромеса	Без отклонений	Без отклонений
Пористость	Без пустот и уплотнений, без отслоения корки от мякиша	Средняя развитая, без пустот	Развитая, без пустот, без уплотнений
Вкус и запах	Без отклонений	Без отклонений	Без отклонений

Изучив данные, представленные в таблице 2, можно прийти к выводу, что включение кукурузной муки в состав хлеба приводит к существенным изменениям его качественных характеристик. Наиболее заметными из них являются изменение цвета корки и модификация пористости мякиша.

Исследования показали, что добавление кукурузной муки в выпечку может значительно улучшить качество готовых изделий. Даже небольшое количество кукурузной муки не оказывает негативного влияния на пористость хлеба, сохраняя ее на уровне контрольного образца. Однако, при увеличении доли кукурузной муки до 5 %, пористость заметно возрастает.

Это увеличение пористости, наряду с ростом общего объема изделий, делает хлеб более привлекательным. Кроме того, кукурузная мука обогащает продукт ценными питательными веществами. Благодаря высокому содержанию белков и минералов, она повышает пищевую ценность хлеба, что благотворно сказывается на здоровье человека.

Таким образом, образцы хлеба с добавлением кукурузной муки продемонстрировали лучшие качественные характеристики по сравнению с контролем. Особенно заметно улучшение окраски корочки, которая становится более интенсивной. Внесение 5 % кукурузной муки положительно влияет и на органолептические показатели, делая хлеб вкуснее и аппетитнее.

В целом, научные разработки российских и зарубежных ученых подтверждают, что использование нетрадиционного сырья, такого как кукурузная мука, является эффективным способом повышения пищевой ценности продуктов. Это также открывает возможности для увеличения объемов производства и снижения затрат за счет замены более дорогостоящих ингредиентов.

Список использованной литературы

1. Алексеенко Е. Н. Нетрадиционное природное сырьё для производства хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. 2008. № 9. С. 50-51.

2. Ефремова Е. Н. Совершенствование рецептуры пшеничного хлеба добавками, обладающими функциональными и технологическими свойствами // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 4 (40). С. 207-213.

3. Козьмина Н. П. Биохимия хлебопечения. М.: Пищевая промышленность, 1971. 436 с.

4. Экспертиза хлеба и хлебобулочных изделий. Качество и безопасность / А. С. Романов, Н. И. Давыденко, Л. Н. Шатнюк, И. В. Матвеева. Новосибирск, 2005. 278 с.

УДК 664.8

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ КОНСЕРВИРОВАННЫХ ОВОЩЕЙ

Конник Г. И., *преподаватель*
Биктирякова Т. С., *преподаватель*
Хоботова Н. Н., *преподаватель*

ГБПОУ «Волгоградский колледж ресторанного сервиса и торговли»
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Приведены результаты оценки потребительских свойств консервированных овощей ведущих торговых марок. Дана характеристика степени безопасности исследуемых образцов консервированной продукции.

Ключевые слова: *овощные консервы, зеленый горошек, потребительские свойства овощных консервов.*

Овощные консервы – это продукт, состоящий из овощей, приготовленных в соответствии с установленными технологиями и рецептурами, с добавлением натуральных пищевых компонентов или без них, расфасованных в герметически укупоренную тару и подвергнутых тепловой стерилизации.

История происхождения овощных консервов начинается с попыток сохранить продукты ещё в Древнем Египте. Овощи там вялили на солнце, коптили или клали в глиняную ёмкость и полностью засыпали солью. В 1875 году в России появился один из первых консервных заводов – в селе Поречье-Рыбное, в Ростовском уезде Ярославской губернии.

Рынок овощных консервов в России демонстрирует стабильный рост благодаря увеличению потребительского спроса на удобные и долгохранящиеся продукты.

Цель данной работы: анализ качества овощных консервов, реализуемых на предприятиях розничной торговли.

Консервированные овощи могут оказывать влияние на экологию из-за производства, транспортировки и утилизации.

Для нагрева и стерилизации пищевых продуктов и упаковочных материалов требуется значительное количество энергии. Производство консервов потребляет почти в два раза больше энергии, чем производство свежих или замороженных продуктов.

В процессе производства, транспортировки и хранения консервов выделяется большое количество углекислого газа, метана и закиси азота. Эти парниковые газы удерживают тепло в атмосфере и способствуют глобальному потеплению.

Упаковочные материалы, используемые при производстве консервов, такие как металлические банки, пластиковые вкладыши и бумажные этикетки, образуют значительное количество отходов.

Исследование потребительских свойств овощных консервов проводилось на базе торгового предприятия города Волгограда. Для оценки качества овощных консерв были отобраны в ООО «Metro Cash & Carry» 3 образца консервированных овощей – зелёного горошка. В основу отбора был положен ценовой фактор. Образцы отбирались случайным методом различных производителей. Охарактеризуем отобранные образцы овощных консервов.

Образец № 1: Консерва овощная.

1) Наименование: Зелёный горошек.

2) Тип: Натуральный.

3) Торговая марка: Heinz.

4) Изготовитель: ООО «Грин Рэй Кубань», Краснодарский край, Павловский район, станица Павловская.

5) Масса: 400 грамм.

6) Нормативно-технические документы: ГОСТ 34112-2017.

7) Цена: 109 рублей.

8) Упаковка: Жестяная банка.

Образец № 2: Овощная консерва.

1) Наименование: Зелёный горошек.

2) Тип: Натуральный.

3) Торговая марка: Bonduelle.

4) Изготовитель: ООО «Бондюэль-Кубань», Россия, Краснодарский край, Динской район.

5) Масса: 530 грамм.

6) Нормативно-технические документы: ГОСТ 34112-2017.

7) Цена: 339 рублей.

8) Упаковка: Стеклянная банка.

Образец № 3: Овощная консерва

1) Наименование: Зелёный горошек.

2) Тип: Натуральный.

3) Торговая марка: Кормилица.

4) Изготовитель: ООО «Кубанский консервный комбинат», Россия, Краснодарский край, Калининский район.

5) Масса: 400 грамм.

6) Нормативно-технические документы: ГОСТ 34112-2017.

7) Цена: 83 рублей.

8) Упаковка: Жестяная банка.

При исследовании зелёного горошка был использовал ГОСТ 8756.1-79 «Продукты пищевые консервированные. Методы определения органолептических показателей, массы нетто или объёма и массовой доли составных частей».

Первым шагом был проведён анализ маркировки зелёного горошка согласно ГОСТ 34112-2017 «Консервы овощные. Горошек зелёный. Технические условия». Результат занесен в таблицу 1.

Таблица 1 – Анализ реквизитов маркировки

№	Реквизиты маркировки	Образец № 1 «Heinz»	Образец № 2 «Bonduelle»	Образец № 3 «Кормилица»
1.	Наименование товара	Зелёный горошек	Зелёный горошек	Зелёный горошек
2.	Состав	Горох овощной свежий, вода, сахар, соль	Зелёный горошек, вода питьевая, сахар, соль	Горошек зелёный, вода питьевая, сахар, соль
3.	Срок годности	25.06.2028	30.06.2028	11.07.2028
4.	Количество пищевой продукции	400 грамм	530 грамм	400 грамм
5.	Дата изготовления	25.06.2024	08.11.2024	11.07.2024
6.	Условия хранения	От 0°С до 25°С	От 0°С до 25°С	От 0°С до 25°С
7.	Наименование место изготовителя	ООО «Грин Рэй Кубань», Краснодарский край, Павловский район, станица Павловская	ООО «Бондюэль-Кубань», Россия, Краснодарский край, Динской район	ООО «Кубанский консервный комбинат», Россия, Краснодарский край, Калининский район
8.	Рекомендации и/или ограничения по использованию	Присутствует	Присутствует	Присутствует
9.	Пищевая ценность	35 ккал	81 ккал	38 ккал
11.	Знак соответствия ЕАС	Нанесен на маркировку	Нанесен на маркировку	Нанесен на маркировку

Все три образца соответствуют ТР ТС 022.2011.

Вторым шагом после определения анализа маркировки было определение количественных показателей согласно ГОСТ 8.579-2018. Все результаты были занесены в таблицу 2.

Таблица 2 – Определение количественных показателей

Показатели качества	Образец № 1 «Heinz»	Образец № 2 «Bonduelle»	Образец № 3 «Кормилица»
1) Масса брутто, г	457	656	461
2) Масса тары, г	57	156	61
3) Масса нетто, г	400	530	400
4) Масса горошка, г	254	298	259
5) Объём заливки, г	146	232	141
6) Отклонения от нетто, г	0	0	0
7) Отношение массы составных частей, %	63,4	56,1	64,8

Все три образца соответствуют ГОСТ 8.579-2019, так как образцы не имеют отклонения.

Третьим шагом было определение органолептических согласно ГОСТ 34112-2017. Результаты были занесены в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение органолептических показателей

Показатели качества	Требования ГОСТ	Образец № 1 «Heinz»	Образец № 2 «Bonduelle»	Образец № 3 «Кормилица»
1) Внешний вид	Целые зёрна без примесей оболочек зёрен и кормового гороха	Соответствует	Соответствует	Имеется примесь оболочек зёрен
2) Количество битых зёрен	6 %	5,1 %	4,6 %	23,5 %
3) Вкус	Свойственный горошку, без постороннего привкуса	Свойственный горошку, сладковатый	Свойственный горошку, приятный	Свойственный горошку, приятный
4) Запах	Свойственный горошку, без постороннего запаха	Свойственный горошку	Свойственный горошку	Свойственный горошку
5) Цвет	Зелёный, светло-зелёный, оливковый, однородный	Оливковый	Оливковый	Оливковый
6) Консистенция зёрен	Мягкая однородная / неоднородная, более твёрдая неоднородная	Твёрдая однородная	Мягкая, однородная	Твёрдая однородная
7) Качество заливки	Прозрачная, характерного цвета с зеленоватым / оливковым оттенком, много осадка	Мутная, с осадком	Слабо мутная с осадком	Непрозрачная, с оливковым оттенком

Проведя анализ по органолептическим показателям, мы можем сделать соответствующие выводы. Первый образец «Heinz» и второй образец «Bonduelle» соответствует требованиям. Третий образец «Кормилица» имеет большое количество битых зёрен.

В результате проведенных исследований, выявлено, что образец № 1 и № 2 обладают высокими потребительскими свойствами, образец № 3 имеет битые зерна, но по остальным показателям соответствует требованиям ГОСТ 8.579-2019.

Из этого следует, что данная продукция произведена в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и является безопасной для потребителя.

Список использованной литературы

1. Магомедов Г. О., Плотникова И. В., Зацепилина Н. П., Мызина И. В. Инновационный способ производства карамели без сахара // ТППП АПК. 2016. № 2.

2. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий: учебное пособие / Г. О. Магомедов, А. Я. Олейникова, И. В. Плотникова [и др.]. СПб.: ГИОРД, 2015. 439 с.

3. Сандракова И. В., Резниченко И. Ю. Исследование потребителей продуктов здорового питания // Практический маркетинг. 2019. Т. 274. № 12. С. 22-27.

4. Курбанова М. Г., Колбина А. Ю. Аспекты производства молочно-пробиотической карамели функциональной направленности // Индустрия питания. 2021. Т. 6. № 1. С. 31-38.

УДК 663.813:635.132

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА НАПИТКА МОРКОВНОГО С АДАПТОГЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Кузнецова Е. А., *канд. с.-х. наук, доцент*
Мордвинкин С. А., *канд. с.-х. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена возможность производства напитка, обладающего адаптогенными свойствами произведенного из морковного сока, сливок 20 % жирности и сиропа лимонника китайского с шиповником. В результате проведенного исследования была установлена возможность производства напитка на основе морковного сока с добавлением 20 % сливок, обогащенного сиропом лимонника китайского и шиповника, а также установлена оптимальная дозировка исследуемых компонентов.

Ключевые слова: *безалкогольные напитки, овощные соки, морковный сок, сливки, сироп лимонника.*

Особой популярностью на рынке России в последнее время пользуются безалкогольные напитки – за счет своей способности утолять жажду, радовать потребителей приятным вкусом и не оказывать вредного влияния на человеческий организм. На протяжении последних нескольких лет российский рынок безалкогольных напитков де-

монстрирует высокие и устойчивые темпы роста. Такой успех связан с наблюдаемой в последнее время тенденцией смещения потребительских предпочтений в сторону напитков более полезных для здоровья, чем привычная газировка. В средствах массовой информации все чаще встречаются статьи и передачи, преподносящие вопрос потребления качественных безалкогольных напитков как необходимое условие для долгой и здоровой жизни.

По результатам опроса потребителей, каким безалкогольным напиткам они отдают предпочтения (рис. 1), 40 % респондентов ответили, что утоляют жажду чаем, 14 % – минеральной водой, 12 % – респондентов квасом. Примерно столько же россиян (10 %) не отказывают себе в чашечке кофе. Оказалось, что кофеманы, в основном, живут в городе и хорошо зарабатывают. Около 8 % россиян пьют воду из-под крана, причем среди них значительно больше жителей сельской местности. Примерно 9 % респондентов выбрали бы соки и нектары, либо прохладительные газированные напитки (8 %). Каждый шестой отдает предпочтение молоку или сливкам. Реже всего наши соотечественники охлаждаются безалкогольным пивом (1 %) и энергетическими напитками (1 %).

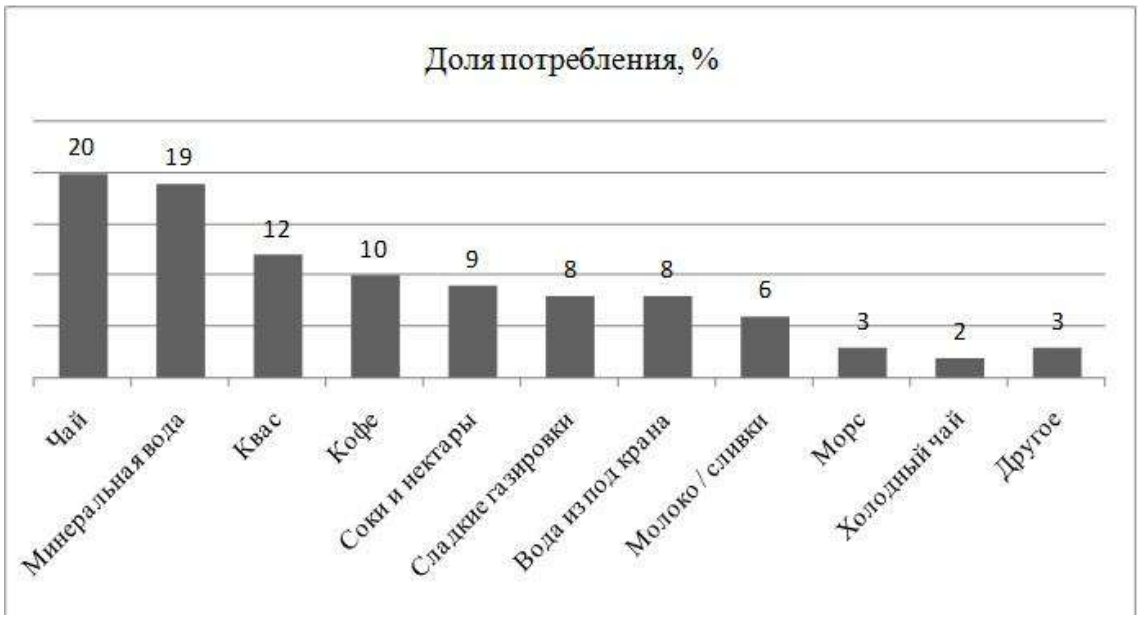

Рисунок 1 – Структура потребления безалкогольных напитков в РФ

Из данных диаграммы и литературных источников можно сделать вывод, что на рынок безалкогольных напитков все большее влияние оказывают «здоровые» тренды: стремление к здоровому образу жизни, хорошему самочувствию и расширению ассортимента качественных натуральных продуктов. Особенно популярны такие напитки и продукты, благоприятный эффект от которых становится быстро заметен, например, улучшается пищеварение или приходит в норму

вес. В наибольшей степени это относится к категории функциональных напитков, то есть напитков, обладающих дополнительными полезными свойствами. Это позволяет производителю позиционировать продукт в более высоком ценовом сегменте, что является важным преимуществом особенно на уже сложившихся рынках, где потребитель ищет дополнительную выгоду в виде высокого качества, богатого витаминами и минералами состава, улучшенного вкуса. В связи с этим, актуальной задачей является создание функционального напитка на основе растительного сырья, обладающего адаптогенным действием для улучшения устойчивости организма к вредным факторам среды, снижая риски возникновения заболеваний нервной системы и мозга, а также стимулируя когнитивные функции. Нами была смоделирована рецептура напитка на основе сока моркови, сливок 20 % и сиропа лимонника с шиповником.

Цель работы – изучить возможность производства напитка на основе морковного сока с добавлением 20 % сливок, обогащенного сиропом лимонника китайского с шиповником.

В ходе исследования была проведена оценка органолептических показателей экспериментальных образцов морковного напитка со сливками с добавлением сиропа лимонника с шиповником. Лабораторный эксперимент включал два варианта: 1) контроль – напиток из морковного сока с добавлением 20 % сливок (без добавок); 2) вариант – напиток из морковного сока с добавлением 20 % сливок и сиропа лимонника с шиповником. Все напитки готовились по одной и той же рецептуре, отличаясь только наличием или отсутствием сиропа лимонника с шиповником.

Органолептические характеристики оценивались с применением сенсорного анализа, включающего восприятие ароматических, визуальных и вкусовых свойств образцов. Дегустационная оценка проводилась при использовании 20-балльной шкалы, разделение максимальных баллов по отдельным органолептическим показателям следующее: цвет, прозрачность – 5 баллов, вкус – 10 баллов, аромат – 5 баллов. Были зафиксированы впечатления о балансе сладости, а также о присутствии дополнительных вкусовых оттенков.

Морковь – источник витаминов, питательных веществ и пищевых волокон. При этом необязательно включать в свой рацион свежий овощ. Самый простой способ получения пользы – пить морковный сок. Это одна из самых древних овощных культур. Изображения моркови находили в древнеримских городах, например – Помпеи. Тогда же из моркови научились получать сок и его уже в те времена его использовали в лечебных целях. Богатый химический состав моркови наделяет его полезными свойствами для зрения, пищеварении, сердечных заболеваниях, болезнях печени, адаптации организма

и повышении иммунитета. Однако чрезмерное потребление даже самого полезного продукта может грозить нежелательными последствиями для организма. Рекомендуемая суточная норма потребления сока моркови составляет 200 мл. Чрезмерное увлечение морковным соком может негативно отразиться на пигментации кожи, которая приобретет нездоровый желтоватый оттенок. Это происходит из-за повышенной концентрации каротинов. Такое пожелтение не представляет угрозы для организма, но говорит о том, что норма потребления сока превышена. Также нельзя выпивать сок из моркови залпом, так как повышенная концентрация биологически активных веществ (каротина, витаминов и минералов) может привести к нагрузке на желудок и поджелудочную железу, что, в свою очередь, станет причиной болевых ощущений, вздутия и дискомфорта. Врачи рекомендуют пить сок моркови через трубочку, это обеспечит постепенное поступление продукта в организм, что значительно облегчит его переваривание. А для лучшего усвоения каротина рекомендуется употреблять морковный сок вместе с жирами: например, добавляя в напиток немного сливок.

Сливки в свою очередь способны обогатить напиток как источник белка и кальция для мышц и костей, а также обогатить витаминами группы В для нервной системы. Они могут повышать энергию, улучшать работоспособность, снижать стресс и улучшать потенцию у мужчин при умеренном употреблении. Также сливки способствуют здоровью сердца и сосудов, нормализуют холестерин, содержат антиоксиданты и полезные жиры для мозга, но важно не переусердствовать из-за их калорийности.

Врачи рекомендуют взрослому человеку 100 г сливок 15-20 % жирности в сутки. Сироп лимонника с шиповником – это мощный природный тоник, который укрепляет иммунитет (благодаря витамину С), повышает физическую и умственную работоспособность, помогает бороться с усталостью и стрессом, а также улучшает адаптацию к неблагоприятным условиям, так как лимонник является адаптогеном, а шиповник – источником витаминов и антиоксидантов, защищающих от инфекций и способствующих восстановлению тканей. Суточная норма 15 мл для взрослого человека.

Таким образом, рецепт напитка морковного с сиропом лимонника и шиповника был следующим:

- 200 мл морковный сок;
- 75 мл сливки;
- 15 мл сироп лимонника и шиповника.

После изготовления напитков была проведена органолептическая оценка исследуемых образцов, представленная в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели экспериментальных образцов напитка

Наименование показателя	Морковный сок и сливки 20 %	Морковный сок со сливками 20 % и сиропом лимонника китайского
Вкус	Выраженный морковно-сливочный, свойственный данному напитку, без постороннего привкуса. В меру сладкий	Морковный с приятным легким привкусом лимонника. В меру сладкий, присутствует привкус шиповника
Аромат	Слабо выраженный морковный, без постороннего запаха	Выраженный морковно- лимонный, без постороннего запаха
Цвет	Бледно-оранжевый	Бледно-оранжевый

Исходя из данных таблицы 1, можно сделать вывод, что органолептические показатели изменялись незначительно и обладали приятным вкусом и ароматом, а цвет готового продукта оставался без изменений бледно – оранжевый.

Также была проведена дегустационная оценка исследуемых образцов представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Дегустационная оценка экспериментальных образцов, баллы

Наименование показателя	Морковный сок и сливки 20 %	Морковный сок со сливками 20 % и сиропом лимонника китайского
Вкус	Выраженный морковный, свойственный данному напитку, без постороннего привкуса. В меру сладкий – 8	Морковный, свойственный данному напитку. Сладкий, присутствует легкий привкус шиповника и лимонника – 10
Аромат	Слабо выраженный морковный запах, без постороннего – 5	Морковно-лимонный запах, без постороннего – 5
Цвет	Бледно-оранжевый – 5	Бледно-оранжевый – 5
Общее количество баллов	18	20

Исходя из данных таблицы 2, можно сделать вывод, что напиток с морковным соком, сливками 20 % и сиропом лимонника китайского и шиповником набрал больше на 2 балла при оценке вкуса, получив максимальную оценку 20 балов. При оценке аромата и цвета образцы набрали одинаково максимальное количество баллов.

Пищевая и энергетическая ценность экспериментальных образцов представлена в таблице 3.

Исходя из данных таблицы 3, можно сделать вывод, что напиток с морковным соком, сливками 20 %, сиропом лимонника китайского и шиповником содержал большее количество углеводов.

Таблица 3 – Пищевая и энергетическая ценность

Вариант	Содержание белков, г/100 г	Содержание жиров, г/100 г	Содержание углеводов, г/100 г	Энергетическая ценность, ккал
Морковный сок и сливки 20 %	1,6	6,7	9,6	104
Морковный сок со сливками 20 % и сиропом лимонника китайского с шиповником	1,6	6,7	11,6	111,7

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод, что напиток на основе морковного сока с добавлением 20 % сливок, обогащенного сиропом лимонника китайского и шиповника обладает приятными органолептическими свойствами и может быть рекомендован в производство.

Список использованной литературы

1. Хасанов А. Р., Матвеева Н. А. Применение растительных экстрактов-адаптогенов в рецептуре функциональных напитков // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). № 9 (66). 2019. С. 46-48. https://euroasia-science.ru/wp-content/uploads/2019/10/46-48-Xasanov-A.R.-Matveeva-N.A.-Primenenie-rastitelnyx-ekstraktovadaptogenov-v-recepture-funkcionalnyx- napitkov.pdf

2. Оптимальное питание – основа здорового образа жизни / В. А. Тутельян, Н. Ф. Герасименко, Д. Б. Никитюк, А. В. Погожева // Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы. Москва: "Научная книга", 2019. Т. 3. С. 228-249.

3. Абдракипова А. Р., Степанов Г. И., Сидоров М. А. Адаптогены, виды и полезные свойства // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее: сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции. Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. С. 57-59.

4. Колесникова И. А. Сырье для производства безалкогольных напитков. К.: Урожай, 1992. 240 с.

5. Мордвинкин С. А., Лапин П. А. Возможность производства напитка из тигрового ореха // Развитие АПК на основе принципов рационального природопользования и применения конвергентных технологий: материалы Международного научно-практического форума. Волгоград, 2019. С. 12-18.

6. Тимошин А. В. Плодово-ягодное и дикорастущее растительное сырье в производстве безалкогольных напитков // Пиво и напитки. 2010. № 3. С. 16.

УДК 633.361:631.5

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЭСПАРЦЕТА В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Павленко В. Н., *д-р с.-х. наук, профессор*
Светличкин М. С., *аспирант*
Мельников А. Г., *канд. биол. наук, научный сотрудник*
Мельникова Е. А., *канд. биол. наук, доцент*
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Приведены особенности возделывания эспарцета в условиях Ростовской области. Результаты исследований показали, что инокуляция семян ризоторфином-Б поспособствовало увеличению симбиотической фиксации азота эспарцета, клубеньки на зародышевом корне эспарцета проявляются уже на 10-е сутки после начала прорастания.

Ключевые слова: *эспарцет, сорта эспарцета, инокуляция семян, укосная спелость зеленой массы, урожайность зеленой массы, урожайность сена.*

Экспериментальный участок, где проводились исследования, располагается на правом берегу реки Чир, рядом со станицей Обливская Ростовской области. Обьектами послужили 3 районированных сорта, выбранные нами: Атаманский, Велес и Зернорадский 2.

Эспарцет может произрастать и возделываться на самых различных почвах и районах с разными климатическими условиями. Зона его возделывания совпадает с зоной люцерносеяния. Но в отличии от люцерны он не требователен к плодородию почвы может произрастать и давать высокие урожаи на смытых, песчаных и щебнистых почвах [3].

Не подходят ему тяжелые заплывающие либо подтапливающие почвы.

В зависимости от почвенно-климатических условий района возделывания, специализации хозяйства эспарцета размещают в различных севооборотах или запольных участках. Он может входить и в сравнительно короткие севообороты, которые сейчас применяются фермерскими хозяйствами. В этом случае посев эспарцета может использоваться 2 года. Высевают эспарцет и в смеси с другими бобовыми и злаковыми культурами при залужении склонов, неудобств, сенокосов и долголетних пастбищ. Эспарцет можно высевать после многих полевых культур. Нежелательно его выращивание после подсолнечника и суданской травы, которые сильно иссушают почву в глубоких слоях. Основное требование эспарцета к предшественникам заключается в обеспечении хорошего, рыхлого состояния почвы и уничтожения многолетних сорняков [2].

Атаманский – искусственная синтетическая популяция, созданная на основе массового отбора. Относится к песчаному виду. Вегетационный период от начала весеннего отрастания до полного созревания семян составляет (85…100 суток), укосная спелость зеленой массы наступает через 45…60 суток.

Урожайность зеленой массы в конкурсном сортоиспытании составляла 30,1…32,7 т/га, сена 8,1…10,2 т/га, семян 0,8…1,21 т/га. Облиственность растений 38…46 %. Засухоустойчив.

Сорт обладает высокой зимостойкостью. Содержание сырого протеина в зеленой массе составляет 18,37…19,08 %, сухого вещества 22…24 %, клетчатки 28…30 %.

Сорт Атаманский допущен к использованию в производстве по Северо-Кавказскому и Западно-Сибирскому регионам.

Велес – сорт эспарцета получен индивидуально-семейственным отбором и поликроссом. Относится к песчаному виду.

Вегетационный период от начала весеннего отрастания до полного созревания семян 80…90 суток. Укосная спелость зеленой массы наступает через 45…55 суток после весеннего отрастания и через 40…45 суток после первого скашивания.

Урожайность зеленой массы в конкурсном сортоиспытании составляла по годам 19,5…37,5 т/га, сена 4,7…8,2 т/га, семян 0,69…1,02 т/га. Облиственность растений 43…48 %. Засухоустойчив.

Содержание сырого протеина в зеленой массе было выше, чем у стандарта Зерноградский 2 на 0,19…0,38 % и составило 17,96…19,36 %, сухого вещества 24…26 %, сырой клетчатки 25…28 %.

Сорт Велес допущен к использованию в производстве с 2010 года по Северо-Кавказскому региону.

Дефицит белка в кормах снижает не только их продуктивность, но и качество получаемой продукции, повышая ее себестоимость. Для развития животноводства в Ростовской области необходимо создать прочную кормовую базы. Решение этой проблемы возможно с использованием многолетних трав.

Зернорадский 2 – это искусственная гибридная популяция, созданная на основе биотипического отбора. По большинству признаков относится к песчаному виду.

Вегетационный период от начала весеннего отрастания до полного созревания семян 86…100 суток, укосная спелость зеленой массы наступает через 43…60 суток. Облиственность составляет 38…43 %.

За годы изучения сорта в конкурсном сортоиспытании урожайность зеленой массы составляла 28,5…32,7 т/га, сена 7,8…8,1 т/га, семян 0,8…1,21 т/га.

Кормовые достоинства сорта высокие: содержание сырого протеина в зеленой массе эспарцета составляет 17,5…18,5 %, сухого вещества 21,0…24,1 %, клетчатки 28…29 %. Сорт зимостойкий и засухоустойчивый.

В качестве объектов исследования была выбрана культура эспарцет и препарат ризоторфин. Применение удобрений предоставляет возможность возвращать в круговорот удаленные компоненты и создает стабильно высокую плодородность и хорошие характеристики продукции растениеводства. В сегодняшнее время в странах с прогрессивной сельскохозяйственной промышленностью за счет применения удобрений извлекают до 60 % урожая сельскохозяйственных культур.

Удобрения – это те вещества, в которых имеют в себе компоненты, обязательные для питания растений или корректировки свойств грунта. Использование удобрений – является одним из важнейших условий увеличения плодородности сельскохозяйственных культур, в добавок к этому важное звено технологий их возделывания. Потому что функционирование агроэкосистемы основано на систематическом отчуждении внушительного числа биогенных частей.

Эспарцет, благодаря быстрым темпам роста в весенний период, служит источником самого дешевого и раннего корма. Высокая засухоустойчивость имеет преимущество этой культуры по урожайности на неполивных землях степных районов Ростовской области. Корень стержневой глубоко уходящий в почву и обладающий способностью усваивать труднорастворимые соединения фосфора и кальция.

Основная масса корня и клубеньки у эспарцета располагаются на глубине 0,00…0,30 м и вследствие такой структуры корневой системы эспарцета он обогащает почву обильным количеством органического вещества, P_2O_5, N, K_2O и является лучшим предшественником для всех растений. Кроме того, эспарцет прекрасный медонос, дающий обильный высококачественный нектар [5, 6, 7].

Изучение библиографических источников показывает, что перед посевами необходимо проводить инокуляции семян, которая доказывает, что повышается активность симбиотической фиксации азота эспарцета, активными штаммами бактерий типа клубеньковых перед тем как приступить к севу. Деятельность симбиотической фиксации азота напрямую подчиняется неординарности и конкурентной способности бактерий типа клубеньковых. Установлена видовая и сортоспецифичность штаммов бактерий типа клубеньковых – почти каждый сорт эспарцета рекомендуется обрабатывать своим нетривиальным видом бактериального удобрения. В заражении корневой системы эспарцета бактериями типа клубеньковых наибольшее значение играет вирулентность, то есть способность клубеньковых бактерий вторгаться в ткани корня, размножаться внутри, а также вызывать непоправимое образование клубеньков.

Как показали наши исследования от комплекса многих факторов зависит формирование клубеньков на корнях эспарцета. Факторы окружающей среды, такие как влажность и температура воздуха, оказали весомое влияние. В годы с удовлетворительным увлажнением клубеньки начинали обнаруживаться в активном состоянии уже через пару недель после прорастания и оставались активными до созревания.

Если влажность воздуха ниже отмеченного уровня формирование клубеньков, как правило сильно замедляется, а длительный недостаток влаги приводит к гибели уже образовавшихся клубеньков на корнях бобовых культур [1]. Использование в нашем практическом опыте инокуляции семян ризоторфином-Б поспособствовало увеличению симбиотической фиксации азота эспарцета. Исследования в полевых условиях показали, что на вариациях с использованием бактериального препарата ризоторфин-Б клубеньки на зародышевом корне эспарцета проявляются уже на 10-е сутки после начала прорастания.

Таблица 1 – Влияние инокуляции семян ризоторфином на урожайность эспарцета и хозяйственно ценные признаки (2021…2022 гг.)

сорт	вегетационный период, суток	укосная спелость зеленой массы, суток	сырого протеина, %	сухого вещества, %	клетчатки, %	урожайность зеленой массы, т/га	урожайность сена, т/га	урожайность семян, т/га
Фон I (без инокуляции семян)								
Атаманский - St	92	58	19	6,9	28	27,10	6,10	0,75
Велес	85	45	18	7,0	25	19,50	5	0,71
Зернорадский 2	96	90	17	7,8	28	28	7,80	0,82
Фон II (с инокуляцией семян)								
Атаманский - St	90	60	19,00	9,5	29,10	29,4	9,05	1,12
Велес	90	55	19,30	10,2	28,97	37,50	8,20	1,10
Зернорадский 2	100	60	20,50	12,0	29,80	32,7	9,10	1,25
$НСР_{05}$								0,07

Изначально на корнях появляются утолщенные выпячивания, далее они начинают формироваться в округлые наросты, а к периоду ветвления формируются целые колонии из обособленных клубеньков, имеющие в большинстве случаев округлую форму. На корнях растений, выращенных из семян и обработанных при помощи ризоторфина-Б, развивающиеся клубеньковые бактерии начинают формировать гораздо большие и тяжелые клубеньки с ровной поверхностью. Встречаются колониями у основания центрального корня и маленькими группами на боковых ветвях. В самом начале развития клубеньки имеют самые большие размеры, и многие их них окрашиваются в розовый цвет. К периоду начала созревания эспарцета, процесс фиксации азота начинает быстро угасать: окраска клубеньков становится коричневой или вообще зеленовато-бурой. Физиологи называют данное явление клубеньковым некрозом, доказывая, что именно в данную фазу клубеньки имеют в себе самое маленькое число азота, чем другие части растения, что служит свидетельством о том, что как раз-таки в клубеньках процесс усвоения азота переходит в последующем в надпочвенную часть растения.

Исследование (табл. 1) показало, что при возделывании сортов эспарцета Велес, Атаманский и Зерноградский 2 в условиях Ростовской области на подтипе темно-каштановых почвах целесообразно

проведение предпосевной инокуляции семян ризоторфином, это повышает урожайность сена на 0,3…0,4 т/га что обеспечивает получение стабильной урожайности эспарцета, способствует накоплению биологического азота, а кормов – растительным белком, что обеспечивает более высокую продуктивность сельскохозяйственных культур и животных.

Список использованной литературы

1. Антонов С. А. Изменение засушливости территории Ставропольского края за последние 50 лет (1969-2018 гг.) // Сельскохозяйственный журнал. 2019. № 12 (2). С. 6-12.

2. Гончаренко А. А.Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. 2005. № 6. С. 49-53.

3. Дронова Т. Н., Бурцева Н. И., Молоканцева Е. И., Головатюк О. В. Итоги работы по интродукции многолетних бобовых трав на орошаемых землях Нижнего Поволжья // Материалы Международной научно-прак. конференции. Волгоград, 2016.

4. Дронова Т. Н., Бурцева Н. И., Невежин С. Ю., Ивина И. П. Комбинированное использование овсяницы тростниковой на корм и семена при орошении // Материалы международной научно-прак. конференции. Волгоград, 2016.

5. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: Агрорус, 2004. 1109 с.

6. Павленко В. Н., Кузнецова Е. А., Светличный М. С., Мельников А. Г. Глубина и способы основной обработки почвы под эспарцет на южных чернозёмах Ростовской области // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2024. Том I. С. 403-409

7. Сатункин И. В. Гулянов Ю. А., Головкова И. М. Влияние расчетных норм минеральных удобрений и норм высева семян на продуктивность и качество суданской травы при орошении // Материалы международной научно-прак. конференции. Волгоград, 2016.

УДК 633.361:631.445.51(470.61)

ВЫБОР СОРТОВ ЭСПАРЦЕТА ДЛЯ УСЛОВИЙ СЕВЕРА НА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Павленко В. Н., *д-р с.-х. наук, профессор*
Светличкин М. С., *аспирант*
Мельников А. Г., *канд. биол. наук, научный сотрудник*
Мельникова Е. А., *канд. биол. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Приведены результаты исследований выбора сортов эспарцета для условий севера на темно-каштановых почвах Ростовской области. Результаты дисперсионного анализа показали значительное влияние фактора В как на изменчивость урожайности зеленой массы (79,12 %), так и сухого вещества (75,38 %). Все

изучаемые сорта эспарцета по годам и по закладкам посева существенно превосходили стандарт. Наиболее продуктивный из них новый сорт Атаманский 20 в среднем формировал 30,9 т/га зеленой массы и 8,3 т/га сухой массы, с колебаниями по годам 24,8…44,9 и 6,4…12,1 т/га соответственно.

Ключевые слова: *эспарцет, сорта эспарцета, зеленая масса, устойчивость к погодным условиям, коэффициент стабильности.*

В растениеводстве в связи с изменяющимися климатическими условиями, как на региональном уровне, так и на континентальном, большее внимание уделяется изучению проблем потенциальной продуктивности культурных растений и экологической их устойчивости. В РФ появляется все больше работ, посвященных изучению адаптивных свойств разных зерновых культур в различных регионах и их связи с продуктивностью [3, 5, 6, 7].

Кормовая и семенная продуктивность многолетних трав повсеместно в значительной степени зависит от складывающихся погодно-климатических условий, таких как увлажнение, температура воздуха, длительность вегетационного периода, обеспеченность элементами питания.

Экономия материальных средств при лимите благоприятных факторов произрастания растений предполагает активизацию использования бобовых многолетних трав, так как они улучшают обеспеченность почв азотом, а кормов – растительным белком, что обеспечивает более высокую продуктивность сельскохозяйственных культур и животных.

Одной из важных многолетних бобовых культур является эспарцет. Культура позволяет получать высокий урожай кормовой массы и семян. Она оптимально подходит для коротких севооборотов и как предшественник зачастую не уступает злаково-бобовой смеси, гороху и нуту. На юге России это одна из лучших сидеральных культур [4].

Невысокая требовательность эспарцета к плодородию почв и наличие вышеприведенных хозяйственно-биологических свойств вполне объясняет повышенный интерес к данной культуре. Чтобы не нарушать принципы адаптивности в размещении сельскохозяйственных культур, в том числе и созданных в последние годы сортов эспарцета, появилась необходимость оценки их параметров адаптивности.

Цель исследований – изучение сортов эспарцета местной селекции.

Исследования проводили на участке рядом со станицей Обливская, находящемся в северной зоне Ростовской области. Объектом исследований служили 5 сортов эспарцета местной селекции, допущенных к использованию в разных регионах РФ, и один сорт эспарцета, переданный на Государственное сортоиспытание в 2020 году. За стандарт принят сорт Зерноградский 2.

Посев выполняли весной сеялкой ССФК-7 в чистом виде, без покровной культуры. В первый год жизни на посеве проводили мероприятия по борьбе с сорной растительностью периодическим его подкашиванием. Норма высева – 5 млн всхожих семян на 1 га.

Площадь делянки 20 м^2, повторность четырехкратная. Учет урожая в каждой из закладок опыта проводился во второй и третий годы жизни. Уборку зеленой массы выполняли вручную в фазу начала цветения растений эспарцета.

Почва участка – темно-каштановые, тяжелосуглинистый карбонатный. Содержание гумуса в слое почвы 0…0,20 м – 3,4 %, низкое содержание подвижного фосфора (18 мг/кг почвы) и среднее – обменного калия (320 мг/кг почвы).

В осенне-зимний период 2022 г. количество выпавших осадков было практически равно среднемноголетним их значениям. За весеннее время количество осадков было на 8,8 % выше, а в летний период оно составило только 55 % от среднемноголетнего их количества.

Недостаток летних осадков существенно отразился на начале осенней вегетации многолетних трав в послеуборочный период. Температурный режим в осенне-весеннее время был благоприятен, среднемесячные температуры были близки к среднемноголетним за этот период.

Начало цветения эспарцета совпало с резким повышением температуры воздуха, что ускорило время цветения и сократило этот период.

В осенне-зимний период 2023 г. количество выпавших осадков составило 51,4 % от среднемноголетних, а за январь-февраль 2023 г. их количество превысило на 62,8 % среднемноголетнюю норму.

Полное отсутствие осадков в марте и лишь 43 % от среднемноголетней нормы в апреле привело к острому недостатку влаги, и только выпавшие в мае осадки в какой-то степени снизили потребность эспарцета во влаге.

Во второй половине вегетации (июнь-август) вновь ощущался недостаток влаги на посевах эспарцета, так как их количество составляло только 83 % от среднемноголетних. Дефицит влаги отмечался на фоне высоких среднесуточных температур – на 0,5…2,4^{o}С выше среднемноголетних на протяжении всего вегетационного периода.

Для осени и начала зимы 2024 г. был характерен острый недостаток влаги. В сентябре выпало 2,7 мм, в октябре 16,4 мм, в ноябре 9,3 мм, в декабре 17,5 мм осадков, что составляло соответственно 6,4, 42,4, 18,4 и 27,6 % от среднемноголетних [1].

Среднесуточные температуры воздуха в осенние месяцы были на 4,2…1,7^{o}С выше среднемноголетних. После выпадения октябрьских осадков началась осенняя вегетация эспарцета.

Зимний период был благоприятным для его перезимовки. В весенний период отмечалось высокое количество осадков, которое превышало среднемноголетние показатели – на 32,2 % в марте, 124,1 % в апреле и 26,7 % в мае.

Для всех лет наблюдений характерны недостаток влаги и высокие температуры воздуха в летний и осенний месяцы, что затягивает начало осенней вегетации эспарцета и подготовку к зимнему периоду. Однако осенне-зимне-весенних осадков, даже при неравномерном их выпадении, достаточно для формирования урожая зеленой массы и семян.

Установление факта взаимодействия для выборки сортов эспарцета выполняют по результатам дисперсионного анализа. Результаты проведенного двухфакторного дисперсионного анализа показывают более высокое влияние фактора В как на изменчивость урожайности зеленой массы (79,12 %), так и сухого вещества (75,38 %) (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа по признакам «урожайность зеленой массы» и «сухого вещества», 2022…2024 гг.

Источники вариации	Сумма квадратов	Степени свободы	Дисперсия	Р факт.	Р табл.	Влияние фактора, %
зеленая масса						
Фактор А*	131,80	5	26,36	18,42	2,5	5,01
Фактор В*	2082,18	5	416,44	290,97	2,5	79,12
Взаимодействие А х В	91,82	25	3,67	2,57	1,9	3,49
сухое вещество						
Фактор А	14,18	5	2,84	20,09	2,5	8,16
Фактор В	130,91	5	26,18	185,50	2,5	75,38
Взаимодействие А х В	11,5	25	0,44	3,16	1,9	6,42

Примечание. * Фактор А – сорт, фактор В – условия.

Влияние на изменение урожайности зеленой массы и сухого вещества фактора А составляло соответственно 5,01 и 8,16 %. Влияние – это достоверно, так как фактическое (Р табл.) обоих признаков выше, чем табличное (Р факт).

Взаимодействие между факторами для этих признаков также достоверно. Для зеленой массы оно составляло 3,49 %, для сухого вещества – 6,42 %.

Под влиянием различных условий выращивания урожайность зеленой и сухой массы сортов эспарцета варьировала в широких пределах (табл. 2).

Стандарт Зерноградский 2 в среднем сформировал урожайность зеленой массы 26,3 т/га, сухой массы – 6,8 т/га, с изменениями по годам от 19,6 до 37,2 т/га и от 5,1 до 9,7 т/га соответственно.

Все изучаемые сорта эспарцета по годам и по закладкам посева были на уровне или превосходили стандарт. Наиболее продуктивный из них новый сорт Атаманский 20 в среднем формировал 30,9 т/га зеленой массы и 8,3 т/га сухой массы, с колебаниями по годам 24,8…44,9 и 6,4…12,1 т/га соответственно.

Таблица 2 – Влияние условий выращивания на урожайность зеленой массы и сухого вещества сортов эспарцета, т/га, 2022...2024 гг.

Сорт	Годы закладки						Среднее 2022-2024 гг.
	2022		2023		2024		
	Годы учета урожая						
	2021	2022	2022	2023	2023	2024	
Зеленая масса							
Зерноградский 2, ст.	25,2	26,4	37,2	28,1	19,6	21,3	26,3
Атаманский	26,1	27,8	40,4	30,9	22,9	21,9	28,3
Велес	28,1	27,4	36,2	29,3	24,3	22,4	28,0
Сударь	29,6	26,7	38,1	30,9	24,6	29,0	29,8
Шурави	28,2	28,4	37,8	29,9	23,4	24,3	28,7
Атаманский 20	28,8	28,7	44,9	32,8	25,1	24,8	30,9
НСР05	1,42	1,21	1,62	1,33	0,81	0,73	
Сухое вещество							
Зерноградский 2, ст.	6,6	6,9	9,7	7,0	5,1	5,6	6,8
Атаманский	6,9	7,1	9,9	8,3	6,0	5,7	7,3
Велес	7,3	7,1	9,4	8,0	6,5	6,0	7,4
Сударь	7,7	6,9	9,8	8,4	6,2	6,0	7,5
Шурави	8,0	7,8	9,7	8,4	6,2	6,1	7,7
Атаманский 20	7,9	7,8	12,1	8,8	6,5	6,4	8,3
НСР05	0,41	0,34	0,43	0,52	0,37	0,24	

Значительными были коэффициенты вариации урожайности зеленой и сухой массы стандарта 23,6 и 23,5 % и у сорта Атаманский 20 24,2 и 25,4 % соответственно. У сортов эспарцета Велес, Сударь и Шурави коэффициенты стабильности были средними и для зеленой, и для сухой массы. Наиболее благоприятные условия для формирования зеленой и сухой массы складывались для посева закладки 2022 и 2023 гг., менее благоприятные условия складывались для посева 2024 г.

Реакцию на изменение условий выращивания отражает коэффициент линейной регрессии урожайности изучаемых сортов эспарцета. По величине коэффициента регрессии в данной выборке сортов эспарцета выделяются две их группы. Одна группа – сорта Зерноградский 2 (стандарт), Атаманский и Атаманский 20, у которых коэффициент линейной регрессии урожайности зеленой и сухой массы больше единицы.

Эта группа сортов эспарцета требовательна к улучшению условий выращивания. Новый сорт эспарцета Атаманский 20 будет давать максимальную отдачу при выращивании на зеленый корм и сено при высоком уровне агротехники и благоприятных климатических условиях, так как у этого сорта урожайность зеленой массы и урожайности сухой массы выше.

Изучение сортов эспарцета показало, что способностью формировать стабильную продуктивность зеленой и сухой массы в различных условиях и при неблагоприятных условиях произрастания выделяются сорта Велес, Сударь и Шурави, урожайность зеленой массы соответственно –13,8, –13,9 и –14,1, сухой массы –3,4, –3,8 и –3,6 (табл. 3).

Таблица 3 – Параметры адаптивности сортов эспарцета (2022…2024 гг.)

Сорт	Варьирование урожайности, т/га	Устойчивость к погодным условиям	Генетическая способность	Коэффициент стабильности
зеленая масса				
Зерноградский 2, ст.	19,6-37,2	–17,6	28,4	0,96
Атаманский	21,9-40,4	–18,5	31,2	0,80
Велес	22,4-36,2	–13,8	29,3	0,75
Сударь	24,2-38,1	–13,9	31,2	0,85
Шурави	23,4-37,8	–14,4	30,6	0,38
Атаманский 20	24,8-44,9	–20,1	34,9	0,75
сухое вещество				
Зерноградский 2, ст.	5,1-9,7	–4,6	7,4	0,15
Атаманский	5,7-9,9	–4,2	7,8	0,06
Велес	6,0-9,4	–3,4	7,7	0,03
Сударь	6,0-9,8	–3,8	7,9	0,08
Шурави	6,1-9,7	–3,6	7,9	0,12
Атаманский 20	6,4-12,1	–5,7	9,2	0,09

Показатель произрастания при погодных условиях отражает уровень сортов эспарцета к неблагоприятным условиям произрастания, а методика ее расчета определяет, что чем меньше разница между минимальными и максимальными урожайностями, тем выше устойчивость и шире приспособленность к погодным условиям изучаемых сортов.

Меньшей устойчивостью и более ограниченными приспособительными способностями в этом отношении обладают стандарт Зерноградский 2 и сорта Атаманский и Атаманский 20. В то же время по генетической способности и большему соответствию между генотипом и факторами среды обладает новый сорт Атаманский 20. У него более высокие значения этого показателя для признака урожайности

зеленой – 34,9 и сухой – 9,2 массы. Остальные сорта эспарцета имеют близкие величины генетической способности в условиях возделывания их на зеленый корм и сено.

Коэффициент устойчивости, характеризующий безопасность сортов в различных условиях и рассчитанный на основе теоретической урожайности сортов эспарцета за годы испытаний и отклонения фактических значений урожайности от теоретических, для признака «урожайность зеленой массы» варьировал от 0,38 до 0,96, а для «сухой массы» – от 0,03 до 0,15.

Наиболее высоким коэффициентом стабильности выделялся стандарт Зерноградский 2 – 0,96, следовательно, стандарт является из изучаемых сортов наименее стабильным. Большей стабильностью по признаку «урожайность зеленой массы» отметился сорт Шурави – 0,38, а по признаку «урожайность сухой массы» более стабильным был сорт Велес – 0,03.

Таким образом, изучение сортов эспарцета местной селекции в течение нескольких лет с 2022-2024 гг. по некоторым признакам адаптивности показало, что эти сорта различаются реакцией урожайности зеленой и сухой массы на изменение условий среды. Коэффициент устойчивости, отражающий эту реакцию, у сортов Зерноградский 2, Атаманский и Атаманский 20 больше единицы, и они требовательны к улучшению условий при возделывании на зеленый корм и сено, а сорта Велес, Сударь и Шурави, у которых меньше единицы, слабее реагируют изменением урожайности зеленой и сухой массы на улучшение условий среды и являются более приспособленными к неблагоприятным условиям произрастания. Поэтому более высокой устойчивостью к стрессу обладают сорта Велес, Сударь и Шурави, а у сортов Зерноградский 2, Атаманский и Атаманский 20 диапазон возможностей устойчивости к погодным условиям меньше.

Список использованной литературы

1. Антонов С. А. Изменение засушливости территории Ставропольского края за последние 50 лет (1969-2018 гг.) // Сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 12(2). – С. 22-31.

2. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. 2005. № 6. С. 49-53.

3. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: Агрорус, 2004. 1109 с.

4. Кравцова Е. В. Влияние сидератов на продуктивность зерновых культур в условиях южной зоны Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2016. № 4 (46). С. 57-60.

5. Левакова О. В. Результаты изучения адаптивно-экологических показателей новых сортов и перспективных линий озимой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 2 (62). С. 13-16.

6. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. Адаптивность селекционных линий твердой пшеницы из Италии в условиях Среднего Поволжья // Достижения науки и техники в АПК. 2021. Т. 35. № 3. С. 28-32.

7. Павлова В. Н., Каланка П., Караченкова А. А. Продуктивность зерновых культур на территории Европейской России при изменении климата за последние десятилетия // Метеорология и гидрология. 2020. № 1. С. 78-94.

8. Радченко Л. Н., Ганоцкая Т. Л., Радченко А. Ф. Оценка адаптивных свойств озимой ржи при возделывании в условиях Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 1 (13). С. 74-79.

9. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Брагин Р. Н. Оценка показателей адаптивности сортов озимого ячменя в условиях юга России // Зерновое хозяйство России. 2019. № 4 (64). С. 14-18.

10. Юсова О. А., Николаев П. Н., Бендина Я. Б., Сафонова И. В., Аниськов Н. И. Стрессоустойчивость сортов ячменя различного экологического происхождения для условий резко континентального климата // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 18 (4). С. 44-55.

УДК 635.132:631.559

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКИХ УРОЖАЕВ СТОЛОВОЙ МОРКОВИ В ЗОНЕ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Петров Н. Ю., *д-р с.-х. наук, профессор, профессор*
Еременко В. Д., *соискатель*
Ефремова Е. Н., *д-р с.-х. наук, доцент, заведующая кафедрой*
Мельников А. Г., *канд. биол. наук, научный сотрудник*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представленные результаты исследований направлены на проблему повышения урожайности столовой моркови в зоне каштановых почв южного региона. Предложен путь, позволяющий глобально решать задачу повышения урожайности. Определены расчетные дозы минерального питания на возделывание новых гибридов моркови, отвечающих вопросам интенсивного производства.

***Ключевые слова*:** *режимы полива моркови столовой, гибриды моркови столовой, Кордоба, Каспий, Контор, оросительные нормы, водопотребление моркови столовой.*

Проблема разработки научных основ высокоэффективного экологически рационального использования и развития капельного орошения в Волго-Донском Междуречье на базе освоения водосберегающих технологий орошения моркови, позволяющих повысить отдачу поливного гектара, является одной из наиболее актуальных [3].

По мнению Н. Н. Дубенок (2023) и других «…рост общего валового производства моркови является одной из важнейших государственных задач. Кроме потребления в свежем виде, существенная ее часть перерабатывается в соления, маринады, консервы, соки. Корнеплоды моркови – признанные лидеры овощной продукции по содер-

жанию витамина А, количество, которого колеблется от 7 до 13 мг% на 100 грамм, а в современных гибридах его содержание возрастает до 40 мг% на 100 грамм. Чтобы получить минимальную суточную потребность человеческого организма в этом витамине, необходимо ежедневно потреблять до 30 грамм корнеплодов моркови. Кроме того, в корнеплодах содержатся и другие не менее важные витамины, такие как: B_1, B_2, B_9, С, К, Р» [3, 5].

Однако следует отметить, что «…по материалам службы статистики, что Волгоградская область на 2024 год занимала лидирующее положения по посевным площадям столовой моркови. В данном региона она возделывалась на площади 4,5 тыс. гектаров, в долевом участие, от всех посевных площадей области, составляло порядка 24 % от всех овощных плантаций, выращиваемых в открытом грунте (20 тыс. га).

В целях повышения эффективности орошаемых площадей в настоящее время выступает рациональное внедрение современных прогрессивных технологических элементов. Главной составляющей этого будет активно внедряемые разработанные режимы капельного полива. Такое новшество даст основание не только формировать высокие и устойчивые урожайности, но и позволит постепенно перейти к современным перспективным технологиям производства столовой моркови» [6, 10].

В работах Н. Ю. Петрова, Е. В. Калмыковой (2022, 2024) указывалось, что «…валовые объемам произведенной столовой моркови Волгоградская область на протяжении многих лет занимают лидирующие позиции. Долевое участие от общего валового сбора в Российской Федерации, на Волгоградский регион приходится более 25 %. Но этого прироста на сегодняшний день мало, необходимо продолжать поиск новых путей совершенствования технологий выращивания столовой моркови, направленных не только рост урожайности, но и качества произведенной продукции» [6, 7, 8].

Опытной эксперимент проводился на полях ИП «Нешпор А. А.», находящегося на территории Николаевского района Волгоградского региона. Почвы опытного участка 19,2 мг/экв. на 100 г почвы, содержание (по Керсанову) NO_3 – 0,53; P_2O_5 – 2,78; K_2O – 31,14 мг/100 г почвы.

Расчет применения минеральных удобрений осуществлялся на планируемые урожайности 80,0; 100,0 и 1320,0 т/га, по методике, разработанной на Опытной станции по программированию урожая Волгоградского СХИ.

Опыты проводились в 2023-2025 годах.

Способ посева моркови – ленточный, четырех строчный. Норма посева составляла 850 тыс. растений на гектар, что отвечала весовой норме высева 4 кг/га.

Варианты опыта: фактор А – гибриды.

A_1 – Кордоба (контроль);

A_2 – Каспий;

A_3 – Контор.

Фактор В – дозы удобрений, рассчитанные на получение:

B_1 – 80 т/га – $N_{240}P_{120}K_{440}$;

B_2 – 100 т/га – $N_{300}P_{150}K_{550}$;

B_2 – 120 т/га – $N_{360}P_{820}K_{660}$.

Удобрения были внесены следующим образом: всея доза фосфорно-калийного питания была внесена под основную обработку почвы. Азот был внесен: 50 % под вспашку и две подкормки по 25 % по вегетации моркови.

Полученные данные проведенного опыта показали, что максимальный процент потребления воды растениями моркови наблюдался по всем гибридам во время формирования корнеплода и оно достигало 3476 $м^3$/га в 2023 году и 3828 $м^3$/га в более засушливом 2024 году, в 2025 году – 3915 $м^3$/га. Меньше всего потребления воды отмечалось на первоначальных этапах развития моркови, диапазон колебаний по годам изменялся от 1129 до 1253 $м^3$/га.

Результирующим показателем экономической целесообразности возделывания сотовой моркови – является ее урожайность, результаты которой отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Урожайность моркови, т/га (среднее за 2023-2025 гг.)

Вариант опыта	Уровень урожайности			Среднее
	80	100	120	
Гибрид Кордоба				
Контроль	79,35	84,02	81,26	81,54
$N_{240}P_{120}K_{440}$	96,38	102,93	99,54	99,62
$N_{300}P_{150}K_{550}$	103,72	110,67	107,69	107,36
$N_{360}P_{820}K_{660}$	98,26	106,53	104,81	103,20
Гибрид Каспий				
Контроль	83,27	90,32	85,80	86,46
$N_{240}P_{120}K_{440}$	105,62	112,38	109,41	109,13
$N_{300}P_{150}K_{550}$	112,63	119,72	115,61	115,96
$N_{360}P_{820}K_{660}$	108,34	116,78	113,65	112,92
Гибрид Контор				
Контроль	86,34	95,74	91,83	91,15
$N_{240}P_{120}K_{440}$	109,86	118,58	113,37	113,93
$N_{300}P_{150}K_{550}$	115,85	124,77	121,63	120,75
$N_{360}P_{820}K_{660}$	112,50	121,95	118,76	117,72

$НСР_{05}$ 2023 год – 0,28 т/га, 2024 год – 0,19 т/га, 2015 год – 0,24 т/га.

Анализ полученного материала свидетельствует, что на контрольных вариантах урожайность моркови строилась только за счет поливной воды и, частично, путем естественного плодородия. В ре-

зультате на этих вариантах была сформирована наименьшая урожайность, находящаяся в пределах от 81,54 т/га (гибрид Кордоба) до 91,15 т/га (гибрид Контор). Внесение минеральных удобрений существенным образом сказалось на ее урожайности. От применения $N_{240}P_{120}K_{440}$ урожайность возрастала от 99,62 т/га (гибрид Кордоба) до 113,93 т/га (гибрид Контор). Практически была выполнена программа на получение планируемой урожайности 80 т/га. От применения $N_{300}P_{150}K_{550}$ происходил дальнейший рост урожайности, в результате она равнялась 107,36 (гибрид Кордоба) и 120,75 т/га (гибрид Контор). Была выполнена программа получения урожайности 120 т/га на гибриде Контор. Дальнейшее повышение доз вносимых удобрений до $N_{360}P_{820}K_{660}$ не приводил к повышению урожайности.

С целью получения урожайности столовой моркови на уровне 120 т/га, необходимо применять минеральные удобрения в дозе $N_{300}P_{150}K_{550}$. Использование его на гибриде Контор позволяет достичь урожайности 120,75 т/га.

Список использованной литературы

1. Беляев А. И., Петров Н. Ю., Пугачева А. М., Петров Ю. Н., Зволинский С. В. Актуальное выращивание столовой моркови на юге России // Теоретические и прикладные проблемы АПК. 2022. № 3 (53). С. 36-40.

2. Бебрис А. Р., Янченко Е. В., Масловский С. А. Урожайность сортов и гибридов моркови столовой в зависимости от фонов питания // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов. Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2022. Т. 2. С. 177-180.

3. Дубенок Н. Н., Пенькова Р. И. Влияние водного и питательного режимов на продуктивность моркови столовой при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья // Мелиорация и водное хозяйство. 2023. № 3. С. 10-16.

4. Дубенок Н. Н., Пенькова Р. И. Факторы эффективного использования водных ресурсов при капельном орошении моркови в условиях Нижнего Поволжья // Природообустройство. 2023. № 3. С. 23-30.

5. Кизяев Б. М., Бородычев В. В., Мартынова А. А. Совершенствование агротехники возделывания моркови столовой в условиях Волгоградской области // Овощи России. 2020. № 3. С. 51-56.

6. Петров Н. Ю., Калмыкова Е. В., Аксенов М. П., Зволинский С. В. Влияние агротехнических приемов на структуру урожая столовой моркови в Волго-Донском междуречье // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 6 (65). С. 71-78.

7. Петров Н. Ю., Калмыкова Е. В., Аксенов М. П., Зволинский С. В. Особенности возделывания столовой моркови в Волго-Донском междуречье // Аграрная России. 2022. № 5. С. 32-37.

8. Петров Н. Ю. и др. Влияние водного режима на урожайность столовой моркови в южном регионе // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 6 (84). С. 76-81.

9. Предпосевная обработка почвы методом фиторекультивации при возделывании моркови / М. А. Заичкина, М. А. Денисова, Р. И. Шумакова, С. А. Судоргин // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научнопрактической конференции. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2021. Т. 3. С. 165-170.

10. Шатилов М. В., Разин А. Ф., Разин О. А., Иванова М. И. Производство моркови столовой в России // Аграрная Россия. 2020. № 1. С. 21-30.

11. de Carvalho D. F., Gomes D. P., Neto D. H. D., Guerra J. G. M., Rouws J. R. C., de Oliveira P. L. Carrot yield and water-use efficiency under different mulching, organic fertilization and irrigation levels // Revista Brasileira De Engenharia Agricola E Ambiental. 2018. V. 22. № 7. Pp. 445-450.

УДК 634.23:631.671.1

ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА НА УРОЖАЙНОСТИ ВИШНИ В ЗОНЕ КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Петров Н. Ю., *д-р с.-х. наук, профессор*
Гаушкин Д. В., *аспирант*
Кузнецова Е. А., *канд. с.-х. наук, доцент, заведующая кафедрой*
Мельников А. Г., *канд. биол. наук, научный сотрудник*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. С целью повышения урожайности вишни достаточно перспективно в России и за рубежом применяют новые сорта, которые наряду с минеральным питанием в условиях регулярного орошения обеспечивают активность в развитии и росте растениям, особенно, в трудных почвенно-климатических условиях, на которых они произрастают. Эти сорта обладают возможностью активно влиять на жизненно важные процессы в развитии растений. Первостепенное внимание на сегодняшний день уделяется получение экологической безопасной продукции. В результате научный интерес и возможность применения в практике товаропроизводителей представляют исследования по изучению влияния режимов орошения и минерального питания на продуктивность вишни.

Ключевые слова: *режимы орошения вишни, минеральное питани**е вишни**, вишня, сорта вишни, Тургеневка, Любская, Ролплетка, Харитонов, Молодежная, Россошанская.*

По мнению А. А. Гуляева (2020) и других «…вишня обыкновенная (Prunus cerasus L.) – одна из ведущих пдодовых культур мира. В Европе производят 70 % плодов вишни, в Азии – 20 %, в Северной Америке – 10 % от общего мирового объема. Основными производителями плодов вишни являются Россия, Польша, Турция, Украина, США, Сербия и Венгрия.

Вишня – ценная плодовая культура в Российской Федерации. Вишню обыкновенную чаще возделывают в Центральном, Центрально-Черноземном и Поволжском регионах» [1, 5].

По данным Г. Е. Осипова (2019) и других «…общая площадь плодовых насаждений, по данным всероссийской переписи 2016 года, в России составляла более 464 тыс. га. Из них, площадь, занимаемая под многолетними производственными насаждениями Волгоградской области, составляла 16,2 тыс. га. Значительная часть площади плодовых насаждений находится в личных подсобных и дачных хозяйствах.

Остальное садоводство области сосредоточено в 17 специализированных хозяйства. Сложившая структура плодовых насаждений Волгоградской области, в процентном соотношении всех культур, приведена на рисунке 1» [3, 9, 11].

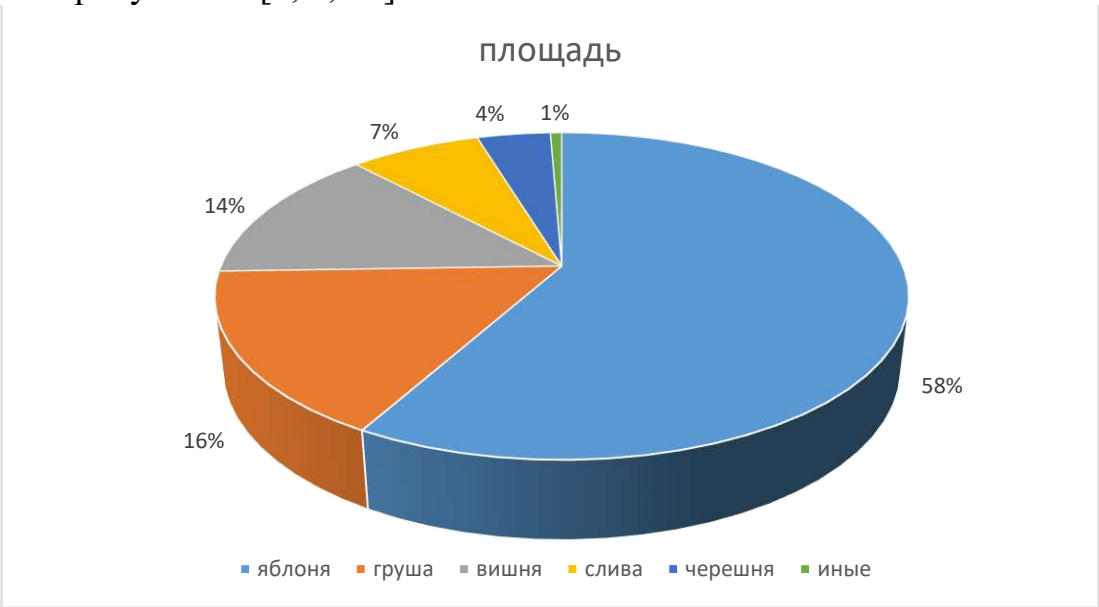

Рисунок 1 – Соотношение культур в плодовых насаждениях Волгоградской области

Мировой и отечественный опыт показывает, что одним из основных путей решения этого вопроса является создание интенсивных высокопродуктивных садов на основе клоновых подвоев, способствующих снижению силы роста, а соответственно более плотной схеме посадки садовых насаждений и снижению затрат на уходные мероприятия. Урожайность сортов на клоновых подвоях выше в 1,5-2,0 раза по сравнению с традиционными технологиями возделывания на сильнорослых подвоях. Преимущество интенсивных садов на клоновых подвоях заключается в более раннем вступлении в плодоношение, начинающегося раньше на 2-3 года и в более высоком качестве плодов [4, 8].

Однако сады такого типа требуют высококачественного посадочного материала, произведённого с применением новых подвоев, обеспечивающих хорошую приживаемость сорта и устойчивое снижение роста плодовых деревьев [6].

Полевые исследования были проведены в 2023-2025 годах на полях ООО «Сады Придонья» находящегося в зоне каштановых почв Волгоградской области области. Наличие гумуса в пахотном слое почвы составляло 2,14-2,34 %. Наличие подвижного фосфора – 18,2-19,6 мг/кг, подвижного калия – 305-320 мг/кг. В сравнительной оценке изучалось сорта вишни: Ролплетка (контроль), Тургеневка, Любская, Харитонов, Молодежная, Россошанская черная.

Закладка опыта проводилась методом рендомизированного размещения вариантов. Площадь каждой повторности составляла 4 м^2 при схеме посадки саженцев в ряду 0,1 м и расстоянии между рядами 1,5 м. Агротехника, наблюдения и промеры в первом поле питомника проводились по общепринятым методикам: «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований» (Москва, 1985), «Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур». Применялся капельный полив с изучением 2 режимов орошения:70-70-70 % НВ (постоянный режим) и 70-80-70 % НВ (дифференцированный режим). При применении постоянного режима орошения было произведено в среднем по 12 поливов с оросительной нормой – 14400 м^3/га, при дифференцированном поливе было произведено 12 поливов с оросительной нормой – 1800 м^3/га. Применялось водорастворимое удобрение Мастер 18:18:18.

Известно, что хозяйственно-ценные признаки и свойства определяются биологическими особенностями сорта. Вместе с тем, в условиях изменения климата и участившегося воздействия стрессовых факторов, а также интенсификации отрасли садоводства, создание более интенсивных садов, получение стабильных и высоких урожаев возможно при использовании не только новых адаптивных сортов, но и новых подвоев.

Таблица 1 – Урожайность вишни в зависимости от режима орошения и агрофона

Сорт	Урожайность, кг/д.		Средняя, т/га
	2023 год	2024 год	
Постоянный режим орошения 70-70-70 % НВ			
Ролплетка	6,7	8,0	7,3
Тургеневка	7,8	8,2	8,0
Любская	8,4	8,9	8,7
Харитонов	8,3	8,8	8,5
Молодежная	6,9	8,7	7,8
Россошанская черная	7,4	9,2	8,3
Дифференцированный режим орошения 70-80-70 % НВ			
Ролплетка	7,4	8,5	7,9
Тургеневка	8,4	9,1	8,7
Любская	8,8	9,6	9,2
Харитонов	8,9	9,4	9,1
Молодежная	7,5	9,3	8,8
Россошанская черная	7,9	10,1	9,0

$НСР_{05}$

Результаты многих исследований подтверждают, что в технологии возделывания косточковых культур одно из ведущих мест занимают сорто-подвойные комбинации, поскольку на их долю приходит-

ся более 70 % формирования будущего урожая. В настоящее время создано значительное количество подвоев для косточковых культур, которые хорошо изучены. Вместе с тем, отсутствуют данные о подборе и изучение сорто-подвойных комбинаций вишни в границах того или иного региона.

В Волгоградской области до последнего времени серьезно не изучались сорта вишни и, в особенности с изучением режимов орошения и внесения расчетного количества минерального питания под заданные уровни урожайности. Поэтому изучение сортов вишни на различных клоновых подвоях в условиях Волгоградской области является актуальным.

Анализ представленного материала наименьшая урожайность плодов вишни в среднем за два изучаемых года сформировалась на варианте с режимом полива 70-70-70 % НВ на сорте Ролплетка и составила – 7,3 т/га. Создание режима орошения 70-80-70 % НВ на этом сорте привело к повышению урожайности до 7,9 т/га Прибавка составила – 0,6 т/га. Среди изучаемых сортов максимальная урожайность вишни отмечалась у сорта – Любская на обоих режимах орошения. При создании постоянного режима орошения на этом сорте была достигнута урожайность – 8,7 т/га, а при создании дифференцированного режима орошения была достигнута урожайность – 9,2 т/га. Остальные сорта имели урожайность ниже, но в любом случае превышали значения контрольного сорта.

Следовательно, сельхозтоваропризводителям можно рекомендовать сорт вишни Любская с применением дифференцированного режима орошения (70-80-70 % НВ) и внесения водорастворимого удобрения Мастер 18:18:18.

Список использованной литературы

1. Гуляева А. А., Ефремов И. Н., Берлова Т. Н. Перспективные сорта вишни для Центрально-Черноземного региона России // Вестник аграрной науки. 2020. No 1 (82). С. 13-19.

2. Доля Ю. А., Заремук Р. Ш. Формирование потенциальной урожайности сортов вишни обыкновенной // Научные труды СКФНЦСВВ. 2019. Т. 23. С. 65-69.

3. Дроник А. А. Оценка устойчивости сортов вишни к возвратным заморозкам в Астраханской области // Аграрный научный журнал. 2021. No 5. С. 21-23.

4. Ефремов И. Н., Гуляева А. А., Берлова Т. Н., Галькова А. А., Безлепкина Е. В. Оценка устойчивости сортов вишни генофонда ВНИИСПК к коккомикозу // Вестник аграрной науки. 2020. No 3 (84). С. 26-30.

5. Морозова Н. Г., Карташова О. Н., Харин А. Е. Проявление зимостойкости сортов вишни и черешни во ВСТИСП после зимы 2005/2006 гг. // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ. М., 2006. Т. XVII. С. 159-165.

6. Мотылева С. М., Морозова Н. Г., Мертвищева М. Е. Антиоксидантная активностьЛюбская плодов и листьев вишни и черешни в Подмосковье // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 38.

7. Ожерельева З. Е., Прудник П. С., Ефремов И. Н. Изучение морозостойкости сортов вишни селекции ВНИИСПК // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. No 4. С. 29-33.

8. Осипов Г. Е., Осипова З. А., Петрова Н. В. Морфологические и биологические особенности сортов и гибридов вишни Татарского НИИСХ. Казань, 2016. 72 с.

9. Осипов Г. Е., Тагиров М. Ш., Осипова З. А. Экологические подходы к садоводству Татарстана. Казань, 2019. 128 с.

10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, 1999. 608 с.

11. Brym Z. T., Black B. L. Quantitative Survey of 'Montmorency' Tart Cherry Orchard Design in Utah // HortScience. 2021. № 56 (11). Pp. 1402-1407.

12. Current situation and perspectives in sour cherry production / Z. Keserović, V. Ognjanov, N. Magazin, M. Dorić // Sour cherry breeding. Cost action FA1104 Sustainable production of high-quality cherries for the European market. Novi Sad, 2014.

УДК 664.144

ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

[1]Самохвалов С. В., *директор*
[1]Шор М. П., *преподаватель*
[2]Спивак М. Е., *д-р биол. наук, профессор*

[1]ГБПОУ «Волгоградский колледж ресторанного сервиса и торговли»
[2]ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена оценка потребительских свойств кондитерских изделий выработанных на ведущих предприятиях индустрии питания в России. Дана характеристика степени безопасности исследуемых продовольственных товаров.

Ключевые слова: *кондитерские изделия, потребительские свойства кондитерских изделий, безопасность кондитерских изделий.*

Кондитерские изделия – продукты питания, как правило, с большим содержанием сахара, отличающиеся высокой калорийностью и усваиваемостью. Подразделяются на группы: сахаристые, мучные кондитерские изделия, шоколад, какао.

Целью является исследование кондитерских товаров на примере карамели, реализуемой в торговой организации ООО «Metro Cash & Carry».

Карамель очень популярный товар среди разных поколений, включая детей и молодёжь, важно знать, какой товар более качественен, без брака, следует знать какой состав товара, чтобы не навредить своему здоровью.

Производство карамели может оказывать влияние на экологию, поэтому существуют меры, направленные на обеспечение экологической безопасности процессов производства, хранения, перевозки и утилизации продукции.

Применение методов и технологий очистки выбросов и сбросов загрязняющих веществ, а также технологий утилизации образующихся отходов.

Выбор места размещения и эксплуатация зданий, сооружений, производственных площадок и иных территорий, соответствующих требованиям экологической безопасности.

Обеспечение условий перевозки опасных отходов производства и потребления, исключающих загрязнение окружающей среды.

Замена технологических процессов и операций, связанных с негативным воздействием на окружающую среду, на процессы и операции, при которых это воздействие минимально или не превышает разрешённые уровни негативного воздействия.

Применение малоотходных технологий и технологий замкнутого цикла, а если это невозможно, то технологий своевременной утилизации (удалением, обезвреживанием, захоронением) отходов производства.

Также существует переработка отходов карамельного производства, например, из них изготавливают сиропы для приготовления отдельных видов начинок.

Проведя изучение ассортимента карамели, для анализа показателей качества были выбраны, основываясь на потребительском спросе три образца: карамель «Лимончики», «KDV Солярики» и «Энитайм».

Образец «Лимончики» от РотФронт был выбран, потому что РотФронт является известной торговой маркой, и пользуется огромным спросом. Карамель «KDV Солярики» с различными вкусами не менее популярны, чем «Лимончики», а карамель «Энитайм» уникальна тем, что в составе нет сахара, а также была произведена в Южной Корее. Данные образцы были выбраны для изучения состава, какой товар качественен и безопасен для употребления.

Перед определением непосредственно органолептических показателей необходимо проанализировать состояние упаковки, завертки и маркировки этикеток карамели.

Ввиду высокой гигроскопичности карамели при определении состоянии упаковки и завертки, помимо общих требований, особое внимание обращают на герметичность упаковки и плотность облегания карамели подверткой или этикеткой. Результат показан в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ маркировки карамели

Реквизиты маркировки	Образец № 1 Карамель «Лимончики»	Образец № 2. Карамель «KDV Сорярики»	Образец № 3. Карамель «LOTTE»
Наименование товара	Карамель с фруктово-ягодной начинкой «Лимончики»	Карамель леденцовая «Солярики» со вкусом: яблока, ананаса, вишни	Карамель ЛЕДЕНЦОВАЯ ЭНИТАЙМ Лимон Мята
Состав	Сахар, вода питьевая, патока, пюре яблочное	патока, сахар, регуляторы кислотности: молочная кислота, лимонная кислота	мальтитный сироп, подсластители (ксилит, сорбит), регуляторы кислотности, концентрированный лимонный сок
Количество	250 г	500 г	60 г
Дата изготовления	02.03.2025	12.04.2025	02.07.2025
Срок годности	12 месяцев	12 месяцев	15 месяцев
Условия хранения	Хранить в сухих, чистых, хорошо вентилируемых помещениях, при температуре 15°С и относительной влажности воздуха не более 75 %.	Хранить при температуре (18±3)°С и относительной влажности воздуха не более 75 %.	Хранить в сухом прохладном месте при температуре от 0 до +25°С и относительной влажности не более 90 %.
Изготовитель	ОАО «РОТ ФРОНТ»	ООО «КДВ Яшкино»	LOTTEWELLFOODCO
Пищевая ценность	1580 кДж (370 ккал)/100 г	1670 кДж/390ккал	238,47 Ккал (998,43 кДж)
ЕАС	Присутствует	Присутствует	Присутствует

Проанализировав реквизиты маркировки, был сделан вывод что образцы имеют все реквизиты маркировки, что соответствует ТР ТС 022.2011.

Органолептический анализ карамели производят, пользуясь ГОСТ 6477-2019 «Карамель. Общее технические условия» и ГОСТ 5897-90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей». При этом определяют вкус и аромат изделия, цвет, форму и состояние поверхности. На основании проведенного анализа делают заключение о его качестве.

Таблица 2 – Результат органолептической оценки

Показатели качества	Требования ГОСТ	Образец № 1 «лимончики»	Образец № 2. «KDV Солярики»	Образец № 3. Карамель «LOTTE»
Вкус	Без постороннего привкуса. Карамель, содержащая жир, не должна иметь салистого, прогоркого или иного непритяного привкуса. Фруктово-ягодные начинки не должны иметь подгорелого привкуса	Кисло-сладкий вкус, соответствует данному изделию. Без постороннего привкуса	Сладкий, вкус вишни, яблока, ананаса. Без постороннего привкуса. Соответствует данному изделию	Кислый вкус лимона и мяты, без постороннего привкуса. Соответствует данному изделию
Запах	Соответсвтующий данному наименованию карамели	Соответствующий данному наименованию изделия. Лимонный	Соответствующий данному изделию. Без посторонних запахов	Слабый запах, соответствующий данному наименованию изделия
Цвет	Свойственный данному наименованию карамели. Окраска равномерная	Равномерное, свойственное данному изделию, жёлтый лимонный	Равномерное, свойственное данному изделию. Жёлтый, красный, зелёный	Свойственный данному изделию, равномерная окраска. Жёлтый цвет
Поверхность	Сухая, без трещин, вкраплений, гладкая или с чётким рисунком	Сухая, без трещины, и натёка начинки	Сухая, без трещин, вкраплений, гладкая. Соответствует	Сухая, без трещин
Форма	Соответствующая данной карамели	Круглая, соответствует данному изделию	Круглая, соответствующая данному изделию	Овальная, соответствует
Начинка	Соответствующая названию на упаковке	Соответствует кисло-сладкая	Соответствует	Соответствует

Проведя органолептический анализ карамели, было выяснено, что образец № 1 Карамель «Лимончики» имеет кисло-сладкий вкус, соответствующий названию изделия. Образец № 2 карамель «KDV Солярики» имеет сладкий вкус, вкус вишни, яблока, ананаса, что соответствует данному изделию. Образец № 3 карамель «LOTTE» имеет кислый вкус лимона и мяты, соответствующий названию данного из-

делия. Образец № 1 имеет лимонный запах, соответствующий данному изделию. Образец № 2 без посторонних запахов, соответствует данному изделию. Образец № 3 имеет слабый запах, соответствующий данному изделию. У образца № 1 равномерный цвет жёлтый лимонный, соответствующий данному изделию. Все три образца соответствуют ГОСТу 6477-2019 по всем параметрам.

Таблица 3 – Балльная оценка

Показатели качества	Образец 1 Карамель «Лимончики»	Образец 2 Карамель «KDV Солярики»	Образец 3 Карамель «LOTTE»
Вкус и запах	5	5	4
Цвет	5	5	5
Поверхность	3	5	5
Форма	5	5	5
Итого	18	20	19

Проведя балльную оценку качества карамели, пришли к выводу, что образец № 2 карамель «KDV Солярики» является лучшим образцом, так как набрал ровно двадцать баллов. Образец № 3 карамель «LOTTE» набрал девятнадцать баллов, так как он имеет слабоватый запах, но по остальным показателям данный образец соответствует ГОСТ. Образец № 1 карамель Лимончики» получил восемнадцать баллов, из-за того, что поверхность данной карамели имеет небольшие шероховатости и помарки, что влияет на эстетические показатели.

Идеальная, безопасная и экологичная карамель белая или кремово-белая, без глазури, с фруктово-ягодной начинкой. Правильной формы, с закрытыми «швами», без следов начинки на поверхности. Сухая, легко откусывается и жуется. Без спирта, ароматизаторов и красителей, а также завернута в двух- или - или трехслойный фантик.

Список использованной литературы

1. Магомедов Г. О., Плотникова И. В., Зацепилина Н. П., Мызина И. В. Инновационный способ производства карамели без сахара // ТППП АПК. 2016. № 2.

2. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки в производстве кондитерских изделий: учебное пособие / Г. О. Магомедов, А. Я. Олейникова, И. В. Плотникова [и др.]. СПб.: ГИОРД, 2015. 439 с.

3. Сандракова И. В., Резниченко И. Ю. Исследование потребителей продуктов здорового питания // Практический маркетинг. 2019. Т. 274. № 12. С. 22-27.

4. Курбанова М. Г., Колбина А. Ю. Аспекты производства молочно-пробиотической карамели функциональной направленности // Индустрия питания. 2021. Т. 6. № 1. С. 31-38.

УДК 663.95

ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ЧАЯ

Самохвалов С. В., *директор*
Григорьева Т. В., *преподаватель*
Никитина Е. А., *преподаватель*

ГБПОУ «Волгоградский колледж ресторанного сервиса и торговли»
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена оценка потребительских свойств чая реализуемого ООО «MERTO Cash&Carry» в городе Волгограде. Дана характеристика степени соответствия исследуемых чаев требованиям действующей документации.

Ключевые слова: *чай, потребительские свойства чая, бальная оценка чая, безопасность чая.*

Чай – самый популярный в мире напиток после воды, чем и объясняется высокий спрос у потребителя. Из-за климатических особенностей отечественный чайный лист выращивается В РФ только на территории одного региона – Краснодарского края (существует отечественный бренд «Краснодарский чай»).

Спрос на общий объем российского рынка чая составил 48,4 млрд рублей, где на черный чай пришлось 71 % (34,36 млрд), на зеленый – 23 % (11,1 млрд) и на травяно-фруктовый чай – 6 % (2,9 млрд). Мировыми лидерами по производству чая являются Китай и Индия, в 2020 году их суммарная доля в мировом производстве составила 69,7 %. Самыми крупными поставщиками стали такие страны как: Аргентина (69 924 т) помимо мате, в Аргентине очень популярен черный байховый чай; Иран (83 990 т); Вьетнам (116 780 т); Индонезия (157 388 т); Турция (174 932 т); Шри-Ланка (295 830 т); Кения (303 308 т); Индия (900 094 т); Китай (1 000 130 т). Основное внимание в данных странах уделяется производству зеленого, желтого и белого чая высшего качества.

Цель работы заключается в исследовании потребительских свойств чая и влияние на них экологических факторов на примере торгового предприятии ООО "Метро Кэш Энд Керри".

Чай – это лист чайного куста, обработанный и подготовленный для приготовления напитка. Подготовка включает предварительную сушку (вяление), скручивание, более или менее длительное ферментативное окисление, окончательную сушку. Прочие операции вводятся в процесс только для производства отдельных видов и сортов чая.

Экологическая ситуация в регионе сбора и производства чая влияет на чистоту напитка. Загрязнение может происходить ещё на этапе выращивания чайных кустов, когда растение питается за счёт природных ресурсов в искусственной экосистеме. Вредные вещества

(тяжёлые металлы, химические соединения, радиоактивные элементы, микроорганизмы) могут находиться как в почве, в воде, так и в воздухе, а также вводится в виде удобрений.

Чаи, отличаются один от другого органолептическими свойствами, ароматом, вкусом, цветом настоя и биологической активностью.

Предприятие, на котором проводилось исследование центр оптово-розничной торговли

В результате отбора проб, была произведена выборка трех образцов чая, различных изготовителей. Рассмотрим их характеристику более подробно.

Образец 1. Наименование. Чай черный байховый крупнолистовой.

Торговая марка: Азерчай. Производитель: ООО «Кубань-Ти», Россия Краснодарский край, Белореченский район, г. Белореченск. Дата изготовления: 21.03.2025. Масса: 200 г. Цена: 409 рублей. Сорт букет. Размер листа: крупнолистовой. Упакован в полипропиленовый пакет с картонным ярлыком, при осмотре упаковки, видимых повреждений не обнаружено.

Образец 2. Наименование Чай черный байховый с ароматом бергамота

Торговая марка: Greenfield. Производитель: ООО «Орими» Ленинградская область, Всеволожский район. Дата изготовления: 06.2025. Масса: 200 г. Цена: 429 рублей. Сорт Премиум. Размер листа: крупнолистовой. Упакован в метализированную фольгу, картонную коробку и обернут в пленку, при осмотре упаковки, видимых повреждений не обнаружено.

Образец 3. Наименование. Чай черный байховый первый сорт.

Торговая марка: Aro. Производитель: ООО «Санти», Россия, г. Москва, ул. Берзарина, Московская обл. Дата изготовления: 14.09.25.

Цена: 150 рублей. Сорт первый. Размер листа: мелколистовой. Упакован в метализированный пакет, при осмотре повреждений не обнаружено.

Все исследуемые образцы чая, относятся к одному виду, и имеют равную ценовую категорию.

Маркировка чая проверяется на соответствие требованиям технического регламента ТР ТС 022-2011. По результатам исследования маркировки образцов составим таблицу 1.

Проанализировав 3 торговых марки «Greenfield», «Азерчай», «Аро», можно сделать вывод, что у всех трех образцов маркировка соответствует требованиям ТР ТС 022-2011.

Исследование качества потребительских свойств проводится органолептическим и физико-химическим методом. Определяются такие показатели качества, как внешний вид настоя чая, его аромат и вкус, цвет разваренного листа, внешний вид чая (уборка), массовая доля влаги, соответствие массы нетто.

Таблица 1 – Анализ маркировки исследуемых образцов чая

Реквизиты	Образец 1 Азерчай	Образец 2 Greenfield	Образец 3 Аро
1. Наименование продукции	Чай черный байховый Азерчай	Чай черный байховый Greenfield	Чай черный байховый Аго
2. Состав	Чай черный байховый листовой	Чай черный байховый, цедра цитрусовых, натуральный ароматизатор «бергамот», лепестки василька, лепестки незабудки и календулы	Чай черный байховый мелколистовой
3. Количество	200 г	200 г	200 г
4. Дата изготовления	21.03.25	06.2025	14.09.25
5. Срок годности	3 года	2 года	2 года
6. Условия хранения	Хранить в сухом помещении отдельно от пахучих веществ при относительной влажности не более 70 %	Хранить в сухом помещении при относительной влажности не более 70 %	Хранить в сухом помещении при относительной влажности не более 70 %, в плотно закрытой упаковке, отдельно от сильно пахнущих продуктов
7.Наименование и местонахождения изготовителя	ООО «Кубань-Ти», Россия Краснодарский край, Белореченский район, г. Белореченск.	ООО «Орими» Ленинградская область, Всеволожский район	ООО «Санти», Россия, г. Москва, ул. Берзарина, Московская обл.
8. Рекомендации или ограничения по использованию	В сухой разогретый чайник насыпать чай из расчета 2 чайные ложки на 200 мл воды, залить чайник кипятком и дать настояться 7-8 минут	Заварить кипятком 100 градусов и оставить настаиваться 4-6 минуты	Ополоснуть чайник кипятком. Насыпать в него чай из расчета одна чайная ложка на каждую чашку и одна дополнительно, залить на ¾ кипятком, закрыть крышкой и настаивать 5 минут. Добавить сахар, молоко или лимон по вкусу
9. Показатели пищевой ценности	Сведения не указаны, но не обязательны для нанесения	Сведения не указаны, но не обязательны для нанесения	Сведения не указаны, но не обязательны для нанесения
10. Сведения о ГМО	Сведения не указаны, но не обязательны для нанесения	Сведения не указаны, но не обязательны для нанесения	Сведения не указаны, но не обязательны для нанесения
11. Единый знак	ЕАС-нанесен	ЕАС-нанесен	ЕАС-нанесен

Определение соответствия массы нетто проводится путем взвешивания количества. Отклонение от массы нетто не должны превышать -1 % от массы фасовки, верхний предел не ограничивается. Отклонения от массы нетто не должны превышать -1 % от массы фасовки, верхний предел не ограничивается.

Таблица 2 – Оценка соответствия количества, исследуемых образцов.

Масса	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Заявленное	50 г	100 г	100 г
Фактическая	60 г	110 г	100 г
Отклонения	+10 г	+10 г	0 г

В соответствии с ГОСТ 8. 579 все образцы имеют допустимое отклонение, так как масса фактическая превышает массу заявленную, нормируются только отрицательные отклонения.

Органолептические показатели чая – внешний вид, цвет настоя, вкус и аромат, цвет разваренного листа – это важнейшие показатели происхождения чая качества сырья и соблюдения технологии производства.

Таблица 3 – Оценка органолептических показателей исследуемых образцов чая байхового черного

Показатель качества	Требования ГОСТ 32573-2013	Образец 1 Азерчай	Образец 2 Greenfield	Образец 3 Aro
1) Внешний вид настоя чая	Яркий, прозрачный	Яркий, прозрачный	Яркий, прозрачный	Яркий, прозрачный
2) Аромат и вкус настоя чая	Нежный аромат, терпкий вкус	Слабо выраженный терпкий вкус и аромат	Нежный ярко выраженный аромат бергамота и слегка цитрусовый терпкий вкус	Нежный аромат и терпкий вкус
3) Цвет разваренного чайного листа	Однородный, коричнево-красный или коричневый	Однородный, цвет коричнево-красный	Однородный, цвет коричнево-красный с включениями цедры апельсина	Однородный, цвет коричневый
4) Внешний вид чая	Однородный, ровный, хорошо скрученный	Однородный, ровный, хорошо скрученный	Однородный, ровный, хорошо скрученный	Однородный, ровный резанный, не скрученный лист

В соответствии с ГОСТ на чай черный байховый 32573-2013 можно сделать вывод, что образцы соответствуют требованиям, но стоит отметить, что в образце 1 слабо выражен аромат, а в образце 3 лист резанный. Самым лучшим образцом оказался Образец № 2

«Greenfield», так как в составе были заявлены вкусо-ароматические добавки цедры апельсина и бергамота, которые раскрылись в процессе исследования в полном объеме.

Таблица 4 – Оценка физико-химических показателей качества чая байхового черного

Показатели качества	№ 1 Азерчай	№ 2 Greenfield	№ 3 Aro
1. Доля мелочи	1,7 %	52 %	59 %
2. Доля веток	0 %	7 %	34 %
3. Доля хорошо скрученного листа	83 %	44 %	25 %

Проведя оценку физико-химических показателей, можно сделать вывод о том, что самым лучший чаем является Азерчай, так как он имеет 83 % хорошо скрученного листа, то есть более 50 %.

Проведем оценку фактического значения органолептических показателей качества исследуемых образцов, в соответствие с балльной шкалой оценки.

Таблица 5 – Балльная оценка органолептических показателей качества

Показатели качества	Образец 1 «Азерчай»	Образец 2 «Greenfield»	Образец 3 «Aro»
1) Внешний вид настоя чая:	4	4	4
2) Аромат и вкус настоя чая:	3	5	3
3) Цвет разваренного чайного листа чая:	5	5	5
4) Внешний вид чая.	5	5	3
Итого	17	19	15

Проанализировав все образцы чая, можно сказать, что больше всего баллов набрал образец № 2 Чай черный байховый Greenfield. «Earl Grey», он соответствует запросам потребителей на 95 %. Общие требования по органолептическим показателям: образцы соответствуют требованиям ГОСТ 32573-2013.

Таким образом, можно сказать, что исследуемые образцы органические чаи, выращенный без синтетических пестицидов, гербицидов или удобрений, и считаются безопасным для здоровья и не загрязняет окружающую среду. Чай в картонной или бумажной упаковке, которая поддаётся переработке, более экологичен, чем упаковка, содержащая полимеры.

Список использованной литературы

1. Афонина С. Н., Лебедева Е. Н. Химические компоненты чая и их влияние на организм // Успехи современного естествознания. 2016. № 6. С. 59-63;

2. Цикуниб А. Д., Шестопалова Д. И. Современные представления об особенностях и биохимических механизмах влияния биологически активных веществ зеленого и черного чая на функциональные возможности и здоровье человека // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2024. № 4. С. 10-15

3. Море Э. Э. Влияние зеленого чая на здоровье человека // Проблемы науки. 2018. № 3 (27). С. 23-24.

УДК 641.55:637.12

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ РЕЦЕПТУРЫ МОЛОЧНОГО НАПИТКА

Чуксина Д. В., *преподаватель*
Бобрикова М. С., *канд. с.-х. наук, старший преподаватель*
Ефремова Е. Н., *д-р с.-х. наук, зав. кафедрой*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Молочные продукты играют важную роль в рационе человека, обеспечивая организм необходимыми белками, жирами, углеводами, витаминами и минералами. В условиях современного рынка, характеризующегося высокой конкуренцией и меняющимися потребительскими предпочтениями, разработка новых и инновационных молочных продуктов является ключевым фактором успеха для предприятий молочной промышленности. Разработана рецептура и изучены органолептические показатели молочного напитка с медом и корицей.

Ключевые слова: *молочные напитки, мед, корица, рецептуры молочных напитков, органолептические показатели напитков, здоровое питание, натуральные продукты питания.*

Отрасль пищевой промышленности в современном мире не стоит на месте. Каждый день мы ходим в магазины и наблюдаем как товаропроизводители предлагают нам широкий ассортимент продуктов. И разобраться в их качестве и пользе простому человеку порой бывает очень сложно. Сегодня производители создают новые продукты, учитывающие возрастающие запросы потребителей. Ассортимент продуктов должен обновляться в результате расширения ассортимента и улучшения качества самого сырья. Мода на здоровый образ жизни набирает обороты. Правильное питание – полезная привычка, которая позволяет сохранить здоровье на долгие годы. Многие болезни, особенно диабет и инсульт, всё чаще встречаются у молодых людей, а вредные пищевые привычки повышают риск их развития. В 2025 году здоровый образ жизни стал стилем жизни для миллионов россиян. Появляются новые тенденции, которые помогают людям лучше заботиться о своём здоровье, питании. Важно следить за этими трендами, чтобы оставаться в курсе новейших достижений в области питания и поддерживать своё здоровье на высоком уровне [3].

С ростом интереса к здоровому питанию и натуральным продуктам, рынок молочных изделий испытывает необходимость в инновационных продуктах. Роль молока в жизни человека невозможно переоценить**,** так как этот продукт содержит все необходимые для жизни питательные вещества, играет важную роль в здоровье, росте, развитии и жизнедеятельности человека. Рынок молочной продукции на сегодняшний день представлен широким ассортиментом. Одним из пер-

спективных направлений является разработка молочного напитка с добавлением меда, корицы, имбиря. Цель настоящей работы – создание усовершенствованного молочного напитка, который будет отвечать потребностям и ожиданиям современного потребителя, обладать улучшенными потребительскими свойствами и пищевой ценностью, разработка рецептуры и оценка его органолептических показателей.

Молоко – продукт доступный всем группам населения. Молочный напиток, приготовленный на основе меда, корицы, имбиря является актуальным перекусом для большого количества потребителей, которые придерживаются правильного питания.

Молочный продукт с медом, корицей и имбирем сочетает в себе полезные свойства всех компонентов:

— молоко является богатым источником белка, кальция, витаминов B и D;

— мед содержит антиоксиданты, витамины (например, C и B6), минералы (такие как калий и магний) и обладает антимикробными свойствами (табл. 1);

— корица богата альфа- и бета-каротином, лютеином, ниацином, ликопином и бетаином. Благодаря совокупности витаминов A, B1, B2, B4, B5, B6, B9, C, E, K, PP в составе этого пряного растения оно не только способствует укреплению иммунитета, но и плодотворно влияет на весь организм в целом (табл. 2). Корица помогает стабилизировать уровень сахара в крови и ускоряет обмен веществ.

— имбирь содержит витамины, микроэлементы, антиоксиданты (табл. 3). Имбирь может действовать как естественное средство от респираторных заболеваний, таких как кашель и простуда. Противовоспалительные свойства имбиря могут быть полезны для уменьшения боли и воспаления. Корица и имбирь, например, понижают уровень холестерина, укрепляют сердечную мышцу, улучшают процессы мышления и память.

Таблица 1 – Витаминный и минеральный состав меда

№ п/п	Витамины, минералы	Содержание, мг
1.	Витамин C	0,5
2.	Витамин B3	0,1
3.	Витамин B4	2,2
4.	Витамин B5	0,1
5.	Витамин B9	0,002
6.	Кальций	6,0
7.	Железо	0,4
8.	Магний	2,0
9.	Фосфор	4,0
10.	Калий	52,0
11.	Натрий	4,0
12.	Цинк	0,2
13.	Марганец	0,1
14.	Селен	0,0008

Таблица 2 – Витаминный и минеральный состав корицы

№ п/п	Витамины, минералы	Содержание, мг
1.	Витамин А	0,015
2.	Бета-каротин	0,112
3.	Альфа-каротин	0,001
4.	Витамин Е	2,3
5.	Витамин К	0,031
6.	Витамин С	3,8
7.	Витамин В3	1,3
8.	Витамин В4	11,0
9.	Витамин В5	0,4
10.	Витамин В6	415,0
11.	Витамин В9	13,0
12.	Кальций	1 002,0
13.	Железо	8,3
14.	Магний	60,0
15.	Фосфор	64,0
16.	Калий	431,0
17.	Натрий	10,0
18.	Цинк	1,8
19.	Медь	0,3
20.	Марганец	17,5
21.	Селен	0,003

Таблица 3 – Витаминный и минеральный состав имбиря

№ п/п	Витамины, минералы	Содержание, мг
1.	Витамин Е	0,3
2.	Витамин К	0,0001
3.	Витамин С	5,0
4.	Витамин В3	0,8
5.	Витамин В4	28,8
6.	Витамин В5	0,2
7.	Витамин В6	0,2
8.	Витамин В9	0,011
9.	Кальций	16,0
10.	Железо	0,6
11.	Магний	43,0
12.	Фосфор	34,0
13.	Калий	415,0
14.	Натрий	13,0
15.	Цинк	0,3
16.	Медь	0,2
17.	Марганец	0,2
18.	Селен	0,0007

Комбинация этих ингредиентов может привести к созданию продукта, который не только вкусен, но и полезен для здоровья, например, способствует укреплению иммунной системы, улучшению пищеварения и повышению энергии [1, 4].

Были определены оптимальные соотношения молока, меда, корицы и имбиря для достижения желаемого вкуса и полезных свойств. Разработанная рецептура молочного напитка с медом, корицей и имбирем представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Рецептура молочного напитка

№ п/п	Сырье	Количество
1.	Молоко с МДЖ 2,5 %, г	1000
2.	Мед разнотравье, г	85
3.	Корица, г	5
4.	Имбирь, г	10

За основу нашего напитка мы брали 1 л молока, пастеризованного с массовой долей жира 2,5 %, добавили ломтик имбиря и довели его до кипения для хорошего растворения меда в нем. Мед можно выбрать любой по своим вкусовым предпочтениям. По количеству взяли 85 г. Затем добавили корицы, и все перемешали.

Молочный напиток с медом, корицей и имбирем – это больше, чем просто напиток, который способен утолить голод и жажду, это еще уют и тепло в каждом глотке. Его можно употреблять как в холодном, так и теплом виде. Простое и доступное сочетание ингредиентов дарит богатый и насыщенный вкус и аромат, а полезные свойства делают его отличным выбором для любого времени года. Напиток, выпитый перед сном способствует расслаблению и улучшает качество сна. Регулярно употребляя напиток в своем рационе, мы сможем укрепить свой иммунитет. Ведь иммунные клетки нашего организма обеспечивают заслон от вирусов, бактерий в период обострения гриппа и вирусных инфекций. Молочный напиток с медом, корицей и имбирем является умеренно калорийным, содержит белки, углеводы (большая часть – сахар из меда и лактоза из молока), а также является хорошим источником кальция. Важно понимать, что большая часть калорий приходится на углеводы, поэтому умеренность в употреблении особенно важна для людей, следящих за уровнем сахара в крови [5].

При наличии индивидуальных заболеваний перед употреблением напитка с имбирем рекомендуется проконсультироваться с врачом.

В таблице 5 представлены органолептические показатели молочного напитка.

Таблица 5 – Органолептические показатели молочного напитка

№ п/п	Наименование показателя	Характеристика
1.	Внешний вид	Непрозрачная жидкость.
2.	Консистенция	Жидкая, однородная нетягучая, слегка вязкая. Без хлопьев белка и сбившихся комочков жира.
3.	Вкус и запах	Приятный выраженный вкус и запах меда и корицы, сладковатый, пряный вкус.
4.	Цвет	Кремового оттенка.

По результатам органолептических показателей исследуемого напитка, наблюдаем ярко выраженный сладковато-пряный с легкими цветочными нотками вкус и запах, которые полностью соответствуют внесенным компонентам. Именно благодаря добавлению имбиря молоко приобретает яркий острый вкус с лёгкой ноткой пряности. Это и придает напитку изысканный тонкий вкус и послевкусие [2].

Таким образом, разработка молочного напитка с добавлением меда, корицы и имбиря представляет собой многообещающее направление в пищевой индустрии. Включение в состав молочных напитков различных ингредиентов, таких как специи, позволяет создавать уникальные продукты для здорового питания, которые могут быть востребованы потребителями. Это открывает новые возможности для разработки уникальных продуктов здорового питания, привлекая внимание потребителей по всему миру. Учитывая современные тенденции к здоровому питанию и интерес потребителей к натуральным продуктам, такой продукт имеет потенциал для успешного выхода на рынок. Важно продолжать исследования в области технологий производства и анализировать предпочтения потребителей для создания конкурентоспособного и востребованного продукта.

Список использованной литературы

1. Андреенко Л. В., Спивак М. Е., Минченко Л. А. Роль незаменимых пищевых факторов в организации здорового питания // Материалы I международной научно-практической конференции «Пинские чтения». Пинск: Изд. Полесский государственный университет, 2022. С. 346-349.

2. Молоко питьевое. Технические условия: ГОСТ 31450-2013. М.: Стандартинформ, 2013.

3. Импортозамещение в АПК России: проблемы и перспективы: монография. М.: Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства (ФГБНУ ВНИИЭСХ), 2015. 447 с.

4. О безопасности молока и молочной продукции: ТР ТС 033/2013 // Консорциум "Кодекс". Москва, 2013. 132 с.

5. Спивак М. Е., Минченко Л. А., Гиззатова Г. Л., Шипаева Т. А. Незаменимые пищевые факторы и их роль в питании // Ценностно-гуманитарная парадигма формирования нового поколения специалистов в условиях развития цифровой среды: материалы Международной научно-практической конференции. 2019. С. 353-358.

6. Ускова Д. Г. Формирование и оценка качества йогуртов с использованием фукоидана и ультразвуковой микронизации: дис. Екатеринбург, 2019. 185 с.

УДК 638.13

ПРОИЗВОДСТВО МЕДОПЫЛЬЦЕВОГО ПРОДУКТА С ДОБАВЛЕНИЕМ ОРЕХОВОГО СЫРЬЯ

Чучунов В. А., *канд. биол. наук, доцент*
Мельников А. Г., *канд. биол. наук, научный сотрудник*
Мельникова Е. А., *канд. биол. наук, доцент*
Клещевникова В. В., *канд. с.-х. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. В связи с тем, что все больше внимания уделяется показателям качества, безопасности и функциональности продуктов питания, нами проведены исследования и разработана рецептура функционального продукта на основе

меда пыльцы, собираемой пчелами и орехового сырья. Так как наш продукт производится из сырья (мед и пыльца), которые не контактировали с расплодными ячейками, то есть, нет опасности аккумуляции в нем метаболитов пчелиного расплода и ветеринарных препараты, характеризуется высокими показателями безопасности, пищевой и биологической ценности. Кроме того, ореховое сырье в ходящее в состав рецептуры продукта значительно улучшает жирнокислотный состав, что так же увеличивает ценность продукта в биологическом отношении. В работе представлены результаты проведенных органолептических, физикохимическихе исследований показателей качества. Дана экономическая оценка целесообразности производства медо пыльцевого продукта с добавлением орехового сырья.

Ключевые слова: *перга, мед, пыльца, орехи, функциональные продукты питания, биологическая ценность меда.*

В настоящее время на потребительском сегменте рынке наблюдается тенденция производства не только продукции повышенными качественными критериями, но и что б показателям безопасности были на достаточно высоком уровне. После принятия нормативных документов, регламентирующих требования для органического производства ГОСТ Р 57022-2016 «Национальный стандарт Российской Федерации о порядке проведения добровольной сертификации органического производства» и ГОСТ 33980-2016 «Межгосударственный стандарт продукция органического производства правила производства, переработки, маркировки и реализации» производство продукции с высокими критериями безопасности и качества более экономически оправдано [8, 9].

Продуктом, характеризующимся как товар с высокой пищевой и биологической ценностью, в пчеловодстве выступает пчелиная перга ее биологическая ценность гораздо выше, чем у меда и пыльцы. При изготовлении перги пчелы собранную и принесённую в улей пыльцу, закладывают в ячейки сот утрамбовывая своими головками, уплотняют ее и сверху заливают небольшим количеством меда. Каждую ячейку заполняют таким образом не более, чем на $^{2}/_{3}$ ее объёма. Уложенная таким образом пыльца созревает в течении нескольких недель превращаясь в пергу [5, 6]. Под влиянием бактерий и ферментов меда, в пыльце происходят качественные изменения углеводов, белков, жиров и таким образом пыльца, заложенная в ячейки через 3-4 месяца превращая в пергу. Вследствие этих процессов количество белковых веществ в ней увеличивается, так же возрастает кислотность в следствии накопления молочной кислоты, а количество углеводов уменьшается в следствии развития микроорганизмов [4]. Образующаяся в процессе созревания молочная кислота является барьером для развития плесневых грибков и гнилостных бактерий, по этому перга может сохраняться свои свойства в течении долгого времени как в улье так и вне улья, главным условием для хранения является чтоб помещение

было сухое и прохладное [3]. Перга отличается высоким содержанием следующих витаминов: тиамин (B_1) – 9,2 мкг на 1 г пыльцы, рибофлавин (B_2) – 18,5 мкг, пиридоксин (B_6) – 5,0 мкг, никотиновая кислота – 200 мкг, пантотеновая кислота – 30,0-50,0 – мкг, фолиевая кислота – 3,4-6,8 мкг., аскорбиновая кислота (С) – 70-150 мкг; найдены также провитамин А (каротин) и витамин Р (рутин) [7, 2].

В следствии того, что пчелы используют для изготовления перги старые гнездовые соты не пригодными для вывода расплода в ячейках которых выросло не одно поколение. А расплод оставляет после себя некоторые метаболиты, да и ветеринарные препараты, используемые для лечения пчел со временем в значительных количествах аккумулируются в воске сот и за тем при созревании перги мигрируют в нее. В следствии этих особенностей высокая биологическая ценность перги уступает по показателям безопасности продукту разработанному по нашей рецептуре когда собираемая пчелами пыльца собирается до того момента как она попадет в гнездовую часть, да и мед из магазинных надставок не контактирует с сотами где выходил расплод [1, 3].

В связи с этим целью проведенных нами исследований явилась разработка рецептуры биологически ценного продукта на основе меда и пыльцы с добавлением орехового сырья.

Нами был произведен медопыльцевый продукт с добавлением аскорбиновой орехового сырья, а после его созревания, которое протекало в течении 4 месяцев, были проведены физико-химические исследования (содержание влаги, углеводов, белка), оценены органолептические показатели (цвет, внешний вид, вкус и запах), по завершении рассчитаны экономические показатели производства медопыльцевого продукта с добавлением орехового сырья в сравнении с пергой пчелиной. Схема проводимых нами исследовании отражена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

№ п/п	продукт	Исследуемые показатели
1	перга	органолептические, физико-химические, экономические показатели
2	медопыльцевый продукт с добавлением орехового сырья	

В соответствии с разработанной схемой исследований, мы изготовили пробную партию медопыльцевого продукта с добавлением орехового сырья по условиям схожим как его изготовляют пчелы. Обеспечивая температурно-влажносные режимы аналогичные пчелиному улью, мы после созревания, получили «чистый продукт» (не содержит метаболиты пчелиного расплода и ветеринарные препараты) аналог пчелиной перги, а кроме того ореховое сырье, добавляемое по рецептуре, значительно увеличивало содержание жирных кислот, что так же повышало биологическую ценность продукта. Используемая в

нашем продукте пыльца некогда не была в улье, так как ее забирали у пчел при входе в улейпо средством пыльце сборника, следовательно, она не контактировала с теми лечебными препаратами, остатки которых могли аккамулироваться в воске гнездовых рамок и оставшихся коконах вышедших пчел. А мед отбирался строго из рамок магазинных надставок, в которых при правильном пчеловождении расплод не выводится, соответственно и лекарственные препараты не соприкасались с ячейками сот. После чего сырьё (мед, обножка, орехи) в определенных пропорциях смешивали и обеспечивали процессы созревание нашего продукта.

Таблица 2 – Органолептические показатели качества

Исследуемые показатели	перга	медопыльцевый продукт с добавлением орехового сырья
Внешний вид	в виде шестигранных гранул	Однородная паста по всей массе с включением частичек орехов
Цвет	слоями от светло жёлтого до коричневого	оранжевый
Запах	медово-пыльцевой	медово-пыльцевой
Вкус	кисло-сладкий, слегка горьковатый	нежный, сладкий

Проведя сравнительный анализ органолептических показателей перги и медопыльцевого продукта отмечали, что по внешнему виду и цвету, перга представляла собой шестиугольные прочные призмы-повтаряющие ячейки пчелиного сотацвет разлечался по слоям и был отсветло жёлтого до коричневого. Медопыльцевый продукт с добавлением орехового сырья, представлен однородный по всей массе мазеобразной консистенции оранжевого цвета с включением частичек орехов. Запах у всех образцах медово-пыльцевой. Вкус у перги был кисло-сладкий, слегка горьковатый, у медопыльцевого продукта с добавлением орехового сырья – нежный, сладкий.

Таблица 3 – Качественные показатели медопыльцевого продукта

Показатели	перга	медопыльцевый продукт с добавлением орехового сырья
Массовая доля влаги, %	15,6	19,2
Белки, %	21,7	18,2
Жиры,%	1,1	12,2
Углеводы, %	29,6	36,8

Оценивая показатели качества медопыльцевого продукта с добавлением орехового сырья и перги отмечали, что массовая доля влаги в перге выше на 3,6 %, углеводов на 7,2 %, жиров на 11,1 % а белка ниже на 3,5 %.

Таблица 4 – Сравнительная экономическая эффективность

Показатели	Перга пчелиная	медопыльцевый продукт с добавлением орехового сырья
Цена реализации за кг	4000	4000,0
Полные издержки, руб.	3500	2900,0
Прибыль на 1 кг, руб.	500	1100,0
Уровень рентабельности, %	12,5	27,5

Оценивая экономические показатели производства медопыльцевого продукта с добавлением орехового сырья, отмечали, что при цене реализации в 4000 рубл за кг, издержки, связанные с производством продукта составили 2900 руб. за кг, уровень рентабельности при этом составляет 27,5 %, что на 13 % больше чем у перги.

Оценивая в целом производство медопыльцевого продукт с добавлением орехового сырья отмечали, что по органолептическим показателям качества отличие от пчелиный перги заключается в том, что наш продукт представляет собой однородную оранжевую массу с включениями измельченных орехов, нежное и сладковатое на вкус. Содержание влаги, жиров и углеводов несколько выше, чем в перге, а белков на 3,5 % меньше. Использование нашей рецептуры позволяет увеличить уровень рентабельность на 13 %.

Список использованной литературы

1. Житников П. П. Перга – благо или беда? // Пчеловодство. 2012. № 6. С. 35-36.

2. Жуков Р. Б. Состав и свойства акациевого меда // Материалы международной научно-практической конференции. ДонГАУ, 2020. С. 168-172.

3. Новый медопыльцевый продукт / В. А. Злепкин, В. А. Чучунов, Е. Б. Радзиевский, Т. В. Коноблей, Г. Г. Любименко // Научный вестник ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет». 2021. № 4 (13). С. 37-42.

4. Безопасный медопыльцевой продукт / В. А. Злепкин, В. А. Чучунов, Е. Б. Радзиевский, Т. В. Коноблей // Пчеловодство. 2022. № 1. С. 50-51.

5. Некрашевич В. Ф., Некрашевич С. В., Торженова Т. В. Развитие производства перги в россии // Пчеловодство. 2010. № 6. С. 48-49.

6. Сравнительная оценка заготовки обножки и перги / В. Ф. Некрашевич [и др.] // Пчеловодство. 2015. № 5. С. 60-62.

7. Орлов Б. Н., Егорашин В. П. Цветочная пыльца – обножка-перга: монография. Нижний Новгород, 2012. С. 99.

8. Контроль антибиотиков в перге на основе иммуномикрочиповой технологии / А. М. Смирнов, Р. Т. Клочко, С. Н. Луганский, А. Б. Сохликов, Г. И. Игнатьева, А. В. Блинов // Пчеловодство. 2019. № 9. С. 46-47.

9. Ульянич Н. В. Эффективное лечебное средство – перга // Пчеловодство. 2018. № 1. С. 58-59.

10. Получение медопыльцевого продукта в условиях пасек / В. А. Чучунов, В. А. Злепкин, Е. Б. Радзиевский, Т. В. Коноблей, А. В. Горбунов // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2022. № 1 (62). С. 110-115.

ВОСПИТАТЕЛЬНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО ВУЗА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ АПК

УДК 378.147:621-52:631

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ГИБКИХ НАВЫКОВ У БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ-РОБОТОТЕХНИКОВ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Александрина Н. А., *канд. пед. наук, доцент*
Процюк М. П., *преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена актуальная проблема модернизации инженерного образования, обусловленная запросом агропромышленного комплекса (АПК) на специалистов, способных к созданию и обслуживанию сложных робототехнических систем. Доказано, что традиционная, сугубо техническая подготовка инженеров-робототехников является недостаточной для эффективного решения многогранных задач современного АПК.

***Ключевые слова*:** *инженерно-педагогическое образование, гибкие навыки, робототехника, педагогические модели, проектное обучение, компетентностный подход, междисциплинарность.*

Современный агропромышленный комплекс переживает этап глубокой цифровой трансформации. Ключевым драйвером этих изменений выступает робототехника: автономные комбайны, дроны для мониторинга полей, роботы для прополки, сбора урожая и доения животных [1]. Эти системы представляют собой сложные киберфизические комплексы, функционирующие в неструктурированной и изменчивой внешней среде. Проектирование, программирование, обслуживание и модернизация таких роботов требуют от инженера не только безупречных технических знаний, но и развитого комплекса гибких навыков.

К последним относятся способность понимать потребности конечного пользователя – агрария, работать в междисциплинарной команде (агрономы, биологи, экономисты), управлять проектами в условиях неопределенности, мыслить системно и экологически [2]. Однако, как показывают исследования и отзывы работодателей, современная система высшего инженерного образования зачастую остается ориентированной на формирование узкотехнических компетенций в ущерб развитию [3]. Это создает разрыв между подготовкой выпускников и реальными требованиями индустрии.

Проблема исследования заключается в противоречии между объективной потребностью АПК в инженерах-робототехниках с развитыми гибкими навыками и недостаточной теоретической и методической разработанностью педагогических моделей, направленных на их целенаправленное формирование в рамках образовательных программ вуза.

Деятельность инженера-робототехника в АПК кардинально отличается от работы в промышленности или сервисной робототехнике. Она характеризуется следующими особенностями:

Работа в неструктурированной среде: поля, фермы, теплицы – это среды с высокой степенью непредсказуемости (погода, рельеф, состояние почвы, поведение животных).

Высокие риски и стоимость ошибки: сбой в работе робота может привести к потере урожая, порче дорогостоящей техники или экологическому ущербу.

Таблица 1 – Ключевые гибкие навыки инженера-робототехника для АПК и их профессиональная значимость

Гибкий навык	Профессиональная значимость в контексте АПК
Системное мышление	Способность видеть робота не как изолированное устройство, а как элемент сложной агротехнологической системы (почва-растение-климат-экономика), прогнозировать последствия его работы для всей системы
Междисциплинарная коммуникация	Умение эффективно общаться с агрономами, биологами, фермерами: слушать, задавать правильные вопросы, переводить технические требования на язык агрономических задач и наоборот
Проектное управление	Способность планировать, организовывать и контролировать работы по созданию или внедрению робототехнической системы в условиях ограниченных ресурсов, сезонности и внешних рисков
Клиентоориентированность и эмпатия	Понимание реальных нужд и уровня цифровой грамотности фермера; способность проектировать интерфейсы и системы, удобные для использования в полевых условиях
Экологическое сознание и ответственность	Понимание влияния роботизированной техники на экосистему (уплотнение почвы, применение средств защиты растений) и стремление к созданию ресурсосберегающих и экологичных решений
Адаптивность и когнитивная гибкость	Готовность быстро переучиваться, осваивать новые знания в смежных областях (биология, data science) и адаптировать решения под меняющиеся условия и новые задачи

Живые объекты воздействия: робот взаимодействует не с конвейерной лентой, а с живыми растениями и животными, что требует учета биологических и этологических факторов.

Междисциплинарный контекст: эффективное решение задач невозможно без тесного взаимодействия со специалистами из других областей (агрономия, зоотехния, почвоведение, экономика). Клиентоориентированность: конечный пользователь – это, как правило, не технический специалист, поэтому инженер должен уметь «говорить на его языке», понимать его боли и потребности.

Исходя из этой специфики, формируется целевой набор гибких навыков.

Дидактические основы модели: принципы и условия.

Формирование выделенного набора навыков не может быть обеспечено в рамках традиционной лекционно-семинарской системы. Требуется переориентация на деятельностные, практико-ориентированные образовательные парадигмы.

Дидактические принципы модели:

1. Принцип контекстного обучения: содержание и формы обучения максимально приближены к реальным профессиональным ситуациям и проблемам АПК.

2. Принцип междисциплинарной интеграции: разрушение «дисциплинарных барьеров» между техническими, естественнонаучными и гуманитарными модулями.

3. Принцип проектной деятельности: обучение строится вокруг сквозного проекта по созданию робототехнического решения для конкретной задачи АПК.

4. Принцип рефлексивности: целенаправленное формирование у студентов способности к самоанализу, оценке собственного прогресса в развитии soft skills.

Педагогические условия реализации модели:

1. Партнерство с предприятиями АПК: привлечение реальных заказчиков для формулировки задач, предоставление баз для практик, участие специалистов-практиков в образовательном процессе.

2. Создание междисциплинарных образовательных модулей: например, модуль «Агробионика», где студенты изучают основы физиологии растений параллельно с курсом по компьютерному зрению для идентификации болезней.

3. Оснащение образовательной среды: наличие лабораторий, оснащенных не только роботами, но и симуляторами, цифровыми двойниками реальных агросистем, полевых полигонов.

4. Подготовка тьюторского корпуса: преподаватели и наставники должны сами обладать компетенциями в области фасилитации, модерации и проектного управления.

Интегративно-контекстная модель формирования гибких навыков. Предлагаемая модель является интегративной (объединяющей содержание, методы и формы) и контекстной (погруженной в специфику АПК). Она состоит из четырех взаимосвязанных блоков (рис. 1).

Рисунок 1 – Структурная схема интегративно-контекстной модели формирования гибких навыков у будущих инженеров-робототехников для АПК

Целевой блок.

Социальный заказ: потребность АПК в современном инженерном кадре.

Цель модели: формирование у будущих инженеров-робототехников интегративной компетенции, сочетающей глубокие технические знания с развитым комплексом гибких навыков для эффективной работы в АПК.

Компоненты компетенции: мотивационно-ценностный (осознание значимости своей работы для решения глобальных проблем продовольственной безопасности), когнитивный (системные знания), деятельностный (навыки), рефлексивный (способность к саморазвитию).

Содержательный блок.

Содержание образования трансформируется от линейного набора дисциплин ксквозным тематическим трекам, пронизывающим всю программу обучения:

Трек «AgroTech-Системы»: от основ агрономии и зоотехнии до проектирования автономных комплексов.

Трек «Проектирование и разработка»: классические инженерные дисциплины (механика, электроника, программирование), но с фокусом на применение в агроконтексте.

Трек «Управление и коммуникация»: дисциплины по управлению проектами, экономике, основам межличностной и межкультурной коммуникации, техническому английскому языку с агролексикой.

Процессуальный блок (Технологии и методы).

Это ядро модели, где непосредственно происходит формирование навыков.

1. Реальные проекты от предприятий АПК (Project-Based Learning): Студенческие команды (3-5 человек) на протяжении семестра или года работают над решением конкретной проблемы, предоставленной компанией-партнером (например, «Разработка алгоритма для робота-пропалывателя для теплиц томата»). В процессе они проходят все стадии: анализ требований, проектирование, разработка, тестирование на полигоне, презентация результата заказчику. Это формирует проектное управление, коммуникацию, клиентоориентированность.

2. Междисциплинарные воркшопы и хакатоны: Короткие интенсивные сессии, где студенты-робототехники, агрономы и программисты совместно решают узкую задачу (например, «Оптимизация маршрута дрона для сканирования поля с учетом ветровой нагрузки и рельефа»). Формирует междисциплинарную коммуникацию и когнитивную гибкость.

3. Кейс-стади и ситуационный анализ: Разбор реальных инцидентов и неудач во внедрении агророботов. Анализ того, была ли причина в технической ошибке, непонимании агрономического контекста или сбое коммуникации. Развивает системное мышление и экологическую ответственность.

4. Использование симуляторов и цифровых двойников: Перед выходом в поле студенты отрабатывают алгоритмы в виртуальной среде, которая точно моделирует физику почвы, рост растений и погодные условия. Позволяет безопасно совершать ошибки и анализировать их системные последствия, развивая адаптивность и системное мышление.

5. Рефлексивные сессии и портфолио: Под руководством тьютора студенты регулярно проводят самооценку развития своих гибких навыков, фиксируют достижения и зоны роста в электронном портфолио.

Оценочный блок

Оценка эффективности модели носит комплексный и критериально-ориентированный характер.

Объекты оценки: уровень сформированности отдельных гибких навыков; качество реализованных проектов; удовлетворенность работодателей-партнеров.

Методы и инструменты:

- Экспертная оценка от представителей предприятий АПК по результатам защиты проектов.
- Метод «360 градусов»: оценка студента его командой, тьютором и им самим.
- Анализ портфолио.
- Наблюдение за работой студента в команде на воркшопах.

Стандартизированные тесты на оценку когнитивной гибкости и системного мышления (в адаптированном виде).

Внедрение предложенной педагогической модели в образовательный процесс вуза позволит достичь следующих результатов:

Для студента: повышение мотивации к обучению за счет работы с реальными задачами; формирование целостного представления о профессии; развитие востребованных на рынке труда компетенций; создание профессионального портфолио из реализованных проектов.

Для вуза: усиление практико-ориентированной составляющих образовательных программ; установление прочных связей с предприятиями АПК; рост конкурентоспособности выпускников и, как следствие, привлекательности самого вуза.

Для АПК: сокращение затрат на адаптацию молодых специалистов; получение кадрового ресурса, способного к инновациям и решению комплексных задач.

Перспективой дальнейшего исследования является апробация модели в условиях конкретного вуза, разработка на ее основе детальных методических рекомендаций и измерительного инструментария для оценки уровня развития гибких навыков.

Разработанная модель, базирующаяся на принципах контекстного, проектного и междисциплинарного обучения, позволяет целенаправленно формировать у студентов ключевые для современного АПК гибкие навыки: системное мышление, междисциплинарную коммуникацию, проектное управление, клиентоориентированность, экологическое сознание и адаптивность. Ее реализация через систему педагогических условий, главным из которых является работа над реальными проектами от предприятий-партнеров, обеспечивает не только приобретение знаний, но и формирование опыта их применения в условиях, максимально приближенных к будущей профессиональной деятельности.

Таким образом, предложенная модель может служить теоретической и методической основой для модернизации образовательных программ по направлению «Робототехника» и смежным специальностям, ориентированным на агропромышленный комплекс.

Список использованной литературы

1. Благов В. Н., Сидоркин А. М. Цифровая трансформация сельского хозяйства: вызовы для инженерного образования // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 12. С. 44-56.

2. Зеер Э. Ф., Сыманюк Э. Э. Компетентностный подход к модернизации инженерного образования // Образование и наука. 2020. Т. 22. № 1. С. 9-29.

3. Панов В. И., Чистяков С. В. Soft skills в инженерном образовании: запрос работодателей и образовательные практики // Universum: Психология и образование. 2022. № 4 (94). С. 87-91.

4. Вербицкий А. А. Контекстное обучение в компетентностном подходе // Высшее образование в России. 2019. № 5. С. 39-48.

5. Федоров И. Б., Шленов Ю. В. Подготовка инженерных кадров для высокотехнологичных отраслей экономики // Инженерное образование. 2020. № 26. С. 5-12.
6. WEF (World Economic Forum). The Future of Jobs Report 2023. Geneva, 2023. 30 p.
7. Bechar A., Vigneault C. Agricultural robots for field operations: Concepts and components // Biosystems Engineering. 2017. V. 149. Pp. 94-111.
8. Dym C. L., Agogino A. M., Eris O., Frey D. D., Leifer L. J. Engineering design thinking, teaching, and learning // Journal of Engineering Education. 2005. V. 94 (1). Pp. 103-120.

УДК 37.013.77+82–83

PROFOUND DIALOGUE TECHNOLOGY AS THE BASIS OF PERSONAL DEVELOPMENT IN CONTEMPORARY PROFESSIONAL TEACHER TRAINING

[1]Al-Sammarraie S. J. M., *lecturer*
[2]Chernyaeva A. V., *candidate of psychological sciences, associate professor*

[1]Tikrit University
Tikrit, Iraq
[2]FSBEI HE Volgograd SAU
Volgograd, Russia

Abstract. This article handles the problem of insufficient humanitarian focus in the contemporary professional training of teachers within higher education institutions. Based on empirical data, it emphasizes the dominance of a technocratic approach, which leads to student alienation and disorientation. The concept of «profound dialogue» is proposed as a pedagogical strategy to overcome this problem and enable students to comprehend the profound meanings and values inherent in the teaching profession. The paper substantiates the necessity of creating educational environments that foster profound dialogue between students and the cultural-literary heritage, the professional community, and the university instructors.

Keywords: *pedagogical education, professional training, profound dialogue, personal development.*

The contemporary professional training of specialists in higher education, in terms of content and technologies, represents a traditional structure of the educational process with a clear dominance of intellectually oriented competencies. This exacerbates the problem associated with the humanitarian factor. In pedagogical discourse, instrumental categories such as «construct», «model», «project», «module» and «competence» have become widespread [8, p. 139]. This type of categorization carries a primarily rational, technocratic subtext for pedagogical thinking and educational practice. Furthermore, the conditions dictated by the ideals of the information society make this direction a priority for all substantive components of education.

E. V. Bondarevskaya points to the challenges of the present time, in particular the «critical humanitarian situation» in pedagogical education, which «manifests in an acute deficit of humanity and humane qualities in

modern society...» and the necessity of forming a «eacher of a new formation» [1, p. 28]. In other words, there is a deficiency in teacher education regarding its focus on the profound meanings of the profession and life.

Consequently, drawing upon the perspective of K. Wilber regarding spiritual evolution, it can be assumed that the modern generation of students – future teachers – increasingly experiences states of alienation, abandonment, loneliness, lack of self-confidence, disorientation, and a loss of the ability to be an «integrative center» [9, p. 15]. This situation arises from the fact that many students who have chosen the teaching profession and possess intentions for profound, meaningful relationships fail to find impulses for self-realization within the current system of pedagogical education.

This assertion is confirmed by the results of an initial diagnostic assessment data collected prior to the start of our research in October 2025. The study involved students from the Engineering and Technology Faculty of the Volgograd State Agrarian University, enrolled in pedagogically oriented programs. The diagnostic framework was based on two core fundamental competencies: vocation and service. The vocation of being a teacher constitutes a discovery, within the student's profound consciousness as an educational subject, of the fundamental grounds for developing the whole system of professional competencies [3, pp. 145].

The diagnostic study employed the method of content analysis and encompassed higher pedagogical education as an integral phenomenon. The participants included 175 students enrolled in the program degree of (44.03.04) specialization «Vocational Education (by Industry)», «Teacher in the Vocational Education System of the Agro-Industrial Sector», both full-time and part-time, from the first to the fifth year of study. The diagnostic study revealed the students' generalized understanding of the main characteristics of a teacher's professional activity:

- The mission of vocational and civic commitment as the basis of competence – identified by 10 % of respondents.
- Moral integrity of the teacher, professional commitment, and the category of service were identified by 6 %.
- Commitment to serving the child, education, and humanity as a whole – identified by 13 %.
- Attention to superficial, short-term tasks of pedagogical activities traditionally discussed in class – identified by 71 % of students.

It may be assumed that the content, process, and environment of higher pedagogical education lack systematic meaningful contexts, situations (which actualize meanings), symbols, transcendent concepts, and artistic images of the future profession. The formation of a new substantive-procedural model for higher pedagogical education should reflect a new understanding of human existence in the public consciousness – as a bearer

of individual-personal autonomy and new forms of world perception through an appeal to holistic states of imagery, thought, and embodiment. One of the conditions for resolving this issue is the training of a teacher capable of accepting and developing social institutions and relations oriented toward affirming the value of the human person.

Analytical research shows that existing practices in teacher education inadequately address the need for a teacher who supports the spiritual and moral structures of a developing personality. Existing profound tendencies toward educating such a teacher are poorly synthesized, not structured as systematic work, and exist under the dominance of the technocratic approach. In this context, the technology of dialogue, as an event-based integrity and a way of understanding oneself through another, in our view, serves as an instrument for personal self-improvement, gaining self-awareness, a subjective world relationship, optimism, a sense of life, as well as the ideals and professional values of a future teacher.

Empirical research shows that students often do not recognize the profound meanings of pedagogical activity, focusing instead on superficial tasks. This necessitates the creation of special conditions for the emergence of a «profound dialogue» between the developing teacher and cultural heritage, as well as their professional environment (with their teachers and students).

Within this understanding of the genesis of a teacher's spiritual world, we propose the introduction of the term «profound dialogue» into the theoretical and practical framework of higher pedagogical education. We define «profound dialogue» as the discovery of the existential foundations of a student's behavior, consciousness, and self-awareness in a specific professional form. This awakens, profound, essential, mental, and spiritual state that enables the educational trainers to experience a connection with the universal and the eternal, inspiring them toward qualitative renewal and the improvement of both contemporary society and themselves [10, p. 31].

We propose considering the technology of profound dialogue as a tool for personal development, helping students to comprehend the existential foundations of the profession. The theoretical foundations of this concept are reflected in philosophical, pedagogical, and psychological research, as well as in modern pedagogical approaches such as person-centered education and meaning-centered didactics [5, p. 95].

For instance, in the works of S. Kierkegaard, profound dialogue appears as an «eternal category»; M. Buber views profound dialogue as an «I-Thou» interaction, as contemplation of the other, and as an «I-We» – the contemplation of the sensory unity of a community; J.-P. Sartre and M. Heidegger introduce the concept of «mental profound dialogue»; A. Camus, G. Marcel, and K. Jaspers – «transcendent-spiritual profound

dialogue»; M. M. Bakhtin, N. A. Berdyaev, V. S. Bibler, M. K. Mamardashvili, V. V. Nalimov, P. A. Florensky, V. I. Kholodny, and N. Luhmann examine the concept of «synthetic mental-spiritual dialogue»; L. Binswanger explains «profundity» as a real, holistic psychological state; R. May understands profound dialogue as an act of «spiritual-moral action»; W. James – as a «stream of consciousness» [4; 6; 9]. C. Rogers created the concept of «profound reflection»; R. K. Merton analyzes the category of «dialogue» as «contemplation». Educators such as J. A. Comenius, J. Locke, J. H. Pestalozzi, J.-J. Rousseau, and L. N. Tolstoy reveal profound dialogue as a «self-developing category»; Sh. A. Amonashvili, A. S. Belkin, V. N. Soroka-Rosinsky, V. A. Sukhomlinsky, and S. T. Shatsky also emphasized the necessity of profound dialogue in education.

An ontological view on the functioning of profound dialogue in higher pedagogical education – its penetration into the meanings of human and social life, its role in discovering and understanding the profound meanings of the profession, and its effectiveness in the spiritual and moral development of students – is presented in modern pedagogical concepts and theories. These include person-centered, personality-developing education (E. V. Bondarevskaya, V. V. Serikov), the conflict of paradigms (E. A. Yamburg), cultural studies-based upbringing (E. V. Bondarevskaya), spiritually-oriented upbringing (T. I. Vlasova), and meaning-centered didactics (I. V. Abakumova).

The idea of profound dialogue is evident in the onto-paradigmatic approach (N. M. Borytko), the humanitarian-anthropological approach (B. M. Bim-Bad, V. G. Gorshkova), in the theory and methodology of problem-based learning (I. Ya. Lerner), in person-centered learning technologies (V. V. Serikov), in educational complexes (V. T. Fomenko), in the theoretical foundations of educational technologies (V. M. Monakhov), in the dialogic model of humanitarian education (S. V. Belova), and in modular technologies of person-centered education (V. V. Shogan).

Theoretical research shows that the modern system of teacher training in higher education institutions lacks sufficient attention to the humanitarian aspects of the profession. A technocratic approach predominates, leading to alienation and disorientation among students who have chosen pedagogical education. The necessity of creating conditions for profound dialogue to occur between students and cultural heritage, the professional community, and teachers makes the introduction of the profound dialogue concept into the structure of modern pedagogical education critically important.

The implementation of the profound dialogue technology requires a revision of educational programs and methodologies. Instead of passive knowledge acquisition, it is necessary to create an active educational environment where students are engaged in meaningful discussion, critical

analysis, and reflection on their own experiences. It is important to stimulate them to seek answers to existential questions concerning the meaning of life, values, and moral guidelines.

Teachers should act not only as transmitters of knowledge but also as facilitators who create conditions for dialogue and support the personal development of students. This requires the development of empathy, listening and understanding skills, and a willingness to share personal experiences and reflections among teachers.

Integrating the technology of profound dialogue into the educational process can be achieved through various forms of work, such as discussion clubs, creative workshops, research projects, and the analysis of case studies from real teaching practice, particularly through work with literary texts [7; 8]. Literary texts, such as the novel The Nickel Boys by C. Whitehead, are of particular importance, as they can help students broaden their horizons and see pedagogical activity in a broader context.

This novel is a documentary-highly realistic of real survivors' stories of the systematic abuse and discrimination maltreatments that happened at the «Dozier School for Boys» in Florida, USA. Through the technique of profound dialogue, learners will grasp and taste the aesthetic elements of the text (plot, theme ,stylistic devices, etc.); comprehend its axiological or moral values; and at the same time develop some pedagogical values by displaying the hidden history of the ugly side of the educational system, how do we resist inhumanity and how fiction can reveal truth. The profound discussion of this artistic experience can enhance and develop the learners' perspectives and eventually their personalities.

Furthermore, to achieve the utmost pedagogical goals and depending on Bakhtin's theory of dialogism and his idea about the «dialogic orientation» of any discourse, profound dialogue technique can be accompanied by Bakhtin's dialogical pedagogy, «literary criticism», «critical thinking» or may be «critical pedagogy» as theorized by (Paulo Freire) [2, pp. 142-152].

Consequently, the implementation of the profound dialogue technology in the teacher training system will allow for the restoration of the humanitarian aspect in education. Students will be able to gain a deeper understanding of the meaning of their profession, develop personal qualities, and become true masters of their craft, capable of not only teaching but also nurturing, inspiring, and assisting others in their personal growth.

The successful implementation of the profound dialogue technology requires a systemic approach and the active participation of all stakeholders: teachers, students, university administration, and representatives of the professional pedagogical community. It is important to create conditions for the exchange of experience and the dissemination of best practices, organize training and professional development for teachers, and develop methodological materials and textbooks.

Implementing the profound dialogue technology also requires changes in the system for assessing the quality of teacher training. The focus must be shifted from formal academic performance indicators to the assessment of personal and professional qualities, such as empathy, creativity, critical thinking, and the capacity for reflection. It is important to consider students participation in profound dialogue, their ability to express their points of view argumentatively, and to listen and understand others.

This will enable the creation of a qualitatively new educational environment, oriented towards the formation of, not only a competent specialist, but also a spiritually developed, humane personality.

The implementation of the profound dialogue technology is a complex and multifaceted process, requiring a systemic approach and the cooperation of all participants in the educational process. However, only in this way can the existing shortcomings in the system of pedagogical education be overcome, and can prepare teachers who possess not only knowledge and skills but also a profound understanding of their profession, and who are capable of innovation and spiritual development.

Implementing the technology of profound dialogue in the teacher training system is an investment in the future. It is a contribution to the formation of a generation of teachers capable of inspiring, motivating, and guiding the new generation, and able of creating a humane and prosperous society.

References

1. Bondarevskaya E. V. Methodology of Systematic Modernization and Development of Pedagogical Education // Experience, Problems, Prospects: Proceedings of the 10th International Scientific-Practical Conference. 2017. V. 1. Pp. 26-45.

2. Chen Y. On the Spirit of “Dialogue” in Literary Criticism // Advances in Literary Study. 2018. No 6. Pp. 142-152.

3. Chernyaeva A. V. Predictors of adaptability of communicative and personal development of future teachers at the stage of professional training // Higher education today. 2023. No 6. Pp. 144-149.

4. Hamston J. Bakhtin’s Theory of Dialogue: A Construct for Pedagogy, Methodology and Analysis // The Australian Educational Researcher. 2006. V. 33. № 1. Pp. 55-74.

5. Popov E. N. Features of Dialogue in the Modern World // Bulletin of the M. K. Ammosov North-Eastern Federal University. Series: Pedagogy. Psychology. Philosophy. 2022. № 2 (26). Pp. 94-100.

6. Shogan V. V., Metelkina Zh. S., Storozhakova E. V. Profound Education Technology in Organizing an Educational Lecture // The World of University Science: Culture, Education. 2020. № 5. Pp. 51-58.

7. Sopochkin S. V. School of Literature. A Humanitarian Lesson: The Domestic Model // Russian Literature. 2024. № 1. Pp. 3-14.

8. Tulupova O. N. Culturological Aspects of Modern Professional Education: From a Professional to a Trans-professional // Tomsk State University Journal of Cultural Studies and Art History. 2021. № 43. Pp. 139-146.

9. Wilber K. Integral Psychology: Consciousness, Spirit, Psychology, Therapy. AST Publishing, 2004. 412 p.

10. Yermak V. V., Storozhakova E. V. Practices of profound Dialogue in Education as a Technology of Meaning Generation in the Context of Developing the Value-Meaning Layer of the Image of the World in Future Teachers // News of the Southern Federal University. Pedagogical Sciences. 2014. № 11. Pp. 30-36.

УДК 316:004.9

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ: ГУМАНИТАРИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВА И ГУМАНИЗАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

Данакари Р. А., *д-р филос. наук, профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены природа и сущность цифровой трансформации, актуальность и значимость гуманитаризации общества и гуманизации человека. Особое внимание обращено на качественное изменение социума и повседневности человека. Аргументирована уникальность функционирования такого феномена, как цифровизация, детерминации ею сферы социально-экономических отношений, в результате которой актуализируются гуманистические аспекты бытия общества и личности, трансформируются цель и смысл существования человека.

Ключевые слова: *цифровизация общества, информационное общество, гуманитаризация общества, гуманизация человека.*

В современных условиях одной из актуальных и востребованных задач функционирования российского государства стало внедрение цифровизации в сферы деятельности общества и бытия человека. Основная цель научного исследования – выявление специфики гуманитаризации социума и гуманизации человека в условиях трансформации современности.

Современный процесс цифровизации рассматривается как деятельность, основанная на цифровых технологиях, процесс их внедрения в социальную систему и в сферу интерсубъектиных коммуникаций. За последние два десятилетия в России происходит активное становление информационного общества и развитие цифровизации. Сегодня большинство населения нашей страны пользуется картами разных банков, их электронными приложениями, всеми формами бесконтактной оплаты. Большая часть физических денежных средств ушла из оборота и заменена электронными банковскими счетами.

Цифровизация общества, особенно системы социально-экономической отношений, имеет целый ряд достоинств. Однако, как свидетельствует опыт, часто такая деятельность сопровождается нарастанием напряженности и угроз, рисками и опасностью для жизни большинства людей. Экзистенциальной проблемой становится бытие человека, потому что жизнь людей происходит в условиях «ускользающей» современности и непрерывного транзита, нарастания

неопределенностей и трансформационных изменений общества. Значительные изменения претерпевают как общественное бытие, так и общественное знание. Развитие производительных сил и сферы производственных отношений детерминируют изменения в политике и праве, науке и культуре, морали и этических правилах, установках сознания и нормах поведения индивидов.

Современность характеризуется нелинейной динамикой, непрерывным информационным наступлением цифровизации на все уровни государственного управления и социальной сферы. Особую роль здесь играет процесс цифровизации экономической сферы, как одной из фундаментальных детерминант функционирования общественной системы. В этой связи нам представляется важным исследование сущности и специфики цифровизации, ее влияния на человеческую деятельность. Касаясь экономической системы, отметим, что – это система, которая включает в себя производство, продажу, распределение, потребление товаров и услуг [4]. Ныне в мире наблюдается широкая тенденция отказа от физических денег (купюр, монет) и переход на их цифровые хранилища (счета в банке, аккаунты). Трансформация привела к широкому распространению продаж товаров и оказание услуг с помощью цифровых технологий, через сети Интернет.

Как указывали, такая тенденция детерминируется распространением процессов цифровизации, т.е. внедрением цифровых технологий в разные сферы жизни социума и реального производства. Процесс цифровизации экономики сопровождается появлением качественно новых форм отношений и видов деятельности. В них ведущую роль играют цифровые технологии, неразрывно связанные с электронным бизнесом и электронной коммерцией. Цифровизация постепенно меняет политическую и социальную, экономическую и культурную сферы общества. Если говорить об экономике, то она во многом изменила систему производственных отношений, создала новые профессии и рабочие места, обеспечила высокую производительность труда отдельных предприятий и организаций.

Эпоха цифровизации началась со второй половины XX века, когда произошло становление информационного общества, активное внедрение во все сферы социума, жизнь и деятельность человека, информационных и коммуникационных технологий. Исследования в экономической сфере посвящены работы таких ученых, как Т. А. Бельчик, А. Р. Диденко, В. В. Иванов, И. О. Жаворонкова, Р. В. Насибуллина, А. В. Кешелава, В. М. Сахненко, Н. А. Хазария, Г. О. Перов, Р. В. Мещерякова, Б. Н. Паньшина.

Американский ученый Н. Негропонте в своей книге «Быть цифровым» одним из первых рассмотрел сущность и специфику цифровизации, генезис и дальнейший процесс ее динамики и развития. Он

определил смысл и значение слияния в единую цифровую сеть информационного, интерактивного мира, а также мира развлечений и досуга. В конце XX века ему удалось сформулировать концепцию электронной (цифровой) экономики, выделить преимущества новой становящейся экономики в связи интенсивным развитием коммуникационных технологий.

Одновременно Н. Негропонте предпринял попытку прогнозирования процесса развития цифровой экономики с учетом изменяющихся условий технологической сферы и повсеместной цифровизации сфер жизни и трудовой деятельности человека. Все это он обозначил как «процесс формирования цифровой экономики и слияние информационного, интерактивного и мира развлечений в единую цифровую сеть, прогнозы процесса генезиса цифровой экономики с последующей цифровизацией жизни человека и хозяйственной деятельности» [8].

Таким образом, цифровые технологии – это сложнейшая рискогенная система, включающая в себя разнородные методики и технологии цифровизации сфер общества, где главную роль играют отрасли экономики, отношения между субъектами на всех уровнях: от индивидуального предпринимательства, бизнеса и до государства. По мнению В. В. Иванова «Цифровая экономика – это изменения технологической базы экономики, что позволит автоматизировать рутинные операции. Это значительно меняет скорость реализации многих процессов, предоставляет новые возможности, но не меняет базовых основ экономики» [3].

Резюмирую, отметим, что общество, существующее в условиях гибридного мира, представляет собой слияние реального и виртуального миров, когда все действия осуществляется только через виртуальную реальность. Одновременно многие авторы отмечают значительные сложности внедрения цифровизации в социум. По мнению А. В. Кешелавы, они заключаются, во-первых, в том, что создают угрозу «цифровому суверенитету» страны; во-вторых, усиливают конкуренции во всех сферах жизни общества; в-третьих, создают идеальные условия для вмешательства в частную жизнь, в том числе и вследствие потенциального наблюдения за хозяйствующими субъектами. В-четвертых, повышается уровень сложности схем взаимодействия бизнес-структур; в-пятых, значительно снижается уровень безопасности персональных данных; в-шестых, идет большое сокращение рабочих мест и непрерывная оптимизация организаций и разных производств [2].

Основные цели и задачи развития цифровой экономики рассматриваются в «Стратегии развития информационного общества в РФ на 2017-2030 годы» [9]. В ней под цифровой экономикой понимается «хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором

производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, продажи, доставки товаров и услуг» [1].

Таким образом, цифровизация – это направление общественной и производственной деятельности с позиций оценки качества информационно-коммуникационной инфраструктуры, а также возможности применения информационно-коммуникационных технологий как государством, разными субъектами: элитами, бизнесом, так и потребителями во всех сферах общества. Она рассматривается как глобальная сеть функционирования сферы политических, экономических, производственных, социальных, культурных и иных отношений.

На сегодняшний день Россия вошла в период постепенной замены прежних стандартов организации, управления, производства, технологий на сферы цифровизации процессов, связанных с жизнедеятельностью государства, социума и человека. Эпоха цифровых технологий предоставляет возможность развития инновационного потенциала для дальнейшего формирования стратегии развития общества [7].

Использование сети Интернет во всех сферах общества, непосредственное внедрение информационных и коммуникационных технологий, развитие системы мобильной связи привело, в первую очередь, к цифровой трансформации экономической и финансовой сферы. Россия активно ориентирована на цифровизацию, что подтверждается наличием многочисленных достижений в использовании и применении информационно-технологических средств [8].

Для ускорения информационных процессов распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 года была утверждена Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [6]. В ней указано, что «цифровая экономика представляет собой хозяйственную деятельность, ключевым фактором производства в которой являются данные в цифровой форме». Несомненным достоинством использования в экономике компьютеров и другой техники является скорость выполнения различных операций, дешевая стоимость и высокая результативность.

Как известно, вычислительная система, в отличие от человека, способна полностью гарантировать отсутствие каких-либо ошибок в силу системности процесса проверки, что дополняется гораздо меньшим временем, затрачиваемым на выполнение экономических операций. Она позволяет быстро и качественно, надежно и удобно вести любые, даже сложные расчеты, готовить отчеты.

Современный мир объективно детерминирован необходимостью цифровизации всех сфер жизни общества. Процесс цифровизации постепенно превращается в реальную базисную сферу функционирова-

ния общественной системы, порождая большое количество положительных явлений в социально-экономической сфере. Однако IT-специалисты, управленцы, экономисты, менеджеры, внедряя цифру, новые технологии, часто увлечены утопическими идеями о безграничных возможностях науки и техники. Они не учитывают исторические, политические, социальные, культурные реалии, антропологические, гуманистические и нравственные особенности глобальной трансформации.

Касаясь развития цифровизации в России, отметим, что данный процесс в нашей стране, особенно после введения Западом санкции, подтверждается лишь отдельными достижениями в использовании информационно-технологических средств. В числе факторов недостаточной развитости системы цифровизации является ее слабое законодательное и нормативное регулирование. Несмотря на то, что существует большое количество разработанных стратегий, концепций и проектов в сфере цифровизации, в том числе и экономики, показывающих положительную динамику, РФ все еще находится на этапе формирования своей аналогичной экосистемы.

Рассматривая процессы цифровизации на территории Волгоградской области, отметим, что у нас реализуется своя концепция. Основной целью программы «Цифровое развитие Волгоградской области» является создание экосистемы цифрового развития Волгоградской области, создание необходимых и достаточных условий институционального и инфраструктурного характера, устранение препятствий и ограничений для цифрового развития. Она предполагает создание безопасной информационной и телекоммуникационной инфраструктуры, применение отечественного программного обеспечения государственными органами и организациями, цифровое развитие приоритетных отраслей экономики за счёт применения инновационных технологий и платформенных решений [5].

Наиболее актуальным и опережающим цифровое развитие сегодня является направление работы с искусственным интеллектом и его внедрением в экономическую среду. В 2023 году на территории региона была разработана Концепция по внедрению и развитию технологий искусственного интеллекта в Волгоградской области, регулирующая вопросы управления развития искусственным интеллектом в регионе. Уже в настоящий момент на территории региона применяются технологии AI в сфере здравоохранения, транспорта, государственном управлении.

Несмотря на разностороннюю эффективность развития цифровой экономики на территории Волгоградской области, сегодня данный процесс сталкивается с проблемами разработки и внедрения отечественного программного обеспечения. Появились сложности переноса

данных в новые системы, дорогая стоимость данного процесса, конфликты текущих и новых программ. Немало проблем создает слабый уровень цифровой грамотности служащих региональных органов власти. Сегодня существуют серьезные проблемы с кибербезопасностью сайтов органов региональной и муниципальной власти, большинства организаций и учреждений.

Рассматривая вопросы гуманитаризации общества и гуманизации человека, следует обратить внимание на наличие цифрового неравенства в социуме. Не секрет, что до сих пор жители сельской местности или отдаленных населенных пунктов не могут получить государственные или муниципальные услуги из-за отсутствия возможности подключиться к сети Интернет.

Сегодня главной проблемой в цифровизации общества, особенно экономики, стала необходимость в переходе на отечественное программное обеспечение, что связано санкциями Запада и их сателлитов в отношении России. В Волгоградской области широкое развитие цифровой экономики также сталкивается с трудностями перехода на отечественное программное обеспечение, недостаточным уровнем актуализации информации и отчетности по развитию цифровой экономики в регионе, наличием проблем с кибербезопасностью. Наш субъект сталкивается с цифровой неграмотностью населения, пока сохраняется цифровое неравенство в получении государственных и муниципальных услуг сельским населением, особенно в электронном виде.

Таким образом, результаты внедрения и дальнейшего развития цифровизации, в зависимости от субъектов, могут быть различными: для государства – это постоянное изменение, совершенствование законов и нормативных актов, контроль за их исполнением; для граждан – это обеспечение открытости и объективности информации, а также доступности товаров и услуг, естественно, надлежащего качества. На наш взгляд, цифровая трансформация требует подлинной гуманитаризации, «очеловечения» общества, гуманизации, т.е. превращения индивида из объекта, простого средства, в личность с высокими целями и высшей ценностью. Идея общественного блага предполагает пересмотр всей системы деятельности как работников умственного, так и физического труда.

Завершая статью, отметим, что цифровая трансформация – это сложный процесс динамики общества. Она все больше актуализирует вопрос совершенствования и развития социального государства, как записано в Конституции РФ, системы его управления на всех уровнях, гуманитаризации и преобразовании общества и всех его сфер, формирования нового типа человека с высокими гуманистическими и нравственными ценностями.

Список использованной литературы

1. Амангулыева Д. Цифровая экономика – основные направления развития экономики // Eoipso. 2022. № 10. С. 27-29.
2. Введение в «Цифровую» экономику / под общ. ред. А. В. Кешелава. ВНИИГеосистем, 2017. 28 с.
3. Иванов В. В. Цифровая экономика: от теории к практике // Инновации. 2017. № 12. С. 3-12.
4. Мамай Е. В. Цифровая экономика как экономика развития технологий // Актуальные проблемы развития управленческой и сервисной деятельности в цифровой среде: материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Москва, 2020. С. 21-25.
5. Об утверждении государственной программы Волгоградской области «Развитие информационного общества Волгоградской области»: постановление администрации Волгоградской области от 25.09.2017 № 501-п.
6. Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»: протокол президиума Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам от 04.06.2019.
7. Сергиенко А. В. Цифровая экономика: основные тренды цифровой экономики в современном обществе // Цифровая экономика: проблемы и современные тренды: материалы всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2020. С. 396-399.
8. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы: указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203. https://www.consultant.ru/
9. Хазария Н. А. От информационного общества к экономике знаний и цифровой экономике // Социально–экономические аспекты управления персоналом: сборник статей. Ростов-на-Дону, 2019. С. 120-123.
10. Шевченко А. В. Механизмы обеспечения становления и устойчивого развития цифровой экономики в процессе реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации» // Стратегическое управление в сфере национальной безопасности России: обеспечение национальных интересов в условиях интеллектуализации экономики: материалы Шестой Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2019. С. 47-57.

УДК 378.663+331.108

ИНТЕГРАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК АНТРОПОПРАКТИКА В ПРОЦЕСС ПОДГОТОВКИ КАДРОВ АГРАРНОГО СЕКТОРА: АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ДИСЦИПЛИНАХ

Демашин В. И., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Определены основные цифровые инструменты и платформы, используемые для подготовки аграрных специалистов. Показана роль антропопрактики как комплексного воздействия, направленного на развитие когнитивных, коммуникативных и личностных компетенций обучающихся. Выявлены основные препятствия и факторы успеха в развитии цифровых технологий в специализированных дисциплинах.

Ключевые слова: *кадровая политика, цифровые образовательные платформы, профессиональное образование.*

В условиях цифровой трансформации аграрного сектора возрастают требования к профессиональной подготовке специалистов. Подготовка специалистов для аграрного сектора осуществляется в рамках многоуровневой системы образования по всему спектру специальностей и направлений, востребованных агропромышленным комплексом. Однако проблема повышения образовательного уровня работников сельского хозяйства остается весьма актуальной. По данным мониторинга обеспеченности кадрового состава руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций их образовательный уровень во многом не соответствует современным реалиям [2]. Работники сельского хозяйства области имеют возможность проходить обучение как по краткосрочным программам обучения, к примеру, в рамках повышения квалификации, так и по длительным программам в отношении профессиональной переподготовки, получения второго высшего и дополнительного образования.

Повышение образовательного уровня для предприятий агропромышленного комплекса нашего региона имеет весьма важное значение, во-первых, оно оказывает непосредственное влияние на экономическую эффективность самого сельскохозяйственного предприятия, а во-вторых, способствует развитию непосредственно сельской территории и муниципального образования в целом [10].

Интеграция цифровых технологий как антропопрактики представляет собой инновационный подход, направленный на развитие не только технических навыков, но и человеческих способностей обучаемых [4, 9]. Целью исследования является анализ актуальных практик цифровых технологий в образовательном процессе аграрных вузов и перспективы их применения в специализированных дисциплинах. В работе применяются методы системного анализа, сравнительного исследования, педагогического эксперимента с целью достижения эффективности цифровых технологий как формы антропопрактики в профессиональном образовании. Ситуация с кадрами в аграрном секторе по-прежнему остается весьма сложной, и по большей части, она затрагивает многие аграрные регионы нашей страны [2]. И это несмотря на то, что в целом на сегодняшний день по стране в системе высшего образования работает 59 аграрных вузов и 25 учреждений дополнительного профессионального образования. В них ведется обучение как по традиционным для сельского хозяйства направлениям, так и по современным специальностям: зоотехния, механизация, агрономия, экономические специальности, информационные технологии и др. [5]. При этом около 87 % от общего количества студентов аграрных вузов обучается исключительно по специальностям сельскохозяйственного профиля.

При анализе существующей государственной кадровой политики в АПК на уровне Российской Федерации и отдельных ее субъектов обнаружены следующие проблемы [7]:

- слабая профессиональная подготовка кадров;
- «старение» кадров, сопровождающееся нежеланием молодых специалистов работать в сельском хозяйстве;
- высокая сменяемость руководителей и специалистов из-за отсутствия экономической стабильности в аграрном секторе;
- несовершенство существующих методов оценки образовательных потребностей в АПК;
- нехватка финансовых ресурсов у хозяйств для организации подготовки и повышения квалификации кадров на необходимом уровне;
- отсутствие методических материалов для организации профессионального развития персонала на предприятиях АПК;
- несовершенство программ профессиональной подготовки и повышения квалификации;
- отсутствие действенных механизмов контроля эффективности обучения.

В связи с тем, что интеграция цифровых технологий как антропопрактики в процессе подготовки кадров для сельского хозяйства страны остаются весьма животрепещущим вопросом, проанализируем актуальное состояние и перспективы применения цифровых образовательных технологий и платформ в специализированных дисциплинах для последующего понимания и в целях унификации качества квалификации кадров [6-8].

Во-первых, по типу предоставления образовательных услуг и форме организации обучения выделяют корпоративные и смешанные платформы для обучения.

Корпоративные образовательные платформы разрабатываются специально для обучения сотрудников конкретных компаний или отраслей. Например, крупные агрохолдинги могут создавать собственные платформы для повышения квалификации своих работников. Такие системы обычно интегрированы с внутренними корпоративными инструментами и позволяют создавать адаптивные курсы, соответствующие потребностям конкретного бизнеса.

Смешанные (blended) образовательные платформы совмещают традиционные очные занятия с цифровыми образовательными инструментами. Это идеальный вариант для учебных заведений, которые внедряют современные технологии, сохраняя при этом классическую форму обучения. Например, студенты могут посещать лекции в университете, а практические задания выполнять через онлайн-платформы с использованием интерактивных тренажеров и симуляторов.

Во-вторых, по типу контента платформы можно классифицировать на интерактивные образовательные, платформы с видеоконтентом и текстово-ориентированные.

Интерактивные образовательные платформы делают акцент на активное вовлечение обучающихся через интерактивные элементы, такие как виртуальные симуляции, видеокурсы с обратной связью, задания и тесты. Для агроспециалистов это особенно важно, поскольку такие платформы позволяют моделировать реальные сценарии, например, управление сельскохозяйственной техникой или диагностику состояния животных и растений. Примеры таких платформ: Farmbrite, или специализированные симуляторы для управления фермой.

Платформы с видеоконтентом сосредоточены на предоставлении видеоуроков с лекциями и демонстрациями. Они часто сопровождаются практическими заданиями и тестами, которые помогают закрепить знания. Платформы типа YouTube, Udemy или аналоги, работающие в России, RuTube и Stepik могут использоваться для доступа к профессиональным курсам по аграрным технологиям, предоставляя агроспециалистам визуальные примеры выполнения задач.

Текстово-ориентированные платформы предлагают учебные материалы в текстовом формате. Они подходят для глубокой теоретической подготовки, когда требуется изучение большого объема на 10 учных данных и исследований. Примеры включают в себя научные библиотеки или образовательные порталы университетов. Текстовые материалы могут быть полезны при изучении агроэкономики, биологии растений и животных.

В-третьих, по технологии взаимодействия выделяются синхронные и асинхронные платформы.

Синхронные платформы позволяют проводить обучение в режиме реального времени. Преподаватели и обучающиеся могут взаимодействовать через видеоконференции, чаты и виртуальные классы. Примеры: Zoom, Microsoft Teams, WebEx, которые не доступны в России, и доступные «СберДжаз», «МТС Линк», «Яндекс Телемост». Синхронные платформы хорошо подходят для проведения семинаров, лекций и практических занятий в аграрных университетах и учебных центрах.

Обучение на асинхронных платформах не требует участия в режиме реального времени. Обучающиеся могут изучать материалы в удобное для них время, выполнять задания и отправлять их на проверку. Примеры таких платформ: Moodle, Google Classroom. Асинхронные платформы удобны для специалистов аграрного сектора, которые хотят повышать квалификацию без отрыва от работы.

В-четвертых, по степени адаптации можно рассматривать адаптивные и статичные платформы.

Адаптивные образовательные платформы используют искусственный интеллект для подбора учебных материалов, которые наиболее соответствуют уровню знаний и потребностям обучающегося. Эти платформы могут предлагать персонализированные траектории обучения, что делает их особенно ценными для специалистов, нуждающихся в индивидуальном подходе. Примеры таких платформ могут включать Smart Sparrow и другие системы, использующие ИИ для адаптации учебных планов.

Агротехнологические платформы сфокусированы на обучении технологиям и инструментам, используемым в аграрном производстве, например, точному земледелию, использованию дронов, сенсоров и других современных инструментов мониторинга и управления. Примеры включают в себя специализированные курсы на Coursera или FAO e-learning Academy, Edumarket, Agrobook, проекта «Я в Агро» на платформе «Своё» от АО «Россельхозбанк», которые обучают применению технологий для повышения урожайности и устойчивого развития, роста продуктивности и прозводительности труда в сельском хозяйстве. Платформы по управлению и бизнесу в АПК ориентированы на обучение управленческим навыкам и бизнес-процессам, необходимым для эффективного функционирования агропредприятий. Программы обучения на таких платформах включают в себя курсы по агромаркетингу, логистике, управлению персоналом и финансовому планированию. Пример: корпоративные платформы, разрабатываемые для крупных агропромышленных холдингов.

Таким образом, классификация цифровых образовательных платформ демонстрирует их разнообразие и гибкость, что позволяет агропредприятиям, учебным заведениям и специалистам выбирать наиболее подходящие решения для обучения. Актуальный список анализируемых платформ различается по форме организации обучения, типам контента, способам взаимодействия и направлению подготовки. Такой широкий выбор платформ позволяет адаптировать образовательные программы под конкретные потребности сельскохозяйственной отрасли, обеспечивая развитие компетенций, необходимых для успешной работы в условиях цифровой экономики [1, С. 166]. Интеграция цифровых технологий, таких как антропопрактики, в подготовку кадров аграрного сектора обеспечивает качество образования и конкурентоспособность специалистов. Необходим дальнейший научно-методический поиск для оптимизации использования электронных ресурсов в специальных учебных дисциплинах.

Список использованной литературы

1. Баймаков А. А., Иваньо Я. М., Федурина Н. И. Электронно-информационная образовательная среда и прогнозирование деятельности университета // Цифровые технологии и математическое моделирование в науке, образовании и производстве: материалы Всероссийской научно-практической конференции для преподавателей и научных сотрудников. Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского, 2024. С. 165-173.

2. Громова Н. С., Лылов А. С., Сорока К. И. Экономика образования: эффективность новых образовательных трендов при подготовке специалистов в аграрном секторе // Агропродовольственная политика России. 2024. № 5 (112). С. 10-17.

3. Давыдова Г. И. Рефлексивный диалог в развитии индивидуальности: антропопрактика в вузе // Образование в новых регионах Российской Федерации: реалии и перспективы: материалы II Международной научно-практической конференции. Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2025. С. 71-80.

4. Митрофанова И. В., Шкарупа Е. А. Демографический вектор устойчивого развития сельских территорий (на примере Волгоградской области) // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2025. Т. 15. № 1-1. С. 308-324.

5. Стенищева Е. А., Царапкина Ю. М. Исследование потенциала платформ для создания и реализации образовательных веб-квестов // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 108-1. С. 179-183.

6. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента РФ от 28.02.2024 № 145. http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358?ref=supernova.is

7. Черняева А. В. Психологические аспекты применения онлайн-инструментов цифровой коммуникации в практике дистанционного обучения // Психолого-педагогические модели и технологии развития личности в цифровой среде: сборник научных трудов. Москва: Московский институт психоанализа, 2020. С. 248-253.

8. Черняева А. В. Анализ потенциала онлайн-инструментов в цифровой среде дистанционного обучения // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2021. Т. 5. С. 94-99.

9. Черняева А. В., Шахнубарян А. К., Идолбаева Д. М. Управление процессом профессиональной подготовки и контроль ценностного ориентирования в коммуникативно-личностном развитии студентов // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2024. Т. 13. № 7-1. С. 133-140.

10. Черняева А. В., Черняев М. А. Анализ ключевых аспектов научного обоснования стратегии цифрового развития агропромышленного комплекса и сельских территорий Волгоградской области // Известия НВ АУК. 2025. № 2 (80). С. 166-178.

УДК 378.02+502

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ

Денисова О. А., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучены вопросы экологического воспитания в условиях цифрового развития. Определены понятия «экологическое воспитание». Рассмотрены несколько задач определения экологического воспитания обучающихся.

Ключевые слова: *экологическое воспитание, VR – технологии, цифровое развитие, цифровизация образования.*

Технологии цифровизации входя в воспитательный процесс, трансформируют воспитательно-образовательное пространство высшей школы, делая его более гибким, мобильным, а также интерактивным на всех этапах образовательного процесса и для всех его участников. При этом, меняются условия и формы методов воспитания они становятся доступнее, масштабнее и с удовольствием воспринимаются обучающимися. Это связано с тем, что настоящее поколение практически рождается с навыками пользования различными гаджетами, простейшими программами. Взрослый не всегда удовлетворяет потребности, по части знаний, у подрастающего поколения им проще задать вопрос в любую поисковую систему и мгновенно получить ответ. Поэтому авторитет взрослого снижается, что автоматически пагубно влияет на культуру и воспитание растущего человека. В свою очередь воспользовавшись методами воспитания в форме цифровизации можно нивелировать негативные факторы обучающегося. Для начала определим основные традиционные методы воспитания.

Традиционно, методы воспитания несут в себе основную ценность сохранить и передать будущим поколениям, суммы ценностей на которых базируется общество. Таким образом, общество в целом формирует социальный и образовательный заказ, в соответствии с которым растущий человек должен быть подготовлен к жизни.

Анализируя ФГОС высшего образования и наборы общекультурных компетенций, заданные стандартами выпускников отражающий в том числе воспитательный аспект, актуальные методы воспитания должны отображать инновационный и гуманистический аспекты воспитания, нацеливая ВУЗ на формирование у студента самостоятельной и индивидуальной ответственности в его будущей профессиональной деятельности.

В связи с этим возникает вопрос: какой должна быть воспитательная работа чтобы привить навык экологического воспитания, какие методы и формы применять в условиях активной цифровизации образования? Технологичной, как учебный процесс, или наоборот больше направленная на взаимодействие, приобщение к труду и прочее? Рассмотрим понятия «воспитание» и «воспитательная работа», определим главные их особенности и задачи в современном образовательном пространстве.

В педагогике существует множество определений понятия «воспитание». Так, М. И. Рожков и Л. В. Байбородова рассматривают воспитание как педагогический компонент социализации, который предполагает целенаправленные действия по созданию условий для развития человека [5].

И. П. Подласый в одном из своих педагогических учебников определяет воспитание в качестве специально организованного, управляемого и контролируемого воздействия воспитателей на воспитанников, конечной своей целью имеющее формирование личности, нужной и полезной обществу [4].

Для того, чтобы выполнить требования ФГОС в современной системе образования есть и направление для развития экологических знаний и навыков обучающихся, подразумевающий бережные методы воспитания подрастающего поколения отношение к обществу и окружающей среде, это экологическое воспитание.

Многим известны проблемы, связанные с экологической обстановкой в мире и задача каждого максимально предотвратить загрязнение окружающей среды. Существует несколько задач в педагогике связанные с экологическим воспитанием:

- формирование системы знаний и умений об окружающей среде, ее проблемах и актуальных методов их разрешения;
- формирование потребностей и привычек правильного экологического поведения;
- формирование самостоятельного анализа для того чтобы оценить и улучшить состояние окружающей среды.

Формируя данные задачи у обучающихся мы тем самым развиваем критическое мышление, воспитываем патриотические чувства, любовь к природе т.е. закладываем положительный фундамент экологического отношения и взаимодействия друг с другом [7, 8].

На сегодняшний день воспитательный процесс технологически построен и перечисленные направления дают возможность развивать внутреннюю культуру молодого человека, поднимать духовно-нравственное значение, а также получать навык и благополучно воздействовать с внешним миром. Обучающемуся в период обучения будет ставиться множество задач, для решения которых ему, молодому человеку с неокрепшей психикой, придётся искать пути решения и становиться перед сложным выбором, возможно это и будет выбор между «добром» и «злом». Так на определённых этапах жизни знании и навыки об окружающей среде помогут принять правильное решение, оно будет экологичным с точки зрения культуры общества.

В настоящее время использование цифровых технологий в обучении способствует повышению интереса у молодого поколения, такие формы как презентация, геймификация, VR – технологии стремительно заменяют традиционные методы.

Хочется остановиться на VR – технологиях с помощью которых можно создавать интерактивные обучающие программы, поддерживающие интерес и внимание обучающихся к окружающей среде. С помощью VR – технологий можно создать виртуальную экосистему. Виртуальные экосистемы могут быть использованы для отслеживания изменений климата, выявления угроз биоразнообразию и оценки воздействия человеческой деятельности на природу. Такие исследования могут помочь в разработке более эффективных стратегий охраны природы и предотвращении негативного воздействия.

Благодаря VR можно также сократить необходимость физического присутствия людей на природных территориях. Съемка виртуальных экспедиций или создание виртуальных обзоров позволяет людям посмотреть на уникальные места без нанесения ущерба окружающей среде. К примеру, виртуальные походы в заповедники или обзоры редких растений и животных могут помочь популяризировать и сохранить эти территории.

Были проведены исследования эффективности использования данных технологий у обучающихся методом анкетирования. Данная анкета была проведена среди студентов ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ в 3 группах первого курса. Обучающимся были заданы 5 вопросов.

1. Нравится ли Вам занятия с использованием цифровых технологий?
2. Помогают ли Вам интерактивные технологии лучше усваивать материал?
3. Умеете ли Вы создавать презентацию?
4. Знаете ли Вы правила безопасного поведения в сети интернет?
5. Знакомы ли Вам VR – технологии?

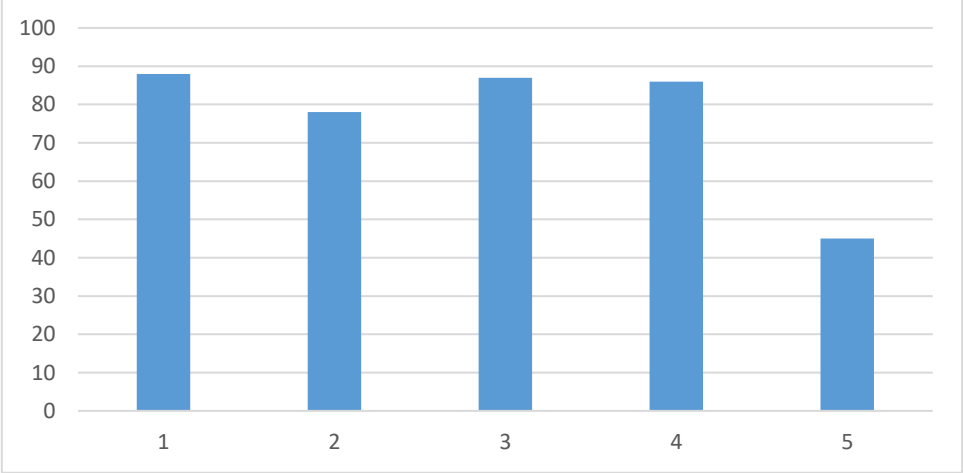

Рисунок 1 – Результаты анкетирования

По результатам анкетирования можно сделать вывод, что на первые четыре вопроса обучающие дали почти 90 % положительных ответов, а на пятый вопрос о знакомстве с VR – технологиями около 50 % опрошенных.

Следовательно, организуя процесс обучения и воспитания, желательно использовать цифровые технологии, а также необходимо учитывать, в первую очередь, безопасные условия использования онлайн – пространства. Дать соответствующие рекомендации по защите от пагубной информации, наносящей вред, главным образом, обучающимся, имеющим не зрелую психическую систему, а также отдавать преимущество в сторону правильной и проверенной информации на просторах данного пространства.

Список использованной литературы

1. Власова В. Н. Цифровизация непрерывного образования как фактор повышения эффективности образовательного процесса // Непрерывное образование в России. 2020. С. 72-76.

2. Китов А. Ю., Золотых Н. В., Захаров Е. Н. Методические приёмы при подготовке студентов к овладению рабочими специальностями в условиях цифрового развития АПК // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2025. С. 45-50.

3. Михайлов О. В., Денисова Я. В. Дистанционное обучение в российских университетах: «шаг вперед, два шага назад»? // Высшее образование в России. 2020. № 10. С. 65-76.

4. Подласый И. П. Педагогика: Новый курс: учебник для студентов высших учебных заведений. Москва: ВЛАДОС, 2001. Кн. 2: Процесс воспитания. 256 с.

5. Родина А. Г. Формирование профессиональной компетентности будущего инженера-механика // Приоритетные векторы развития промышленности и сельского хозяйства: материалы VII Международной научно-практической конференции. Макеевка: Донбасская аграрная академия, 2024. С. 44-46.

6. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года: распоряжение Правительства РФ от 29.05.2015 № 996-р. https://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-pravitelstva-rf-ot-29052015-n-996-r/

7. Степанов П. В. Понятие «воспитание» в современных педагогических исследованиях // Сибирский педагогический журнал. 2017. № 2. С. 121-128.

8. Тихонова Л. П. Об актуальности внедрения современных цифровых технологий в образование // Вестник Череповецкого государственного университета. 2019. № 1. С. 203-221.

УДК 378.032

КОММУНИКАЦИОННАЯ МАТРИЦА КУЛЬТУРЫ КАК ФАКТОР ЛИЧНОСТНОГО РАЗВИТИЯ СТУДЕНТА

Золотых Н. В., *канд. пед. наук, доцент*
Бетева А. Н., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена тема коммуникационная матрица в рамках ключевого фактора развития студентов вузов. В современном мире, где глобализация и межкультурное взаимодействие становятся неотъемлемой частью жизни, понимание и освоение различных культурных коммуникационных моделей играет ключевую роль в личностном развитии студента. Коммуникационная матрица культуры представляет собой совокупность норм, ценностей, стилей общения и способов передачи информации, характерных для определённой культурной среды. Она формирует не только способы взаимодействия между людьми, но и влияет на восприятие мира, самоидентификацию и развитие личностных качеств.

Ключевые слова: *коммуникационная матрица, коммуникационная культура, коммуникативная компетентность, личностное развитие, основные методы общения студентов.*

Сейчас жизнь человека во всех его сферах переживает большие изменения. Использование новых технологий влечёт радикальные изменения в коммуникации, поэтому данный вопрос, на сегодняшний момент, является очень актуальным в наше время.

Само существование и пребывание человека транслируется через историю коммуникативной культуры, формируя при этом социальные потребности и тенденции развития. Общего понятия «коммуникативной культуры» не существует. Сама по себе природа культуры гуманна, она объединяет достижения человека в духовной, общественной и производственной жизни.

Коммуникация является основой жизни. Она позволяет передавать и обменивать информацию, доносить послание, транслировать мысли, желания и чувства человека. Форма человеческой деятельности, культуры и цивилизации имеет универсальные и специфические особенности. Она есть основа для совершенствования человека, фундамента «внутреннего Я» в гармонии с миром.

Представим себе студенческую жизнь в формате не только лекций и экзаменов, а целого мира, где день наполнен множеством встреч, диалогов, споров и совместных проектов. Данные взаимодействия формируют собой сложную сеть, которая называется коммуникационной матрицей культуры. Именно эта матрица играет огромную роль в том, каким человеком становиться студент.

Коммуникационная матрица культуры является концепцией, позволяющая понять, как различные культурные элементы вместе взаимодействуют и влияют друг на друга в процессе коммуникации. Учёные выделяют ключевые аспекты, которые формируют матрицу. К ним относится: язык, культурные нормы и традиции, контекст (в котором происходит коммуникация). Помимо этого, важным аспектом коммуникационной матрицы является восприятие времени, а также глобализация и миграция культур. Смешение культур приводит к новым формам общения и взаимодействия. Коммуникационная матрица культуры – это сложная и многогранная структура, требующая особого внимания.

Определение культуры в качестве «новой философской энциклопедии» определяется как система надбиологических программ деятельности, общения и поведения человека, развивающаяся исторически с изменениями социальной жизни во всех основных проявлениях. Программа человеческой жизнедеятельности включает в себя: идеалы, образцы поведения и деятельности, верования, ценностные ориентиры и передаваемые из поколения в поколения.

Коммуникационные матрицы составляют нормы и правила, которые содержатся в регулятивной и технологических подсистемах коммуникативной культуры и которые освоены индивидом.

Термин «коммуникационная культура» имеет большое количество определений, которые можно рассматривать в качестве ключевого компонента профессиональной и общей культуры, личности человека и части современного образования. Тенденция изучения данной терминологии даёт современным технологиям основу для расширения культурно-нравственного и профессионального потенциала, повышения коммуникативной грамотности населения.

Кущенко С. В. определяет коммуникативную культуру личности в качестве ключевого механизма осуществления человеком эффективной коммуникации, состоящего из совокупности знаний о языке, о коммуникативных кодах: мировоззренческих установок, сквозь призму которых один человек воспринимает другого человека; способностей адаптироваться в коммуникативной ситуации, устанавливать и поддерживать коммуникативные связи [5].

Коммуникативную культуру можно рассматривать в качестве интеллектуального развития личности у студентов профессионального образования. В связи с большим темпом развития культуры общения происходит вынужденное освоение универсальной специализации для соответствия социальным ожиданиям общества и достижения профессионального и личностного уровня. В образовании в связи с признанием гуманистических ценностей выделяются приоритетные позиции богатства духовного мира и ценности личности.

Культура общения является важной составляющей частью культуры личности. В связи с изменением ценностей, идеалов, изменением форм взаимодействия происходит поиск новых форм жизненных установок и ориентиров. Лихачёв Д. С. обозначает феномен «культура общения» как способность осмысливать явления жизни, разнообразие форм, эмоционально-эстетическое преобразование в нравственную основу, чёткую организацию.

В общем понимании «коммуникативную компетентность» можно определить в качестве способности личности нормально функционировать в качестве коммуникативного автора, где важна её замкнутость в диапазоне того или иного элемента социума. Уровни коммуникативной компетентности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни коммуникативной компетентности

№	Уровень	Критерии
1	Коммуникативная грамотность	Культура речи, языковая и речевая грамотность, знание о логике и этике общения
2	Коммуникативная образованность	Ясность общения и выражения своих мыслей, внимательно слушать, умение выстраивать конструктивные рабочие отношения, компетентно вести себя в конфликтных ситуациях, вести переговоры, умение анализировать и решать проблемы, адаптироваться к изменениям
3	Коммуникативный профессионализм	Система внутренних ресурсов и регуляторов (успешность зависит от разнообразия освоенных компетенций, интеллектуального уровня и психологических особенностей)

Студенты зачастую не используют полученные, в учебном заведении, профессиональные навыки, в повседневной жизни. Поэтому у обучающихся должно быть чёткое понимание норм и правил общения как в обыденной жизни, так и профессиональной деятельности. В этом и заключается проблема культурного общения студентов.

В толковых словарях современного русского языка национальная коммуникационная культурная матрица русского языка представляет собой – совокупность традиций, установок, паттернов, норм, детерминированных культурно-историческими этапами развития социума, регулирующих процесс коммуникации, определяющих речевое поведение и обеспечивающих диалогичность коммуникативного процесса [6].

Воспринятые и освоенные индивидом нормы и правила, содержащиеся в регулятивной и технологических подсистемах коммуникативной культуры, мы обозначили понятием «коммуникационные матрицы». Пользуясь этим понятием, можно выстроить непротиворечивую модель коммуникативной культуры, которая включает в свой состав несколько обязательных комплексов, которые характеризуют коммуникативную компетентность субъекта коммуникации: как её инициатора, так и адресата [2].

Подробная информация о матрице представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Информация о матрице

№	Карта коммуникаций
1	**Вербальные коды:** Какие слова мы используем? Насколько прямолинейны или косвенны наши высказывания? Какие темы считаются уместными для обсуждения, а какие нет?
2	**Невербальные сигналы:** Язык тела, мимика, жесты, интонация, зрительный контакт – всё это несёт огромный смысл и может сильно отличаться в разных структурах.
3	**Контекст:** Насколько важна ситуация, в которой происходит общение? В некоторых культурах смысл сообщения сильно зависит от контекста (высококонтекстные культуры), в других – информация передаётся более явно и прямо (низкоконтекстные культуры).
4	**Ценности и убеждения:** Наши глубинные представления о мире, о добре и зле, о справедливости – всё это влияет на то, как мы обращаемся.
5	**Социальные нормы и роли:** Как мы общаемся к старшим, к начальству, к незнакомым людям? Какие формы вежливости приняты? Как нормы формирую наши коммуникативные стратегии.

Контекст системы внутренних и внешних факторов поведения и деятельности позволяет человеку получать основание и инструменты для интерпретации элементов восприятия, отражать в сознании и психике специфику ситуаций поступка. Контекст обусловливает формирование в межличностном отношении состояний и реакций человека, выработку стратегий взаимодействия с другими людьми [4].

За последние десятилетия изучено большое количество детерминант поведения. В них раскрывается механизм и фактор поведения в контексте саморегуляции. Это сложный процесс, требующий участия других внутренних регуляторов. Феномен стиля саморегуляции виден через планы и программирование жизненных целей человека, значимые внешние и внутренние условия. Существует несколько видов саморегуляции: эмоциональное (умение управлять эмоциями и способами выражения), поведенческое (умение регулировать поведение и не поддаваться автоматической реакции, обдумывать свои действия и поступки), физиологическое (управление физиологическими процессами). Саморегуляция позволяет человеку управлять своими эмоциями и импульсами, помогает взять паузу между мыслью и действием для принятия правильного решения. Как процесс – саморегуляция тесно связана с понятием волевого контроля, осознанности собственной активности с возможностью корректировки полученного результата. Безусловно такой процесс влияет развитие человека и его личности.

Личностное развитие студентов в процессе обучения проходит несколько этапов; после окончания вуза протекает в рамках профессионального становления. Для каждого курса характерны общие и индивидуальные закономерности трансформаций внутреннего психологического контекста, обладающие пространственно-временными особенностями и определяющие темп перехода с одного этапа на другой. Данное развитие обучающихся начинается с основ профессиональной речевой культуры. В контексте образовательного пространства студенты сталкиваются со сменой социального статуса, усваивают новые социальное роли, обусловленные расширением спектра видов деятельности, погружением в ценностно-смысловое поле профессионального сообщества, развитием профессиональной языковой личности, реструктуризацией смыслов и мотивов, преображением стилей межличностного взаимодействия [1].

Выделяются три этапа личностного развития:

- инициация – вживание в образовательное пространство вуза, освоение социальной роли «познающего»;

- лингво-ментальный этап – осмысление контекстов образовательного пространства, освоение социальной роли «обучающегося»;

- профессионально культурная трансформация – формирование фундамента профессиональной позиции, освоение социальной роли «пользователь» [3].

Совокупность всех способов, которыми студенты общаются друг с другом, с преподавателями, с администрацией вуза представлены на рисунок 1.

Рисунок 1 – Основные методы общения студентов

Матрица постоянно меняется, адаптируется, в ней появляются новые связи и исчезают старые. Происходит постоянное формирование среды под влиянием вузов, культурных особенностей, настроений и интересов.

Существует ряд ключевых аспектов, которые являются активным инструментом формирования личности студента посредством коммуникативной матрицы представленных на рисунке 2.

Рисунок 2 – Ключевые аспекты

Коммуникационная матрица культуры является неким невидимым кодом управляющим нашим общением. Осознавая его, мы можем не только лучше понимать других, но и более эффективно выражать себя, строить крепкие отношения и успешно ориентироваться в многообразном мире. Это не просто академический термин, а практический инструмент для жизни в современном обществе.

Таким образом, проводимые исследования показали важность формирования коммуникационных каналов у студентов, их значительное влияние на восприятие информации, формирование мнений и установление социальных связей, а также успешное освоение образовательных программ, воспитательных стратегий у современного поколения. Всё это позволит подготовить компетентных специалистов, активных и ответственных граждан способных внести вклад в развитие общества.

Список использованной литературы

1. Абакумова И. В., Годунов М. В., Пеньков Д. В., Стратегии смыслообразования: переход от дуальности к триалектике // Российский психологический журнал. 2019. № 16 (1). С. 52-76.

2. Вербицкий А. А., Данилочкина В. В., Теоретико-эмпирическая модель исследования смыслообразующего психологического контекста участников краткосрочных деловых перговоров // Психолого-педагогический поиск. 2021. № 2. С. 208-220.

3. Вершинина Т. С., Жукова Н. В., Семантические характеристики внутреннего психологического контекста как индикатор личностного развития студентов // Интеграция образования. 2025. № 1 (118). С. 68-80.

4. Вербицкий А. А., Контекстное образование в России и США: моногр. СПб.: Несториcтория, 2019. С. 316.

5. Кущенко С. В., Иващенко Я. С., Плавская Е. Л., Основы личностной и коммуникативной культуры: Культура и личность: учебное пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2018. С. 20-62.

6. Полянина О. И., Балева М. В., Шевкова Е. В., Семантическая оценка смысловой динамики учебного пространства ВУЗа в процессе обучения критическому мышлению по модели свободных искусств и наук // Психологическая наука и образование. 2018. № 23 (4). С. 41-51.

УДК 377.035.6

ВОСПИТАНИЕ ПАТРИОТИЗМА ЧЕРЕЗ ИНСТИТУТ НАСТАВНИЧЕСТВА В СИСТЕМЕ СПО

Золотых Н. В., *канд. пед. наук, доцент*
Саксеева А. В., *соискатель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Поднята проблема патриотического воспитания обучающихся колледжа на уроках русского языка и литературы и во внеклассной деятельности. Рассмотрена современная технология патриотического наставничества. Уделено внимание программе наставничества, реализуемой в ГБПОУ «Дубовский педагогический колледж».

Ключевые слова: *наставничество, технологии наставничества, патриотизм, воспитание студентов, патриотическое воспитание.*

Патриотизм, как мы с вами знаем, это ни что другое, как любовь к Родине. Без этого не одна страна существовать не сможет, она просто растворится, как кусочек сахара в чае…

В. Путин

В условиях современности образовательная система сталкивается с задачей не только предоставления качественных профессиональных навыков, но и воспитания активной социальной позиции молодежи. Неотъемлемой частью этого процесса является патриотическое воспитание, крайне важное для формирования активной жизненной позиции. В наше время особенно важно заниматься воспитанием патриотических чувств среди молодого поколения, что обусловлено сочетанием социальных, экономических и политических условий. Стратегия государственной политики России подчеркивает начало формирования гражданских качеств с раннего детства, продолжая эту работу на всех этапах образования.

Наставничество является одним из эффективных методов, который представляет собой передачу знаний, культурных и традиционных ценностей. Важность наставничества подтверждена на государственном уровне, в частности, в Указе Президента РФ от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» указывалось, что Правительству РФ при разработке национального проекта в сфере образования следует исходить из того, что к 2024 году необходимо обеспечить создание условий для развития наставничества.

Многими учеными в области педагогики, социологии и психологии рассматривалась тема патриотического наставничества. Например, А. С. Макаренко, Л. Н. Толстой, К. Д. Ушинский, Л. С. Выготский, А. В. Запорожец, М. М. Бахтин и многие другие изучали вопросы формирования патриотических чувств и гражданской ответственности у молодежи и разрабатывали методы и приемы патриотического воспитания.

Рассматривая эффективность различных форм патриотического наставничества и их влияние на формирование личности молодых людей современные ученые так же продолжают работать в этой области [2].

Наставничество – это процесс передачи полезного опыта, знаний в различных областях жизни, навыки, умения и многое другое. Помимо прикладных задач, наставничество может выступать в качестве морального или ценностного ориентира [4, 5].

Патриотическое наставничество – это процесс передачи знаний и опыта более опытными и зрелыми людьми молодому поколению с целью воспитания патриотических чувств и гражданской ответственности. Это может быть организованный процесс, например, в рамках военно-патриотических клубов, школьных кружков и т.д., или неформальный, когда старшие товарищи и коллеги помогают молодым людям адаптироваться к новой среде и учат правильно ориентироваться в жизни.

Развитие личности, формирование уважения к своей стране и ее культуре, а также культуры других народов – основная задача патриотического наставничества.

Одной из важнейших задач образования в современном обществе является патриотическое наставничество. Важно формировать у них чувство гордости за свою страну, уважение к ее истории, культуре и традициям в условиях глобализации и международной интеграции, когда молодые люди сталкиваются с различными культурами и ценностями.

В образовательных учреждениях патриотическое воспитание направлено на формирование гражданской ответственности, уважение к истории и культуре России. Оно включает в себя историко-патриотическое, социально-патриотическое и культурно-патриотическое направления, каждое из которых способствует развитию качеств необходимых для активного участия в жизни страны и общества.

На практике патриотическое наставничество может реализовываться через различные формы, включая групповое и индивидуальное наставничество, проектную деятельность и взаимодействие с общественными организациями. Такой подход позволяет не только привлекать молодежь к активному участию в социальной жизни, но и создает условия для личностного и коллективного успеха, стимулируя развитие общества.

В этом смысле наставничество представляется очень эффективным, так как позволяет наладить коммуникацию с подростком, основываясь на взаимопонимании, уважении, доверии и передаче личного и профессионального опыта, связанного с патриотизмом.

Для успешной реализации патриотического воспитания педагогу-наставнику необходим ряд ключевых качеств и компетенций. Его роль можно определить через несколько основных функций:

1. **Организаторская:** Наставник выступает главным организатором патриотических мероприятий на уровне колледжа, в сотрудничестве со школами и другими образовательными учреждениями.

2. **Личностно-примерная:** Эффективность наставника напрямую зависит от его искренней и глубокой личной гражданской позиции. Его убежденность и эмоциональная вовлеченность являются главным условием для того, чтобы вдохновить студентов.

3. **Методическая:** Наставник профессионально подбирает и применяет наиболее действенные педагогические методы и приемы для развития патриотических чувств и знаний.

4. **Воспитательно-формирующая:** Он помогает обучающимся осознать свою социальную значимость, формируя основы патриотизма: гордость за страну, знание ее истории, уважение к законам и государственным символам.

5. **Коммуникативная:** Эффективность воспитания повышается, если наставник выстраивает открытый диалог со студентами. Это подразумевает развитие у них критического мышления и свободы мнения в рамках уважения к общепринятым ценностям. Задача не в навязывании «единственно верной» идеи, а в том, чтобы представить государственную позицию как обоснованную и достойную уважения, сохраняя при этом атмосферу доверительного обсуждения.

Реализация программы наставничества в Дубовском педагогическом колледже привела к созданию единого воспитательного пространства, объединившего студентов и школьников, и повысила качество гражданско-патриотического воспитания, демонстрируя значительные результаты в области патриотического воспитания.

Программа наставничества создаёт доверительные партнёрские отношения между поколениями, способствуя передаче опыта и знаний. Это важный инструмент патриотического воспитания, который формирует уважение к культурным традициям и чувство гордости за Родину. Она предполагает комплекс мер, направленных на развитие взаимоотношений между наставником и подопечным, основанных на доверии, диалоге и партнерстве. Эта программа играет ключевую роль в патриотическом воспитании, поскольку позволяет передавать опыт и знания от одного поколения к другому, воспитывая уважение к родной культуре и гордость за свою страну.

Программа патриотического наставничества при своей реализации имеет стратегическую цель формирования у студентов колледжа компетенций:

- Социально-патриотические мероприятия направлены на развитие добровольческой активности и увеличение положительного участия в жизни страны, региона, города и образовательных организаций.

Участие студентов-волонтёров может выступить примером при реализации акции «Тепло из дома». На площадке клиентской службы Социального фонда России в Дубовском районе – Центр общения старшего поколения – ребята вместе с «серебряными» волонтёрами Центра «Содружество» плели маскировочные сети, которые так необходимы бойцам в зоне проведения СВО. Организаторами акции выступили педагоги-ветераны труда, классные руководители колледжа, а студенты по примеру своих учителей-наставников активно включи-

лись в социально-патриотическую акцию. Подобное групповое наставничество служит образцом активного участия ребят в социальной жизни родной страны.

- Культурно-патриотические мероприятия направлены на развитие стремления студентов к знаниям о культурных традициях России, осознания единства и многообразия этих традиций, а также их ценности для современной культурной жизни и общественно-государственного развития.

Мероприятия, проводимые в стенах колледжа, также способствуют укреплению института семьи и формированию чувства заботы о социально незащищенных людях. В январе 2024 года в Дубовском педагогическом колледже состоялась церемония открытия Года семьи – «Семья – нашей жизни надёжный оплот». Лейтмотивом мероприятия звучали слова о единстве народов России, ценностях крепкой семьи, продолжении рода, передаче традиций наших предков следующим поколениям. Активисты Движения Первых дарили гостям и участникам мероприятия, сделанные своими руками ромашки – символ Дня семьи, любви и верности. Студенты и педагоги колледжа подготовили яркую и насыщенную программу, посвященную семейной тематике. Под обрядовые песни в русских народных костюмах был показан обычай сватовства. Студенты из семей других национальностей показали видеонарезки из семейных архивов с интересными живыми комментариями традиций и обычаев их династий. Гостями мероприятия стали семьи г. Дубовки и Дубовского района. Формат мероприятия позволил выйти за рамки традиционного мероприятия колледжа. Воспитание уважения и любви к родной культуре происходит только при тесном взаимодействии наставника и подопечного, тонкая грань доверия строится на доверии и безусловном авторитете педагога в глазах обучающегося.

- Взаимодействие с наставником может осуществляться в различных ситуациях, включая групповое и индивидуальное наставничество по патриотическому воспитанию, передачу опыта патриотического наставничества между студентами, а также может быть реализовано через комплекс форматов, сочетающих традиционные и инновационные подходы, такие как peer-to-peer, «онлайн-сессии», «дистанционные проекты» для углубленного изучения отечественной истории.

Широко используется традиционное чтение стихов о России в нестандартном формате – трансляция художественного прочтения произведений русских классиков в прямом эфире. В рамках всероссийского Дня Чтения был организован конкурс чтецов. «Живое чтение». Оригинальность и креативность исполнения можно было оценить тут же, с помощью онлайн голосования. Традиционный формат вышел за рамки колледжа – к просмотру и онлайн голосованию под-

ключились городские и районные школы. Такой диалог между педагогом-наставником, генератором идеи, вырос в межпоколенческий формат мероприятия, призванного формировать уважение к истории и культуре России.

- Патриотическое наставничество основано на формировании национальной идентичности, гражданской ответственности и любви к родине через образовательный процесс. Оно имеет ключевое значение для развития патриотов и активных граждан с помощью воспитания патриотических ценностей.

Как же на уроках русского языка и литературы добиться того, чтобы слово «Родина» перестало быть в лучшем случае просто абстрактным понятием, а находило живой отклик в душе?

Очень важный вопрос. Он затрагивает суть воспитания не только грамотности, но и личности. Чтобы слово «Родина» обрело глубину и личный смысл, нужно двигаться от абстрактного к конкретному, от общего к личному, вовлекая интеллект, чувства и опыт обучающегося.

К сожалению, официальные рекомендации, если не сказать прямые указания, направлены преимущественно на военно-патриотическое воспитание. Конечно, необходимо воспитывать в том числе и защитника Отечества, и с этим у учителя литературы, имеющего в своем арсенале огромный пласт военной литературы, – проблем нет.

Любовь к Родине раскрывается не только в способности защищать ее, но и в интересе к ее истории, привязанности к родному месту и уважении к предкам. Этот аспект патриотизма можно обсудить не только на уроках истории, но и при изучении литературных произведений с исторической тематикой, – таких, как «Капитанская дочка». Здесь поднимается важная тема чести, достоинства и верности слову, что связано и с патриотическими чувствами, и с общечеловеческими ценностями. Пушкин через своего героя помогает рассмотреть сложные нравственные вопросы, связанные с выбором между верностью государству и общечеловеческим представлением о чести и порядочности. Пушкин «помог» своему герою «совместить» одно с другим. Но всегда ли такое совмещение возможно? Этот проблемный вопрос может «оживить» изучение программного произведения.

Думается, что такой подход к воспитанию патриотизма более продуктивен, т.к. позволяет превратить избитую и неинтересную **тему – в проблему,** требующую анализа, размышления, наличия собственной активной гражданской позиции.

- Проектная деятельность в образовательных учреждениях и молодежных объединениях позволяет создавать ситуации успеха и способствует личному и коллективному развитию. Она стимулирует развитие общества и способствует развитию методов социокультурного проектирования у студентов.

Осенью 2023 года на базе Дубовского педагогического колледжа в течение месяца обучающиеся 9-11-х классов школы города Дубовки и Дубовского района принимали участие в профессиональных пробах, проводимых в рамках проекта «Билет в будущее». Проект объединил школьников, студентов, родителей, педагогов. Школьникам предлагались на 90-минутных занятиях освоить программы по реализуемым в колледже специальностям. Опытные наставники – преподаватели Дубовского педагогического колледжа – в содружестве с будущими специалистами, студентами колледжа, участниками объединения «Движения Первых», провели «профессиональные пробы».

На классных встречах школьники узнавали о профессиях и личностных качествах, необходимых специалистам, пробовали себя в деле, освоив и выполнив элементы профессиональной деятельности.

Этот яркий пример группового наставничества в форме проектной деятельности, наполненной коллективно-творческими делами, играми, практическими занятиями и дискуссиями, позволяет внедрять институт наставничества студентов в отношении школьников, создаёт единое воспитательное пространство.

Важно отметить, что патриотическое наставничество представляет собой сознательное формирование национальной идентичности, гражданской ответственности и любви к родине через образовательный процесс. Оно является ключевым фактором во многих странах для воспитания активных граждан и патриотов.

Таким образом, патриотическое наставничество имеет большое значение в формировании патриотической и гражданской осознанности студентов и является важной составляющей в развитии образовательных учреждений и молодежных объединений.

Список использованной литературы

1. Есенина Е. Ю., Блинов В. И., Сергеев И. С. Наставничество в образовании: нужен хорошо заточенный инструмент // Профессиональное образование и рынок труда. 2019. № 3. С. 4-18.

2. Журавлева Н. Н., Талышинская И. А. Организация наставничества как необходимое условие управления качеством образования // Вестник педагогических инноваций. 2022. № 2 (66). С. 14-22.

3. Згирский В. Н. Роль педагога в патриотическом воспитании: доклад. https://multiurok.ru

4. Лучшие практики наставничества в образовательных организациях: сборник методических материалов / Ж. М. Яхтанигова, Е. В. Чуприкова, К. С. Лагода, Е. А. Фатнева; под ред. Е. Н. Мясищевой. Белгород: ОГАОУ ДПО «БелИРО», 2021. 124 с.

5. Малахова Т. Е. Роль наставничества в патриотическом воспитании детей среднего школьного возраста // Актуальные исследования. 2024. № 5 (187). С. 5-14.

6. Методические рекомендации по реализации программ наставничества обучающихся. http://rc-it.edu.yar.ru

УДК 378.03

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ С УЧЕТОМ ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТАЦИЙ СОВРЕМЕННОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Идолбаева Д. М., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Проанализированы особенности современной молодежной политики в соответствии с потребностями и ценностями студенческой молодежи. Выявлены основные препятствия и факторы успеха личностных характеристик, обучающихся в разрезе 2015 г. и 2025 г. Предложены пути совершенствования с учетом современных тенденций и вызовов.

Ключевые слова: *молодежная политика, студенты, ценностные ориентации.*

В условиях динамично меняющегося мира и растущей сложности социальных отношений, формирование ценностных ориентаций студенческой молодежи приобретает особую актуальность. Молодежная политика, являясь важным инструментом воздействия на подрастающее поколение, должна гибко реагировать на изменения в системе ценностей студентов, учитывать их потребности и стремления. В связи с этим, вопрос совершенствования молодежной политики на основе глубокого понимания ценностных ориентаций современной студенческой молодежи становится крайне важным.

Теоретический анализ вопроса ценностного ориентирования в условиях изучения молодежной среды позволил проработать значимые ключевые исследования в этой области. Основное внимание было уделено вопросам: происхождения ценностных ориентаций в трудах отечественных ученых Б. Т. Ананьева, И. Л. Баскаковой, Л. И. Божович, Б. С. Круглова, З. В. Кузьминовой, А. Н. Леонтьева, Д. А. Леонтьева, И. О. Мартынюк, В. Б. Ольшанского, Д. Н. Узнадзе, З. И. Файнбурга, В. А. Ядова и зарубежных авторов С. Л. Франкла, К. Юнга, Т. Парсонса др.; природы ценностных ориентаций в юношеском возрасте В. С. Мухиной, М. И. Бобневой, Д. И. Фельдпггейном, Г. Н. Волковым, Н. А. Волковой, Н. И. Непомнящей, И. В. Дубровиной и др.; особенностям ценностных ориентаций в строении личности молодежи К. Д. Мафранской, А. Адыкуловым, Б. С. Кругловым, И. С. Коном, М. И. Бобневой, Т. Г. Сухановой, О. В. Якимович, И. В. Дубровиной, и др.; ключевых содержательных характеристик ценностных ориентаций у молодежи в работах Р. М. Роговой, Ж. К. Султангалиевой, И. П. Крохина, И. Ф. Клименко, Ю. А. Зубова, А. Г. Кузнецова, И. В. Поповой, П. С. Писарского, Н. В. Носковой,

Б. С. Собкина, Т. В. Власовой, Е. Н. Фаустовой, Е. П. Тимошенко, В. И. Чупровой, Е. В. Жижко и др.; анализа лучших практик психолого-педагогического сопровождения построения жизненного ориентирования и молодежной политики студенческой молодежи в исследованиях А. И. Артюхова, А. В. Воронцовой, М. С. Пашоликова, М. А. Райкиной и др.[1-3].

На основании теоретических изысканий авторитетных ученых в области ценностного ориентирования студенческой молодежи нами в авторском коллективе под руководством Черняевой А. В. в более ранних работах было введено их авторское определение, которое звучало следующим образом: «…вариативное, итерационное решение конструктивного взаимодействия всех участников образовательного процесса с целью оптимизации управления процессами совместного коммуникативно – личностного развития и профессиональной подготовки» [6].

Для молодого поколения свойственно испытывать повышенную чувствительность к актуальным в их представлениях событиям. Другими словами, юношеский возраст является максимально сензитивным периодом формирования вопросов выбора жизненных ценностей в зависимости от построения личностных смыслов [7]. Так, авторы выделяют ценностное ориентирование личности в качестве одного из ключевых «системообразующих прогностических параметров наиболее существенных характеристик личности» в процессе профессиональной подготовки [7]. В данном аспекте актуальность установления социально-психологических характеристик в студенческой среде, условно сформированных на более ранних этапах претерпевает необходимость доукомплектования или корректировки ценностного ориентирования студенческой личности для исключения допустимо возможных ситуаций в случае их не нормативной сформированности, отсутствия или деструктивной с акцентом на воспитание традиционных установок, транслируемых в новых условиях современного общества.

Таким образом, перед нами объективно встают две глобальные задачи, во-первых, возникает необходимость определить какие или на какие ценности ориентирована студенческая молодежь, а во-вторых понять каким более эффективным образом конструктивные тенденции укрепить, а деструктивные установки ценностного ориентирования подкорректировать и совершенствовать до позитивных форм отражения в молодежной среде.

Данная статья посвящена описанию качественных характеристик исследования ценностных ориентаций студенческой молодежи и анализу проблем и перспектив совершенствования молодежной политики с учетом полученных данных исследования. Следует отметить, что вопрос молодежной политики с учетом ценностных ориентаций

современной студенческой молодежи является для нас пролонгированным предметом специальных исследований. В связи с чем особое внимание уделено сравнительному исследованию ценностных ориентаций студентов ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ за период 2015-2025 г. в исследовании приняли участие свыше 3500 студентов, который выявил существенные различия, обусловленные как социальными, так и психологическими особенностями личности.

На основе полученных результатов планируется разработка авторской тренинговой программы, направленной на оптимизацию социально-психологических характеристик студенческой молодежи и способствующей формированию ценностных ориентаций в условиях вуза.

За анализируемый период с 2015 по 2025 г. в ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (далее Волгоградский ГАУ) наиболее приоритетными и значимыми для студенческой молодежи остаются семейные ценности. Данный факт подтверждают и другие исследования на базе Волгоградского ГАУ [5].

Экспериментальное исследование социально-психологических характеристик и ценностных ориентаций студенческой молодежи позволило установить, что ценностные ориентации студентов Волгоградского ГАУ в 2015 г. и в 2025 г. имеют значительные отличия. Данное обстоятельство нами трактуется как изменения социальных «планетарных» по словам В. Л. Вернадского (особенности социокультурной среды, связанные с распространением онлайн-сетевых возможностей и большей включенностью в них, образовательными преобразованиями выпускники школ сдающие ЕГЭ и увеличение числа обучающихся после окончания 9-классов и поступающих на базе колледжа, изменениями в воспитательных семейных стратегиях, изменениях в профессиональном выборе большего числа направлений высшей школе в связи с внедрением новых специальностей, критические ситуации связанные с началом СВО и др.) и психологических (претерпевшим изменения отношениям личности к достижениям и ценностям человеческой культуры и моральным установкам и многие др.) характеристик студенческой молодежи [8, 9].

На основании полученных результатов нашего исследования, следует отметить, что ценностные ориентации личности – это образ, возникающий в результате сочетания личностных характеристик человека и его общения с другими людьми, поэтому ценностные ориентации связаны с социально-психологическими характеристиками личности.

Зафиксирована более высокая выраженность установок студенческой молодежи Волгоградского ГАУ в 2025 г. по сравнению с 2015 г. на активную родительскую позицию брачного партнера, где

родительство основная ценность, концентрирующая вокруг себя жизнь семьи согласно полученному результату взаимосвязи родительско-воспитательской шкалы, сопряженной с материально доступным обеспечением жизни.

В 2025 г. выявлена выраженность ролевых притязаний студенческой молодежи, ориентированной на стремление быть семейным «психотерапевтом», проявленная в желании допустимого самостоятельного регулирования отношений, точнее сказать потребность в развитии данного умения, которая находиться в прямой зависимости шкал эмоционально-психотерапевтической и доступности свободы как независимости в поступках и делах.

Для исследования 2025 г. в сравнении с 2015 г. оказались менее выраженными установки студентов на значимость внешнего облика в соответствии со стандартами актуальных модных тенденций несмотря на то, что по шкалам ролевых ожиданий от внешней привлекательности они сочетаются и находятся в прямой зависимости. Нами данный факт объясняется тем, что у студенческой молодежи 2025 г., принимавшей участие в исследовании гендерные распределения так называемого образа «унисекс» отходят на второй план, молодое поколение стало более требовательно и чутко относиться к «мужским» и «женским» образам распределяя их по половой принадлежности в сравнении с представленностью образов молодежью 2015 г. при этом акцент на внешний облик остается достаточно животрепещущей темой для студенческой молодежи, что обусловлено возрастными особенностями.

В свою очередь, в сознании студенческой молодежи Волгоградского ГАУ к 2025 г. в сравнении с 2015 г. наблюдается более выражена мотивационная установка на продуктивную жизнь, общественное призвание, интересную работу, прослеживается ориентация экономических ценностей, связанных со скорейшим обогащением, материальным обеспечением жизни.

Проведенное исследование выявило существенные различия в ценностных ориентациях студентов перечислить, что обусловлено социокультурными и психологическими факторами. В то время как для студентов 2015 г. так и для студентов 2025 г. приоритетными являются семейные ценности, для студентов 2025 г. более выражена мотивационная установка на продуктивную жизнь, общественное признание и материальное благополучие.

Анализ показал, что ценностные ориентации тесно связаны с социально-психологическими характеристиками личности. Так для студентов Волгоградский ГАУ на 2025 г. характерна установка на активную родительскую позицию, стремление быть семейным «психотерапевтов» и значимость внешнего облика.

На основе полученных результатов была разработана и предложена тренинговая программа.

Перспективы дальнейших исследований в данной области связаны с расширением выборки, включением в анализ дополнительных факторов, влияющих на формирование ценностных ориентаций студенческой молодежи, и разработкой практических рекомендаций для совершенствования молодежной политики с учетом региональных особенностей и потребностей современной студенческой молодежи. Важно подчеркнуть, что молодежная политика должна быть гибкой, адаптивной и учитывать многообразие ценностных установок молодого поколения. Внедрение разработанной программы и аналогичных ей может стать важным шагом в формировании гармонично развитий и социально ответственной личности, способной внести вклад в развитие общества.

Список использованной литературы

1. Артюхов А. И. Молодежная политика и воспитательная работа в вузе: современное состояние, ресурсы развития // Национальная система высшего образования: стратегические приоритеты, направления развития: учебное пособие. Москва: Издательство Проспект, 2025. С. 202-228.

2. Пашоликов М. С. Развитие экосистемы воспитательной деятельности и молодёжной политики университета на основе событийного подхода // Педагогика и просвещение. 2024. № 4. С. 26-41.

3. Райкина М. А., Воронцова А. В. Психолого-педагогическое сопровождение построения жизненных стратегий студентами: анализ лучших практик реализации молодежной политики в современных условиях // Science for Education Today. 2024. Т. 14. № 6. С. 84-105.

4. Черняева А. В. Номинирующие предпосылки студенческого возраста в структуре ценностных ориентаций будущих педагогов // Психологическое и профессиональное благополучие специалиста в сфере "человек – человек" (психология, медицина, образование, спорт): сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградская государственная академия физической культуры, 2024. С. 66-70.

5. Черняева А. В., Шагина Ю. В. Ценностные ориентации, номинирующие будущего педагога как объект прогностического описания // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. 2024. № 1 (56). С. 45-53.

6. Черняева А. В., Шахнубарян А. К., Идолбаева Д. М. Управление процессом профессиональной подготовки и контроль ценностного ориентирования в коммуникативно-личностном развитии студентов // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2024. Т. 13. № 7-1. С. 133-140.

7. Черняева А. В., Шахнубарян А. К. Предикторы адаптивности коммуникативно-личностного развития будущего педагога на этапе профессиональной подготовки // Высшее образование сегодня. 2023. № 6. С. 144-149.

8. Яницкий О. Н. Типология критических состояний современного общества // Вестник Института социологии. 2020. Т. 11. № 1. С. 16-31.

9. Yanitsky O. N. Prospects of the Interdisciplinary & Systemic Approaches // Creative Education. 2020. V. 11. No 06. Pp. 913-925.

УДК 378+004

ВОСПИТАТЕЛЬНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Китов А. Ю., *канд. техн. наук, доцент*
Захаров Е. Н., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград. Россия

Аннотация. Рассмотрена трансформация воспитательно-образовательного пространства учебных заведений под влиянием цифровизации общества. Проанализированы новые вызовы, связанные с цифровой средой, и потенциальные возможности для развития личности. На основе анализа научных подходов обоснована необходимость целенаправленного формирования педагогически организованной цифровой среды, направленной не только на передачу знаний, но и на воспитание гармоничной, социально ответственной личности, способной к самосохранению здоровья и критическому восприятию информации. Предложены ключевые компоненты и принципы построения такого пространства.

Ключевые слова: *воспитательно-образовательное пространство, цифровая трансформация, цифровая образовательная среда, здоровьесбережение, информационная культура, конвергентная среда, кибербезопасность.*

Современное общество переживает этап глубокой цифровой трансформации, которая затрагивает все социальные институты, включая систему образования. Учебные заведения, будучи ключевыми агентами социализации, уже не могут ограничиваться традиционными форматами организации обучения и воспитания. Цифровые технологии создали принципиально новую реальность – виртуальное пространство, которое стало неотъемлемой частью жизни молодого поколения. С одной стороны, это пространство несет в себе грандиозный потенциал для прогресса, обеспечения коммуникативного равенства и интерактивности. С другой же стороны, оно порождает ряд серьезных вызовов, связанных с деструктивными информационными воздействиями, рисками для психического и физического здоровья обучающихся [10].

В этом контексте актуальной задачей становится переосмысление и реконструкция воспитательно-образовательного пространства образовательного учреждения. Оно более не может быть ограничено физическими стенами, а должно представлять собой гибридную, конвергентную систему, интегрирующую реальное и виртуальное взаимодействие. Цель настоящей работы заключается в анализе специфики воспитательно-образовательного пространства в условиях цифровизации и выявлении педагогических условия его эффективной организации.

Рассмотрим более подробно теоретические основы воспитательно-образовательного пространства в цифровую эпоху.

Понятие «пространство» в педагогической науке эволюционировало от обозначения конкретного физического места осуществления образовательного процесса до сложной, многокомпонентной системы взаимодействий и отношений. В наше время под «Воспитательно-образовательным пространством» мы понимаем целенаправленно организуемую педагогическую систему, которая объединяет в себе все элементы учебно-воспитательного процесса (субъекты, цели, содержание, методы, средства) для создания среды развития личности [1].

Цифровое развитие общества придает этому понятию новые грани. Цифровая образовательная среда (ЦОС) – это инновационная концепция, направленная на интеграцию цифровых технологий в обучение для создания гибкой и адаптивной среды, учитывающей потребности каждого обучающегося [2]. Однако его воспитательная составляющая часто остается на втором плане. Как отмечают исследователи, воспитательный процесс в цифровом пространстве остается сегодня под управлением преимущественно самих образовательных учреждений, что требует от них радикального обновления содержания, методов, а также средств воспитания.

Однако существуют вызовы и риски цифрового пространства для развития личности. Погружение в цифровое пространство порождает для молодого человека целый ряд новых ожиданий, интересов и форм социальной активности, однако наряду с возможностями, это пространство содержит серьезные угрозы. Специфика коммуникации в интернет-среде рассматривалась М. И. Бочаровым, Ю. Г. Коротенковым, А. В. Мудриком, Т. В. Регером, С. А. Смирновым и др. Однако проблема воспитания в цифровом пространстве в аспекте здоровьесбережения требует особого внимания.

Одним из ключевых рисков являются социально-разрушающие провокации. Под этим термином имеется в виду целенаправленно спланированный процесс деструктивного изменения сознания человека, ведущий к деформации ценностно-смысловой сферы и дестабилизации социализации (алкоголизация, наркотизация, вовлечение в «группы смерти» и пр.) [3]. Различные сайты в сети интернет и социальные сети становятся проводниками таких провокаций, объединяя пользователей в сетевые сообщества, которые затем инициируют деструктивное поведение в реальной жизни.

Но это далеко не единственный риск и негативная характеристика виртуального пространства. К другим негативным характеристикам относятся еще:

Безответственность и ценностный релятивизм – возникает ощущение вседозволенности, девальвируются такие качества, как, например, ответственность и анализ собственных действий.

Риски информационной безопасности – угрозы включают интернет и игровые аддикции, кибербуллинг, различные виды информационных манипуляций.

Проблема цифрового неравенства – неравномерный доступ к технологиям и интернету для учащихся из разных регионов и социальных слоев создает серьезное препятствие для реализации единого образовательного пространства.

Все эти сложности требуют от образовательного учреждения активной позиции, направленной не только на блокирование цифровой среды, а на формирование у обучающихся реальных навыков критического мышления, медиаграмотности и устойчивого противодействия манипуляциям.

Несмотря на все риски и трудности, цифровизация открывает беспрецедентные возможности для модернизации воспитательно-образовтельного процесса, а именно:

1) Доступность и персонализация. Цифровая среда значительно улучшает доступ к информации, позволяя учащимся получать знания в любое время и в любом месте. Онлайн курсы, электронные библиотеки и различные образовательные платформы предоставляют разнообразные ресурсы, способствующие самостоятельному обучению и позволяющие адаптировать процесс к индивидуальным потребностям каждого.

2) Интерактивность и новые формы воздействия. Современные цифровые инструменты (интерактивные доски, приложения для совместной работы, дистанционные платформы) делают образовательный процесс более активным и увлекательным. Они способствуют развитию навыков общения, командного взаимодействия и позволяют выстраивать образовательный процесс в формате диалога.

3) Формирование информационной культуры. Интернет является очень сильным средство развития информационной культуры студентов, что подразумевает не только навык поиска информации, но и также критическую оценку, структурирование и этичное использование информации. Для этого необходимо педагогическое руководство и насыщение цифрового пространства качественным образовательным контентом.

4) Открытость и социализация. Виртуальная среда стирает географические границы, давай возможность устанавливать контакты с другими образовательными учреждениями, социальными институтами и экспертами по всей стране, и даже за ее пределами, что обогащает воспитательный процесс и расширяет кругозор обучающихся [4, 5, 6].

Остановимся более подробно на принципах и компонентах организации эффективного восптитательно-образовательного пространства.

Для нейтрализации рисков и реализации всех возможностей цифровой среды необходима целенаправленная организация виртуальной воспитательной среды учебного заведения. Эффективная модель такой среды должна включать в себя несколько ключевых содержательных компонентов, таких как:

1. Ценностный компонент. Этот компонент направлен на мировоззренческое осмысление социальной и личной значимости самосохранения здоровья, формирования устойчивого стремления к сохранению, а также укреплению собственного здоровья.

2. Когнитивный компонент. Он включает в себя совокупность знаний о причинах и условиях влияния социально-разрушающих провокаций. Основ здорового образа жизни, а также умений адаптировать эти знания к конкретным ситуациям.

3. Деятельностный компонент. Этот компонент способствует формированию адекватной оценки действительности, умению применять полученные знания и навыков распознавания деструктивных провокаций.

4. Поведенческий компонент. Направлен на практическое включение обучающегося в здоровьесберегающую деятельность, формирование социальной ответственности и умения избегать различных рисков цифрового общества.

Для построения подобной «успешной» среды могут служить современные подходы, описанные в научной литературе. А именно такие подходы, как: Синергетический подход; Конструктивизм; Информационно-средовой подход.

Синергетический подход позволяет рассматривать воспитательную систему как сложную, открытую и самоорганизующуюся структуру, способную к эволюции и развитию в условиях неопределенности цифровой среды [10]. Конструктивизм делает же акцент на активном взаимодействии педагога и обучающегося, совместном конструировании знаний и опоры на эмпирический опыт обучающихся, что особенно востребовано в интерактивной цифровой среде. А информационно-средовой подход определяет принципы работы с информацией в воспитательном процессе и позволяет оптимизировать влияние цифровой среды на обучающегося.

В рамках государственной политики Российской Федерации важную роль играет национальный проект «Образование» и федеральный проект «Цифровая образовательная среда», которые нацелены на оснащение учреждений современным оборудованием, развитие цифровых сервисов и создание единой образовательной платформы. Однако успех этой инициативы зависит далеко не только от технологической оснащенности, но и от готовности педагогического сообщества к реализации воспитательного потенциала цифрового пространства.

Исходя из всего вышеизложенного, можно сделать следующее заключение, что цифровое развитие общества напрямую преобразует воспитательно-образовательное пространство образовательного учреждения, превращая его из локальной, замкнутой системы в открытую, конвергентную и динамичную среду. Эта трансформация сопряжена с объективными трудностями и новыми вызовами, однако она же открывает и значительные перспективы для повышения качества образования, его персонализации и доступности. Ключевым условием успешной адаптации к новым реалиям является переход от стихийного взаимодействия с цифровой средой к ее целенаправленному формированию. Образовательное учреждение должно не просто использовать технологии в образовательном процессе, но и создать безопасную виртуальную воспитательную среду, интегрированную с реальной. Эта среда должна быть нацелена на формирование целостной личности, обладающей не только академическими знаниями, но и развитой информационной культурой, устойчивой системой ценностей, способностью к критическому мышлению и ответственному поведению в цифровом мире [7, 8, 9].

Дальнейшее исследование проблемы может быть уже связанно с разработкой непосредственно конкретных методик воспитательной работы в социальных сетях, созданием моделей оценки цифровой грамотности педагогов и обучающихся, а также анализом эффективности различных цифровых инструментов в достижении конкретных воспитательных результатов.

Список использованной литературы

1. Кирилова Г. И. Принципы информационно-средового подхода к модернизации профессионального образования // Журнал Казанского педагогического университета. 2018. № 8. С. 54-60.

2. Нечаев М. П. Определение понятия «воспитывающая среда» и ее влияние на развитие личности // Сборник научных трудов и материалов научно-практических конференций АСОУ. Москва: Издательство Юрайт, 2018. № 3. С. 406-416.

3. Никитченко Н. В. Цифровое образовательное пространство в современной школе // Педагогический журнал. 2023. https://www.teacherjournal.ru/ categories/1/articles/8279

4. Никитченко Н. В. Цифровое образовательное пространство в современной школе // Учительский журнал. 2023. № 4. С. 112-120.

5. Носов А. Г. Диагностика уровня становления здорового образа жизни у обучающихся // Фундаментальные исследования. 2024. № 12. С. 26-48.

6. Поддубная О. Ю. Образовательно-воспитательное пространство Интернета как средство развития информационной культуры студентов: дис. М., 2010. 261 с.

7. Полякова В. А. Педагогическое управление воспитательным пространством в условиях цифровой трансформации // Современные проблемы науки и образования. 2022. № 4. С. 44-56.

8. Сафронова А. Н., Воспитание в цифровом пространстве: самосохранение здоровья // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 6. https://science-education.ru/ru/article/view?id=28368

9. Шагина Ю. В., Кропта О. А., Родина А. Г. Современные тенденции методов обучения в высшей школе // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский ГАУ. С. 429-434.

10. Щуркова Н. Е. Педагогические технологии: учебное пособие для вузов. Москва: Издательство Юрайт, 2021. 232 с.

УДК 811.161.1

РУССКИЙ ЯЗЫК В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Кропта О. А., *канд. филол. наук, доцент*
Родина А. Г., *канд. пед. наук, доцент*
Шагина Ю. В., *канд. пед. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Исследованы особенности функционирования русского языка в условиях цифровой среды. Выявлены новые тенденции и изменения, происходящие под влиянием современных технологий. Рассмотрены проблемы сохранения языковой нормы, влияния сетевого общения на лексику и грамматику, а также перспективы развития русской речи в будущем.

Ключевые слова: *цифровой язык, русский язык, коммуникационные технологии, нормы языка, перспективы развития русского языка.*

Современная цифровая среда создает новые условия для коммуникации, существенно влияющие на функционирование естественного языка. Социальные сети, мессенджеры, онлайн-сервисы становятся основными каналами взаимодействия, формирующими специфический стиль общения. Это требует переосмысления традиционных подходов к изучению и сохранению родного языка.

Особенности цифрового языка.

Цифровой русский язык характеризуется рядом отличительных черт:

1. Краткость и лаконичность.
2. Преобладание коротких сообщений, использование сокращений и аббревиатур.
3. Использование эмодзи и смайлов.
4. Графическое дополнение текста эмоциональной окраской.
5. Интернет-мемы. Распространение устойчивых выражений и изображений, передающих культурные коды.
6. Создание виртуальных диалектов. Возникновение уникальных форматов общения внутри отдельных сообществ.

Эти изменения приводят к расширению коммуникативных возможностей, однако одновременно создают угрозу стандартизированному языку.

Особенности цифрового языка. Цифровой язык представляет собой особую форму современного общения, возникающую в результате широкого распространения Интернета и цифровых технологий. Рассмотрим наиболее значимые особенности цифрового языка:

1. Краткость и лаконичность.

Одним из главных требований цифрового общения является скорость передачи информации. Сообщения часто состоят из короткого набора символов или слов, поскольку объем передаваемых данных ограничен техническими возможностями устройств и платформ. Например, Twitter изначально ограничивал длину поста до 140 знаков, что способствовало развитию стиля письма, ориентированного на максимальную информативность при минимальном объеме текста [1].

2. Использование графических элементов.

Современные средства коммуникации активно используют визуальные элементы для выражения эмоций и состояний. Эмодзи и стикеры стали неотъемлемой частью повседневного общения, заменяя традиционные знаки препинания и описания чувств словами. Эта тенденция позволяет пользователям быстро передавать эмоциональную окраску своего сообщения, делая общение более живым и выразительным.

3. Формирование виртуальных диалектов.

Онлайн-платформы способствуют возникновению локальных сообществ, объединенных общими интересами и стилем общения.

Внутри таких групп формируются уникальные формы выражения мыслей, включающие собственные сокращения, жаргонные слова и даже грамматические конструкции. Этот процесс ведет к появлению своеобразных виртуальных диалектов, отражающих культурные и социальные различия участников сообщества [2].

4. Изменение синтаксиса и пунктуации.

Общение в Интернете нередко игнорирует правила традиционного письменного языка. Грамматические ошибки, отсутствие заглавных букв и неправильная расстановка знаков препинания встречаются повсеместно. Причина этому кроется в стремлении упростить написание сообщений и сократить временные затраты на их создание. Хотя подобные отклонения вызывают беспокойство среди лингвистов, они являются естественной реакцией языка на изменение условий его существования.

5. Развитие межкультурной коммуникации.

Цифровые технологии облегчают взаимодействие между людьми разных стран и народов. Онлайн-переводы помогают преодолевать барьеры, возникающие вследствие различий в языках. Однако этот

процесс сопровождается появлением гибридных конструкций, сочетающих элементы разных языков. Такие явления известны как спанглиш (испанский + английский), рунглиш (русский + английский) и др., что свидетельствует о динамичном характере современного языкового ландшафта [5].

Таким образом, цифровой язык отражает глобальные тенденции, связанные с ускорением темпов жизни, усилением роли визуальной составляющей и изменением культурных практик. Его изучение помогает лучше понимать механизмы адаптации человеческого общения к новым условиям и прогнозировать дальнейшие направления эволюции языка.

Проблемы нормализации. Одной из ключевых проблем является сохранение норм литературного языка в условиях активного проникновения цифровых технологий. Интернет-коммуникация способствует распространению ошибок, несоблюдению орфографических и пунктуационных правил. Для решения этой проблемы необходимы образовательные инициативы, направленные на повышение уровня грамотности пользователей.

Кроме того, важным направлением становится разработка стандартов для электронных коммуникаций, обеспечивающих баланс между свободой самовыражения и соблюдением традиций языка.

Перспективы развития.

Будущее русского языка тесно связано с развитием информационно-коммуникационных технологий. Возможности искусственного интеллекта позволяют автоматизировать многие лингвистические процессы, начиная от перевода и заканчивая созданием текстов. Однако важно учитывать этические аспекты автоматизации, обеспечивая защиту авторских прав и предотвращая злоупотребления технологиями.

Для поддержки русскоязычного пространства необходимо развивать качественные цифровые инструменты, стимулируя активное участие пользователей в создании культурного продукта на родном языке [7, 8].

Русский язык в эпоху цифровизации: ключевые цифры и факты.

Количество пользователей русского сегмента Интернета (рунета).

По данным на начало 2025 года, количество активных пользователей рунета превышает 100 млн человек, что составляет около 80 % населения России. Среди молодых россиян доля пользователей достигает практически 100 %.

Объем поисковых запросов на русском языке.

Ежедневно поисковики обрабатывают порядка 3 млрд запросов на русском языке. Из них примерно 70 % приходится на запросы повседневной тематики («купить», «заказать»), а остальные 30 % связаны с поиском информации образовательного характера или развлекательных материалов.

Доля использования русского языка в социальных сетях

Русскоязычные пользователи занимают лидирующее положение в большинстве крупных социальных сетей:

ВКонтакте: более 90 % постов и комментариев.

Одноклассники: около 95 % активности.

Телеграм: до 60 % каналов и чатов ведется на русском языке.

Популярность образовательных ресурсов.

За последние годы резко возросло число пользователей, предпочитающих получать образование через онлайн-курсы и вебинары. Согласно статистике, ежегодно курсы на русском языке посещают более 20 млн студентов разного возраста.

Темпы роста количества контент-продуктов на русском языке.

Количество публикаций на русском языке растет ежегодно на 5-7 %. Это касается книг, статей, научных работ, художественных произведений и иных видов контента.

Электронные переводы.

Согласно исследованиям, русский язык занимает второе место по количеству переводов после английского. Ежегодно выполняется более 5 млн профессиональных переводов с русского на иностранные языки и обратно.

Примечания.

Приведённые цифры показывают масштабы воздействия цифровизации на русский язык, подчеркивая важность изучения и поддержания высокого качества письменной и устной речи в цифровую эпоху.

В заключение можно сказать, что русский язык в эпоху цифровизации претерпевает значительные трансформации, обусловленные изменениями в способах коммуникации. Эти изменения требуют внимательного изучения и осознания их последствий. Только благодаря осознанному подходу и целенаправленным действиям возможно сохранить богатство и уникальность нашего языка в новом тысячелетии.

Список использованной литературы

1. Александрова О. В. Языковая норма и её кодификация в современном русском языке // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Русская филология. 2010. № 1. С. 6-11.

2. Горошко Е. И. Интернет-лингвистика: становление и перспективы // Вестник Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина. Серия: Филология. 2010. № 61. С. 10-16.

3. Кронгауз М. А. Русский язык на грани нервного срыва. М.: Знак: Языки славянских культур, 2007. 232 с.

4. Кропта О. А. Фразеологические единицы современного русского литературного языка: функциональный и лингвокогнитивный аспекты // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Гуманитарные науки». 2025. № 3. Ч. 3. – С. 170-173.

5. Кропта О. А. Русская орфография: коммуникативный аспект // Власть истории и История власти. 2025. № 1. С. 32-40.

6. Литневская Е. И. Русский язык: краткий теоретический курс для школьников. М.: Московский Лицей, 2000. 192 с.
7. Родина А. Г., Русяева Е. Т. Современные технологии в образовании // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2024. С. 64-68.
8. Шагина Ю. В., Кропта О. А., Родина А. Г. Современные тенденции методов обучения в высшей школе // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. С. 429-434.

УДК 378.032:004.9

ПЕРСПЕКТИВЫ САМОРАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ В ЦИФРОВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Любимова Г. А., *канд. пед. наук, доцент*
Нестеренко Д. И., *канд. пед. наук, доцент*
Грибенченко А. В., *канд. техн. наук, доцент*
Моторин В. А., *д-р техн. наук, профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена перспектива саморазвития личности в цифровом образовательном пространстве, при массовом внедрении цифровых технологий. Выделены основные направления профессиональной деятельности педагогического работника в условиях цифровой образовательной среде вуза и аспекты информационной культуры подготовки современного специалиста, компоненты цифровой грамотности, представлена динамика мотивации.

Ключевые слова: *цифровое образовательное пространство, саморазвитие личности, цифровые технологии обучения.*

Современные тенденции развития общества направлены на раскрытие внутреннего потенциала личности в сфере цифровых технологий. Какие перспективы саморазвития личности преподавателей и обучающихся в цифровой образовательной среде аграрного вуза – это и явилось целью нашего исследования.

Новые реалии современного мира при массовом внедрении цифровых технологий расширяют возможности в образовательной среде вуза. Формирование информационной культуры и процесс саморазвития личности является неотъемлемой частью в цифровой образовательной среде вуза, который охватывает процессы научной деятельности, образования.

Тема нашего исследования актуальна, так как многие исследователи занимаются проблемами в этом направлении, анализируются подходы к определению цифровой грамотности, рассматривают ос-

новные направления профессиональной деятельности педагогических работников и обучающихся в условиях цифровой образовательной среде [7].

Нами были выделены основные направления профессиональной деятельности педагогического работника в условиях цифровой образовательной среде вуза, такие как (рис. 1):

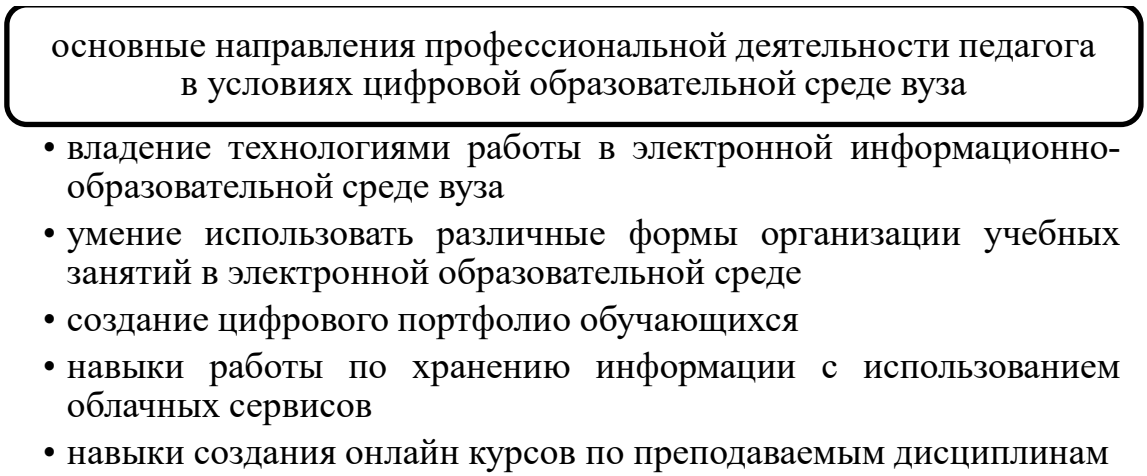

Рисунок 1 – Основные направления профессиональной деятельности педагога в условиях цифровой образовательной среде вуза

При применении цифровых технологий в решении дидактических задач в структуре педагогической деятельности появляется возможность организации процесса познания обучения, совершенствование организации преподавания, построения открытой системы образования обеспечивающая каждому обучающемуся собственную траекторию обучения и самообучения, активизируется познавательная и научно-исследовательская деятельность [2]. Цифровые ресурсы реализации учебного процесса должны постепенно все более полно отвечать целям развития интеллектуально грамотной, социально активной, творческой, самостоятельной личности, подготовленной к полноценной жизни и продуктивной деятельности в современном обществе [3].

У каждого человека от рождения есть неограниченная возможность применить все свои способности, создавая свою личность, творчески развивать себя, раскрывая свои потенциальные возможности, по мнению И. Канта, для творческого саморазвития требуется только “ … свобода … пользоваться своим разумом” [1]. Функции педагога заключаются в том, чтобы помочь обнаружить в себе и развить то, что ему органично присуще. Цифровые технологии позволяют создать среду, насыщенную многообразными образовательными ресурсами. Преподавателю и обучающемуся чтобы быть «подкованным» в цифровом мире, необходимо обладать знаниями о возможностях мобильных устройств и компьютерных технологий, умением выбрать из

огромного массива имеющейся информации наиболее важную и нужную, а также умение обработать эту информацию. В этих условиях обучающимся предстоит самостоятельно решать ряд образовательных задач, а наиболее значимым свойством человека и важнейшей областью общего явления интереса является познавательный интерес, так как любой вид человеческой деятельности включает в себя познавательные принципы, поиск творческих процессов, более эффективно для человека, вдохновленного познавательными интересами [5]. В дальнейшем ему самостоятельно принимать решения, о том правильно или неправильно выстроен его образовательный маршрут, а одним из элементов успешности обучения является формирование индивидуальности действий познавательной деятельности в цифровом образовательном пространстве вуза.

Анализируя ситуацию, складывающую в процессе перехода к цифровому образовательному пространству, позволяет выделить аспекты информационной культуры подготовки современного специалиста в цифровой образовательной среде вуза, такие как:

Аспекты информационной культуры подготовки современного специалиста в цифровой образовательной среде вуза	мировоззренческий, предполагающий осознание влияния информационных технологий на развитие современного общества в систему высшего образования;
	общеобразовательный, направленный на овладение приемами работы на компьютере с использованием современного программного обеспечения и информационных технологий как инструмента учебной и исследовательской деятельности;
	профессиональный, предполагающий эффективное использование информационных технологий в профессиональной деятельности

Цифровизация образования задает персонализированную траекторию, направленную и на самообразование и саморазвитие, самоконтроль возможностью индивидуального выбора информационных ресурсов. Интенсивность процесса саморазвития является непрерывным, может как увеличиваться за счет активной работы над собой и правильно выбранной стратегии, так и уменьшаться. Необязательно, что новый уровень саморазвития будет выше чем предыдущий. Процесс саморазвития личности продолжается на всем жизненном пути [4]. На каждом из временных отрезков, установленных личностью самостоятельно, происходит поочередная работа над саморазвитием и нами были выделены компоненты цифровой грамотности, такие как (рис. 2).

информационная грамотность

- знания о специфике информации и различных ее источниках
- умения определения пользы или вреда информации
- навык поиска и сравнения релевантной информации

компьютерная грамотность

- знания об основных сведениях о компьютере и его функциях
- умения использовать компьютеры в своей профессиональной деятельности
- навык о компьютерной грамотности

медиа грамотность

- знания о медиа контенте и его источниках
- умения установки в отношении достоверной информации сообщаемой через СМИ
- навык поиска новостей и фактчекинга

коммуникативная грамотность

- знания о специфики диалога в цифровой коммуникации
- навык использования современных средств коммуникации
- умения установки в отношении этики и норм общения в цифровой среде

технологические инновации

- знания о современных технологических тенденциях
- умения установки в отношении пользы технологических инноваций
- навык работы с гаджетами и компьютерами

Рисунок 2 – Компоненты цифровой грамотности

Все показатели мотивации обучающихся должны количественно закладываться при проектировании учебного процесса, преподаватель должен заранее планировать уровни мотивации и диагностировать их достижения в ходе обучения. Учитывая специфику обучения в цифровой образовательной среде последовательная актуализация, накопления, развитие мотивов под влиянием учебных ситуаций, позволило выделить обобщенные результаты мотивационной устойчивости.

Полученные данные позволили распределить и выявить 5 типов отношений, обучающихся к обучению в цифровой образовательной среде вуза на основе параметров в экспериментальных и контрольных группах, представлены на рисунке 3.

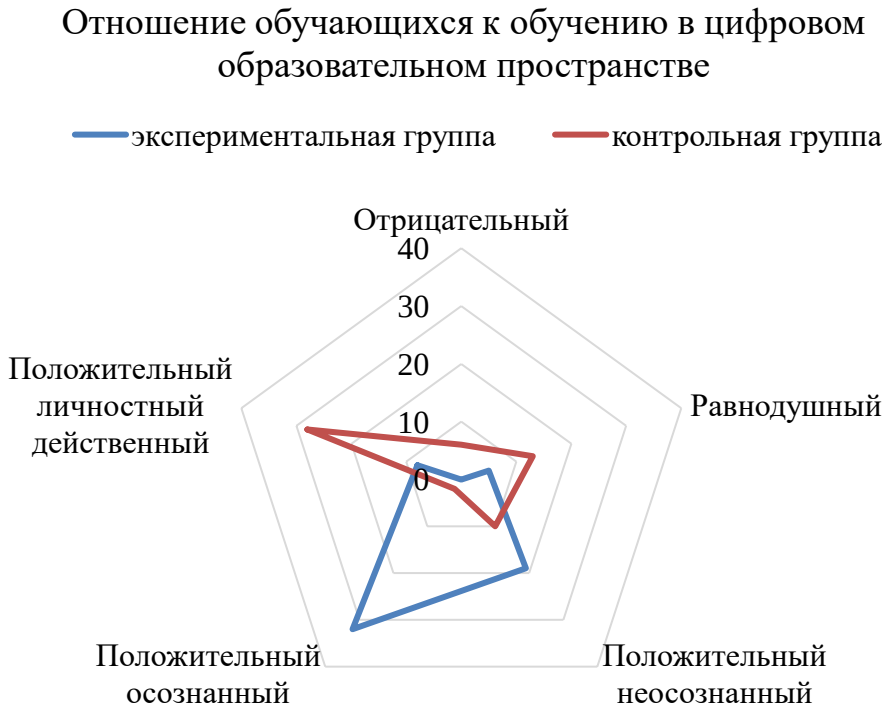

Рисунок 3 – Отношение обучающихся к обучению в цифровом образовательном пространстве

Результаты экспериментальных исследований динамики мотивации к обучению представляем на диаграмме (рис. 4).

Важно сформировать положительные мотивы, которые придадут учебе ценностно-смысловые направления и обеспечат в дальнейшем успешное овладение обучающимися знаниями, умениями и навыками учебно-профессиональной деятельности [6]. При реализации образовательной деятельности для развития мотивации в условиях цифровой образовательной среде и достижения учебной цели, поставленной педагогом обучающимся, важно обеспечить активную обратную связь с ними.

В цифровой образовательной среде обучающиеся вырабатывают индивидуальную траекторию обучения, начинают более грамотно и осознанно подходить к выбору источников информации, а учебная мотивация помогает развивать личностные качества, это проявляется через стремление обучающихся к совместной работе и диалогам.

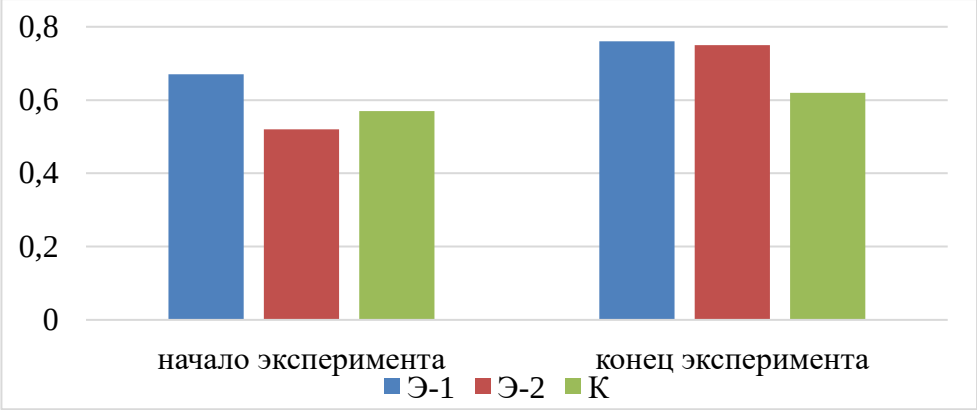

Рисунок 4 – Динамика мотивации

Обучение в цифровой образовательной среде в вузе является перспективным, поскольку в век цифровых технологий особенно важно при подготовке грамотных специалистов для современного сложного производства. Важную роль в организаци и самостоятельной работы обучающихся и играют информационные технологии и мощные программные продукты, позволяющие существенным образом влиять на а процесс проектирования с учетом вероятностного характера окружающей реальности. А от преподавателей, несомненно, использование компьютерных технологий в образовательном процессе требуется высокая подготовка в этой области.

Список использованной литературы

1. Кант И. Сочинения в 6 томах. М.: Наука, 1963. Т. 3. 445 с.

2. Коновалов П. В., Попов А. Ю., Косульников Р. А., Назаров Е. А. Исследование влияния характеристик личности на профессиональные качества специалиста // Научное обоснование стратегии развития в АПК и сельских территорий в XXI веке. Волгоград, 2021. С. 221-226.

3. Любимова Г. А., Нестеренко Д. И. Влияние цифровой образовательной среды на формирование профессиональных компетенций обучающихся аграрного вуза // Научное образование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 56-61.

4. Любимова Г. А., Нестеренко Д. И. Влияние цифровых технологий на формирование инженерного мышления обучающихся // Научное образование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 49-54.

5. Любимова Г. А., Нестеренко Д. И. Развитие познавательного интереса студентов аграрного вуза в условиях опытно-поисковой деятельности: монография. Волгоград, 2014. 120 с.

6. Нестеренко Д. И., Любимова Г. А., Кадина И. В. Цифровые технологии в преподавании технических дисциплин аграрного вуза. // Научное образование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 61-65.

7. Русяева Е. Т., Родина А. Г., Молоканов С. В., Коновалов П. В. Применение цифровых технологий в образовательной среде // Парадигма аграрного образования в условиях цифровой экономики. 2019. С. 185-189.

УДК 378.018.432

СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ВУЗА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Мелихов П. А., *старший преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены проблемы разработки, внедрения и использования систем дистанционного обучения как элемента цифровой образовательной среды вуза. Изучены достоинства и недостатки СДО в контексте их применения для дистанционного обучения в период пандемии коронавируса и после ее окончания. Особое внимание уделено интеграции СДО в учебный процесс как составной части цифровой образовательной среды вуза на примере Волгоградского ГАУ. Сформулированы некоторые концептуальные основы использования СДО, а также ряд научно-методологических рекомендаций по использованию этих средств в учебном процессе.

Ключевые слова: *цифровая образовательная среда вуза, системы дистанционного обучения, дистанционное образование, веб-интерфейс, образовательный интернет-портал, СДО «Прометей», СДО «Moodle».*

Интерес к системам дистанционного обучения (СДО) как составной части цифровых образовательных сред (ЦОС) актуализировался после массового перехода образовательных учреждений на дистанционное обучение в 2019-2020 гг., причиной которого стала пандемия коронавируса и последовавший за ней карантин. На какое-то время преимущества и недостатки дистанционного образования стали чуть ли не главной темой обсуждения не только в преподавательском и экспертном сообществе, но и во всем российском обществе, поскольку в стране практически не осталось семей, которые бы не затронул этот вопрос. Особенно оживленными и порой непримиримыми стали дискуссии на разнообразных веб-платформах, где оказавшиеся в вынужденном простое преподаватели высшей школы в удаленном режиме делились своими взглядами на проблему. Настоящее исследование явилось следствием участия автора в подобных дискуссиях, а также плодом анализа некоторых аспектов практического использования системы дистанционного обучения в Волгоградском ГАУ.

В ходе многочисленных интернет-дискуссий на вебинарах, круглых столах, разнообразных тренингах с коллегами буквально со всей страны от Камчатки и до Калининграда стало очевидным, что проблема разработки, внедрения и использования СДО в образовательных учреждениях высшего образования уже давно вышла за рамки пандемии коронавируса, превратившись в совершенно самостоя-

тельный дискурс педагогического, информационного и технологического характера, нуждающегося в системном анализе и выработке научно-методологических рекомендаций по использованию ЦОС в учебном процессе [1].

Выводы, к которым можно прийти уже при поверхностном изучении сути вопроса таковы:

1. В Российской Федерации существует и эксплуатируется довольно большое число СДО, и некоторые из них достаточно неплохого качества.

2. СДО как веб-платформа нуждаются в дальнейшей разработке и совершенствовании на базе отечественных цифровых решений насколько это возможно. Переход в Волгоградском ГАУ на импортное программное обеспечение, взамен отечественному в этот контекст не вписывается.

3. Внедрение цифровых образовательных сред в вузах сопряжено с рядом сложностей, среди которых проблема эксплуатации СДО только одна из многих.

4. Системы дистанционного обучения как элемент ЦОС обладают как достоинствами, так и недостатками, которые могут быть проанализированы при помощи краткого SWOT-анализа [2].

В современной научной и экспертной среде SWOT-анализ преимуществ и недостатков систем дистанционного обучения осуществляется применительно не к какой-то конкретной из них, а в их концептуальном аспекте. К несомненным достоинствам СДО можно отнести:

1. Возможность удаленного проведения занятий. Не всегда (и не для всех) удаленные занятия наиболее оптимальны, однако есть целый ряд жизненных ситуаций, обстоятельств и резонов, когда обучающиеся предпочитают именно удаленный характер обучения. Например, получение второго образования, невозможность посещения занятий по причине занятости на работе или состояния здоровья.

2. Публичный характер. Проведение занятий в удаленной форме снижают негативное влияние «человеческого фактора» в коммуникации между студентом и преподавателем, поскольку такой вид обучения практически всегда оставляет электронный след и, следовательно, не дает возможности субъективных трактовок со стороны преподавателя или претензий со стороны студента. Все можно поднять, отследить и проверить. Например, запись онлайн-лекции, тестовые или творческие задания и т. п.

3. Автоматизация текущей или промежуточной аттестации. В большинстве случаев СДО позволяют осуществлять проверку выполненных заданий и выставление итоговых оценок в автоматическом режиме без участия преподавателя, что также сводит к минимум человеческий фактор и порождает значительно меньше претензий со стороны студентов к объективности выставленной оценки.

4. Кардинальное увеличение пропускной способности при проведении фронтальных опросов, тестировании и выполнении типовых заданий студентами. СДО эффективны не только при удаленном проведении занятий (заочной форме обучения), но с успехом могут использоваться и при очной форме.

5. СДО стимулирует профессорско-преподавательский состав (ППС) к масштабному обновлению используемых методических материалов, пособий, учебников и т. п. Да и в целом, повышает общий уровень цифровых компетенций у членов профессорского-преподавательского состава. Нет смысла скрывать, что в целом общий уровень таких компетенций у ППС (особенно, старшего возраста) на довольно низком уровне.

Недостатки систем дистанционного обучения:

1. Возможности использования СДО даже с самым развитым и продвинутым интерфейсом довольно ограничены. СДО не способны заменить контактных занятий при проведении лабораторных работ, практик (например, при подготовке медицинских или ветеринарных специалистов), творческих занятий, требующих невербальных способов коммуникации и т. п. Да и проведение лекций, обращенных к монитору, а не к аудитории – также весьма специфическая деятельность [3].

2. Отсутствие возможности полного контроля самостоятельности выполнения заданий. Проконтролировать что там делает студент по ту сторону экрана монитора нет никакой возможности. Даже при включенных звуковом и видеосигналах, у студента есть масса несложных способов воспользоваться разнообразными «помощами» при выполнении задания.

3. Зависимость от наличия средств цифровой коммуникации. Не секрет, что в России (да и не только в России) покрытие высокоскоростными сетями связи далеко не сплошное. Для аграрного вуза проблема может стать нерешаемой, поскольку на некоторых направлениях подготовки обучаются в большинстве сельские жители. Если в населенном пункте отсутствует высокоскоростная связь или проводной интернет (а это весьма частое явление), то и дистанционное обучение на этом заканчивается.

4. Несовершенство самих СДО. В качестве примера можно привести СДО «Прометей», от которого наш не так давно отказался в пользу австралийского Moodle. Но и эта система далека от идеала и неизвестно как себя покажет при использовании в качестве СДО. Хотя стоит признать, что системы дистанционного обучения непрерывно совершенствуются.

5. Ресурсоемкость. Безусловно, внедрение СДО требует огромных (в масштабах страны) ресурсов. Прежде всего речь идет о кадровых ресурсах, поскольку внедрение ЦОС и СДО требует огромного

количества человеко-часов для обслуживания и сопровождения ЦОС. Далеко не все вузы нашей страны такими ресурсами располагают. Да и материально-технические ресурсы также имеют значение, хотя наличие достаточно числа компьютеров с высокоскоростным Интернет это уже необходимое условие деятельности высших образовательных учреждений в РФ [4, 5].

Теперь, что касается сложностей, связанных с внедрением цифровых образовательных сред в вузе. Проблема очевидно распадается на две составляющие: материально-техническую и кадровую.

Если говорить о материально-технических проблемах, то здесь все достаточно тривиально: если есть деньги, то проблемы никакой нет. Впрочем, реалии таковы, что сложности могут появиться даже и при наличии нужной техники. Например, вследствие геополитических причин (отключение РФ от финансовых и информационных сетей) или хакерских атак. Но в том-то и проблема, что у вуза практически всегда недостаток средств. Выделяемых из бюджета денег постоянно на что-то не хватает. Отсюда и хронические перебои с работоспособностью ЦОС.

Что касается кадровой проблемы, то здесь все гораздо сложнее. Не секрет, что профессия программиста на рынке труда является исключительно востребованной. Предложение катастрофически отстает от спроса, причем с тенденцией к дальнейшему разрыву между спросом и предложением. Причина в том, что для подготовки качественного персонала в области программирования и даже просто системного администрирования требуется намного больше времени, чем для появления все новых и новых сфер применения профессиональных компетенций IT-специалиста. Отсюда и дефицит кадров. Более того, даже если удается найти айтишника, согласного работать в вузе, его необходимо заинтересовать высоким уровнем оплаты труда, поскольку в этой сфере зарплаты значительно выше средних значений по промышленности (не говоря уже о госучреждениях). Откуда брать эти средства вузу – вопрос открытый. Насколько можно судить, каждый вуз находит свой выход из этой ситуации. В ВолГАУ, например, эту проблему решают, принимая на должности программистов и системных администраторов студентов-старшекурсников и магистрантов по направлению подготовки «Прикладная информатика».

Но кадровая проблема с IT-специалистами далеко не самая большая сложность, возникающая в процессе внедрения ЦОС в вузе. В целом, найти (или подготовить) специалистов в области создания и сопровождения цифровых образовательных сред хоть и непросто, но вполне выполнимо. Гораздо более сложной задачей является внедрение этих систем в реальную повседневную жизнедеятельность вуза. И главным препятствием на этом пути являются не материально-

техническая неукомплектованность или отсутствие IT-специалистов, а преодоление косности мышления подавляющего большинства ППС и вспомогательного персонала. Взрослые, заслуженные люди, многие из которых имеют научные звания и высокие должности просто не считают необходимым заниматься такими «мелочами» как повышение уровня своих цифровых компетенций. А некоторые уже в силу возраста сделать этого не могут, даже при большом желании. По мнению основателя кампании «Айлант» Г. И. Вершинина, которое он неоднократно высказывал на круглых столах в ходе проведения дней 1С-карьеры (в том числе и в стенах нашего вуза), проблема подготовки квалифицированного пользователя цифровых сред стоит в нашей стране значительно более остро, чем проблема подготовки программистов или системных администраторов [6].

Наиболее активно онлайн-дискуссии по вопросам СДО и ЦОС проводились на образовательной интернет-платформе Юрайт. В ходе обсуждения стало понятно, что преподаватели, столкнувшись с необходимостью освоения СДО, выявили для себя очень много проблем как субъективного, так и объективного характера. Однако очень немногие смогли проанализировав суть проблемы выявить ее главную причину. А главная причина, как представляется, заключается в следующем: дело в том, что образование (по крайней мере в государственном вузе), будучи элементом государственной системы, выстроенной по определенным правилам и с задействованием значительных ресурсов не может быть перепоручена частным лицам, которыми являются преподаватели. Однако, в период пандемии именно это и произошло. Во всяком случае в том, что касается организации учебного процесса. Преподавателям было предложено самостоятельно налаживать дистанционный учебный процесс по своему разумению. Вузы ограничились в лучшем случае изданием приказов о переводе на дистанционное обучение, содержащих общие фразы о средствах и методах проведения таких занятий. Ни материально-технических, ни кадровых, ни методических ресурсов для этой цели предоставлено не было.

Как показали дальнейшие события, выключение государственной машины организации учебного процесса привело к катастрофическому падению уровня знаний выпускников. По объективным замерам, проводившимся целым рядом социологических служб, реальное падение качества знаний выпускников 2019 и 2020 годов составило до 30 %. И это вполне объяснимо, поскольку частное лицо (преподаватель) не может заменить собою государственную систему получения образования [7].

Итак, какие же выводы надлежит сделать из всего вышесказанного?

Во-первых, цифровые образовательные среды в России – это реальность, с которой необходимо считаться, и в дальнейшем их роль в образовательном процессе будет только возрастать.

Во-вторых, в вузах необходимо создавать благоприятные условия для внедрения ЦОС и СДО, в том числе и путем проведения обучающих семинаров, школ, вебинаров и т. п. для повышения уровня цифровых компетенций как ППС, так и (что важно) студентов.

В-третьих, необходимо основной удельный вес работы в СДО сосредоточить в вузе на базе его МТО, а не полагаться на материально-технические ресурсы, имеющиеся в распоряжении преподавателей. Для этого должны быть созданы соответствующие условия: оборудованы классы для проведения ДЗ, налажены системы коммуникации, установлено соответствующее ПО с его обслуживанием и сопровождением IT-специалистами.

В-четвертых, положительный опыт внедрения СДО в других вузах следует изучать, творчески перерабатывать и по возможности перенимать.

В-пятых, внедрение СДО, ни в каком случае не должно вступать в противоречие с концептуальными преимуществами российской системы образования, к числу которых относится и передача знаний при помощи непосредственной коммуникации преподавателя со студентом. В этом смысле системы дистанционного обучения должны рассматриваться как не как самоцель, а как средство достижения цели – подготовки качественных высокообразованных специалистов для народного хозяйства страны.

Список использованной литературы

1. Шевелев Н. А., Кузнецова Т. А. Организация образовательной среды вуза на основе системы дистанционного обучения // Высшее образование в России. 2011. № 7. С. 88-91.

2. Белозеров О. И., Сметюх О. Н. Выполнение SWOT-анализа системы дистанционного обучения студентов вузов // Научные исследования. 2018. № 3 (22).

3. Александров Д. Н., Степкина Е. К. Опыт дистанционного обучения в медицинском вузе // Инновационная наука. 2020. № 7. С. 57-59.

4. Анализ цифрового следа обучающихся для мониторинга групповых проектов в системе дистанционного обучения в вузе / Л. В. Курзаева, Л. И. Савва, Е. К. Назарова, Р. Корнев // Мир науки. Педагогика и психология. 2021. № 5.

5. Долгих Е. А., Першина Т. А. Анализ возможностей использования цифрового следа в системе высшего образования // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 76-2. С. 10-16.

6. Книжин В. В., Наумов И. А. Цифровизация образования: отдельные вопросы проведения групповых проектов // Бизнес-образование в экономике знаний. 2020. № 3. С. 71-75.

7. Юрайт образовательная платформа: обучающий вебинар для администраторов учебных заведений. https://urait.ru/events/2388?ref_from=76272

УДК 378.147

ФОРМИРОВАНИЕ НАУЧНО-ПОИСКОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ АПК

Нестеренко Д. И., *канд. пед. наук, доцент*
Любимова Г. А., *канд. пед. наук, доцент*
Кадина И. В., *канд. пед. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена проблема формирования научно-поисковой деятельности студентов аграрного вуза, ее влияние на качество профессиональной подготовки будущих специалистов АПК. Использование цифровых технологий способствует развитию мотивации студентов, что в свою очередь, оказывает положительное влияние на формирование компетенций.

Ключевые слова: *научно-поисковая деятельность, цифровые технологии, мотивация студентов, саморазвитие студентов, качество образования.*

В настоящее время в стране уделяется особое внимание развитию агропромышленного комплекса. Аграрный вуз ставит перед собой цель – воспитание и подготовка будущих высокообразованных специалистов аграрных производств. Для этого студентам необходимо не только освоить дисциплины по учебным программам высшего образования, но и сформировать устойчивую мотивацию для постоянного саморазвития.

Стремление к личностному росту, совершенствование профессиональных компетенций, применение научных достижений – все это позволит успешно решать задачи, стоящие перед современным аграрным производством.

Для того, чтобы быть востребованным на рынке труда будущий специалист должен иметь не только хорошее образование по своей профессии, но и обладать качествами исследователя. Формирование научно-поисковой деятельности способствует осознанию необходимости непрерывного саморазвития и самосовершенствования.

Учебный процесс высшего образования способствует развитию научно-поисковой деятельности двух видов: учебная научно-исследовательская деятельность, определенная учебным планом вуза и научная деятельность, предусмотренная сверх этих требований.

Выполнение курсовых и расчетно-графических работ на первых курсах обучения требует от студента минимальных исследовательских навыков и умений. Задача преподавателя – сформировать устойчивый интерес студента к научным исследованиям и развить у него способности к научно-поисковой деятельности [1, 2, 3].

В связи с этим в нашем аграрном вузе организована большая научно-исследовательская работа для студентов: участие в тематических «круглых столах», научно-практических конференциях, форумах, конкурсах, научных «кружках» и т.п. Участие студентов в научной деятельности вуза способствует развитию у него умений и навыков критического мышления, способствует формированию положительной мотивации, развивает исследовательские способности.

Для работодателя в системе агропромышленного комплекса важно, что будущий специалист способен:

- получать и обрабатывать полученную информацию научными методами, с применением новейших цифровых технологий;
- выполнять расчеты, связанные с решением профессиональных задач;
- решать управленческие, проектировочные и экономические задачи аграрного производства.

Для того, чтобы студен овладел умениями и навыками научно-исследовательской деятельности преподаватель должен постоянно совершенствовать свои профессиональные компетенции, принимать участие в научно-практических и научно-методических конференциях, семинарах, форумах и т.д. Такая научно-исследовательская работа организована для всего профессорско-преподавательского состава нашего вуза.

Преподаватели естественнонаучных дисциплин формируют у студентов логическое мышление, которое является одним из условий для проявления творчества.

Творчество – это процесс создания нового продукта деятельности или новых ее способов, который требует выхода за существующие границы знания. Творческая деятельность осуществляется на основе единства логических (алгоритмических) и эвристических действий [4, 5, 6].

Кроме того, необходимо стимулировать у студентов развитие личностных качеств, присущих творческому человеку: познавательных, креативных, методологических. Они определяют работоспособность, интеллект, инициативность, самоорганизацию и т.п.

У начинающих исследователей – обучающихся, которые приступают к научной работе, возникают вопросы, связанные с методологическими проблемами осуществления научно-исследовательской деятельности.

Научное исследование – это длительный и непрерывный процесс получения новых научных знаний. один из видов познавательной деятельности. Научное исследование может носить прикладной характер, направленный на достижение конкретных частных целей, а может иметь фундаментальный характер, означающий производство новых знаний независимо от перспектив его применения [7, 8].

Итогом научного исследования является новое научное знание. Его важнейшие критерии – объективность, доказательность и системность.

Преподаватель является активным и очень важным участником учебного и научного процесса, в котором студент приобретает необходимые будущему специалисту знания, умения и навыки.

Поддержка студента преподавателем является важнейшей составляющей успеха в формировании их научно-исследовательских способностей. Для того, чтобы преподаватель мог быстро и своевременно проконтролировать учебную и исследовательскую работу студентов, проанализировать их цели, задачи, гипотезы и выводы, ему на помощь приходят цифровые системы.

В современном мире научно-технический прогресс несет в себе огромный поток информации. Умение принимать эту информацию, сортировать ее, выделять необходимую для решения той или иной проблемы возможно с минимальным уровнем затрат времени, если приобрести навыки работы с электронными устройствами.

Организации цифрового пространства вуза позволяет участникам учебного процесса поддерживать оперативную связь в процессе всей учебно-исследовательской или научно-исследовательской деятельности.

Использование цифровых технологий позволяет студентам адаптироваться в современном обществе, в новых видах деятельности, а преподавателям установить постоянную оперативную связь между всеми участниками учебного и научного процесса.

Организация дистанционного обучения, дистанционных консультаций, ведение электронного вида документаций и отчетностей позволяют распределить время для более активного освоения, запланированного учебного и исследовательского материала.

При помощи цифровых технологий профессорско-преподавательский состав вуза организует индивидуальный подход в обучении с каждым студентом:

- быстро и точно оценить уровень базовых знаний по той или иной дисциплине, помогает тестирование, которое проводится с использованием компьютерной техники;

- подобрать задания, которые соответствуют уровню подготовки студента;

- осуществлять контроль за выполнением этого задания;

- внести необходимые коррективы и т.д.

При этом студент становится активным участником учебного процесса, проявляет интерес к изучаемому материалу, стремиться расширить свои знания, принимает участие во внеаудиторных мероприятиях.

Использование цифровых технологий в учебном процессе можно представить в виде схемы (рис. 1).

Рисунок 1 – Возможности применения цифровых технологий в подготовке студентов

Организация интернет-площадки позволяет преподавателям подготовить учебный материал для повышения качества образования в вузе: тесты, лекции, практические и лабораторные работы, вопросы для экзаменов и зачетов, варианты РГР и др.

Цифровые ресурсы оказывают огромную помощь в организации образовательного процесса. Использование цифровых технологий всеми участниками учебного процесса способствует формированию мотивации к саморазвитию, самообразованию, к научно-исследовательской деятельности, что оказывает влияние на уровень качества образования в целом.

На рисунке 2 представлена схема применения информационно-компьютерных технологий в сфере образования.

Проанализировав результаты нескольких лет работы профессорско-преподавательского состава кафедры высшей математики, можно утверждать, что применением информационно-компьютерных технологий в образовательном процессе способствует формированию в сознании обучающихся целостной картины мира.

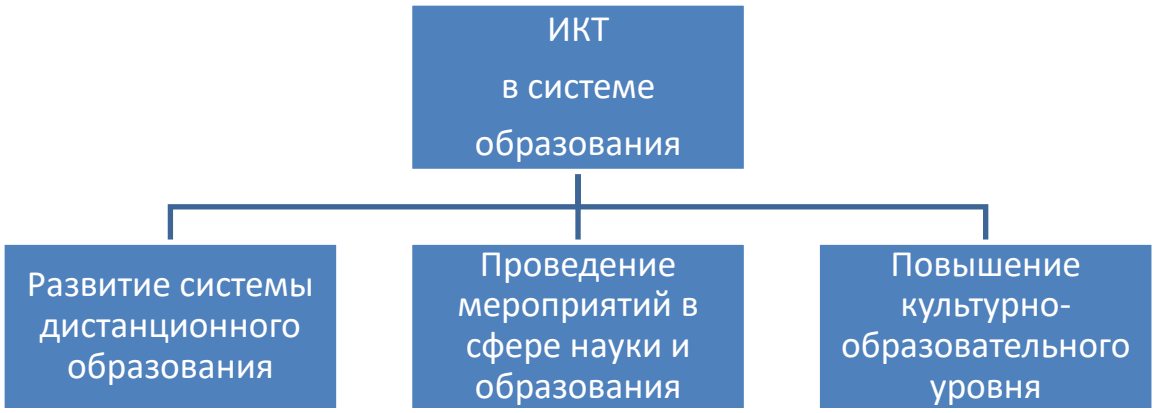

Рисунок 2 – Информационно-компьютерные технологии в системе образования

Приобретаются знания качества системности (формируется системный стиль мышления), усиливается мировоззренческая направленность познавательных интересов обучающихся, и все это положительно влияет на всестороннее развитие личности не только студентов, но и на всех участников образовательного процесса.

Список использованной литературы

1. Золотых Н. В., Нестеренко Д. И., Любимова Г. А. Основные принципы педагогической диагностики в оценке учебных достижений обучающихся // Вестник Учебно-методического объединения по профессионально-педагогическому образованию. 2015. № 2 (49). С. 346-351.

2. Золотых Н. В., Нестеренко Д. И. Методика оценки учебных достижений студентов, способствующая повышению качества профессиональной подготовки // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. 2014. № 12 (118). С. 83-87.

3. Кадина И. В., Нестеренко Д. И. Дидактические проблемы преподавания математики студентам гуманитарного профиля // Оптимизация сельскохозяйственного землепользования и усиления экспортного потенциала АПК РФ на основе конвергентных технологий: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2020. С. 256-261.

4. Клочков Ю. В., Андреев А. С., Черненко У. В. Особенности преподавания курса высшей математики студентам аграрного ВУЗа // Инструменты развития кадрового потенциала АПК: материалы научно-методической конференции с международным участием. Волгоград, 2023. С. 392-396.

5. Использование информационных технологий для повышения качества математического образования студентов электроэнергетического факультета / Д. И. Нестеренко, И. В. Кадина, Ю. М. Перевозкина, Е. А. Комарова // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной Научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 424-428.

6. Нестеренко Д. И. Использования метода проектов при формировании исследовательских способностей студентов // Известия Волгоградского государственного технического университета: сборник статей. 2014. № 15 (142). 84 с.

7. Шубович А. А., Клочков Ю. В. Создание математической модели в научных исследованиях как элемент технологии обучения в вузе // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2014. № 15 (142). 84 с.

8. Food security in the conditions of digital economy: tendencies end perspectives / N. N. Skiter, L. S. Sagatelova, O. A. Donskova, E. A. Komarova, D. I. Nesterenko // Perspectives on the Use of New Information and Communication Technology (ICT) in the Modern Economy. Cham, 2019. Pp. 238-243.

УДК 378.016:811

ИНОЯЗЫЧНОЕ ЦИФРОВОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО: ПОНЯТИЕ, ОСОБЕННОСТИ, МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ

Попова О. В., *старший преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Проведен анализ понятия иноязычного цифрового образовательного пространства (ИЦОП), его отличительным особенностям и моделям формирования в контексте высшего образования. Подтверждена эффективность интеграции цифровых платформ в образовательный процесс, способствующей повышению мотивации и качества обучения.

Ключевые слова: *иноязычное цифровое образовательное пространство, цифровые технологии образования, методики преподавания иностранного языка, эмпирическое исследование, адаптивное обучение.*

В условиях глобализации и цифровой трансформации образования иноязычное цифровое образовательное пространство становится ключевым элементом современной педагогической практики. Оно объединяет технологии, контент и методы обучения иностранным языкам, обеспечивая доступность и интерактивность за пределами традиционных классов. Тематика статьи актуальна, поскольку цифровизация образования, особенно после пандемии COVID-19, привела к экспоненциальному росту онлайн-платформ для изучения языков. Однако отсутствует единое понимание понятия иноязычного цифрового образовательного пространства (ИЦОП), его особенностей и моделей формирования, что требует системного анализа [1, 2].

В современном мире развитие информационных технологий радикально трансформирует образовательные практики, и сфера обучения иностранным языкам не является исключением. Иноязычное цифровое образовательное пространство представляет собой комплексную среду, где цифровые инструменты интегрируются в процесс обучения иностранного языка для создания интерактивных, персонализированных и доступных учебных сценариев.

Иноязычное цифровое образовательное пространство как понятие эволюционировало из концепций цифрового образования и иноязычной педагогики. Согласно определению, предложенному в работе Anderson et al. (2012), цифровое образовательное пространство представляет собой виртуальную среду, объединяющую образовательные

ресурсы, инструменты коммуникации и сообщества обучающихся. В контексте обучения иностранным языкам ИЦОП – это специально спроектированная экосистема, где обучающиеся взаимодействуют с языковым материалом через цифровые платформы, способствуя развитию коммуникативной компетентности.

Иноязычное цифровое образовательное пространство можно определить, как виртуальную среду, интегрирующую цифровые технологии для организации обучения иностранным языкам. Это пространство включает программное обеспечение, онлайн-платформы, AI-ассистентов и мультимедийные ресурсы, направленные на развитие коммуникативных навыков [3, 4].

Теоретически ИЦОП основывается на идее "расширенного обучения" (Warschauer, 1999), где цифровые инструменты расширяют возможности традиционного класса. В российской педагогике это понятие развивается под влиянием концепций информационно-образовательной среды (Тихонов и др., 2018), подчеркивая сетевой характер взаимодействия.

Ключевые компоненты ИЦОП:

- Цифровые платформы: LMS (Moodle, Canvas), социальные сети (Duolingo, Memrise).
- AI-технологии: Чат-боты для практики разговорного языка, адаптивные тесты.
- Мультимедиа: Видео, подкасты, VR-приложения для иммерсивного опыта.
- Социальные взаимодействия: Форумы, групповые проекты в облачных сервисах.

Особенности ИЦОИП определяются его цифровой природой и ориентацией на языковое обучение. Они можно классифицировать на технологические, педагогические и социальные.

Технологические особенности:

- Интерактивность и мультимедиа: использование видео, аудио и VR для иммерсивного погружения (например, приложения Virtual Reality для практики разговорного английского).
- Доступность: локально независимый доступ через мобильные устройства, что особенно актуально для удаленных регионов (Institute of Online Learning, 2020).
- Адартивность и аналитика: алгоритмы, анализирующие прогресс обучающегося для персонализации контента (например, в системе Knewton) [5,6].

Педагогические особенности:

- Коммуникативный фокус: поддержка аутентичных взаимодействий через социальные сети и партнерств с носителями языка, что усиливает языковую компетентность (Long, 1996).

– Блендинг традиционных и цифровых методов: комбинация оффлайн-классов с онлайн-упражнениями для сбалансированного обучения.

– Оценка и обратная связь: автоматические тесты и AI-корректировка ошибок, позволяющая мгновенную отдачу (например, Grammarly для языков).

Социальные особенности:

– Коллаборативность: формирование сообществ (например, в платформе Edmodo), где обучающиеся обмениваются опытом и культурными нюансами.

– Инклюзивность: доступность для людей с ограниченными возможностями через субтитры и адаптированные интерфейсы.

– Глобализация: связь с международными образовательными ресурсами, способствующая межкультурному диалогу.

Формирование ИЦОП требует комплексного подхода, интегрирующего педагогику, технологию и дизайн. На основе анализа литературы предложены три модели: модель интеграции (blended learning), модель иммерсии (immersive learning) и модель сообщества (community-based learning). Каждая модель адаптирована к особенностям языкового обучения.

Модель интеграции (Blended Learning Model)

Эта модель сочетает традиционное аудиторное обучение с цифровыми элементами. Формирование:

1. Анализ потребностей аудитории (возраст, уровень владения языком).
2. Выбор платформ (например, Moodle для управления содержанием).
3. Создание гибридного расписания: 50 % оффлайн (лекции) + 50 % онлайн (интерактивные задания).
4. Оценка через смешанные метрики: тесты и онлайн-форумы.

В исследованиях Graham (2013) показано, что blended-подход повышает мотивацию и результаты в языковом обучении на 20-30 %.

Модель иммерсии (Immersive Learning Model)

Фокусируется на полном погружении в языковую среду. Формирование:

1. Использование VR/AR для симуляции реальных ситуаций (например, виртуальный магазин для практики заказа еды).
2. Интеграция с аутентичными ресурсами (фильмы, новостные сайты).
3. Геймификация: награды за достижения в мобильных приложениях.
4. Поддержка через AI-тьюторов для постоянной практики.

Согласно Bandura (1986) и современным исследованиям (например, в статье Wanberg et al., 2019), такая модель ускоряет языковое развитие через ситуативное обучение. Преимущества: эмоциональная вовлеченность; недостатки: высокие затраты на технологии.

Модель сообщества (Community-Based Learning Model).

Ориентирована на социальное взаимодействие. Формирование:

1. Разработка платформ для коллаборации (например, Reddit-подобные форумы для языкового обмена).
2. Организация партнерств: связи с носителями через Zoom-сессии.
3. Модерация контента для обеспечения качества.
4. Интеграция культурных элементов для глубокого понимания языка.

В работе Wenger (1998) подчеркивается роль сообществ в обучении; в контексте языков это подтверждается примерами успешных онлайн-курсов типа Duolingo с миллионами пользователей.

Все модели могут комбинироваться: например, blended с иммерсионными элементами. Критерии выбора: цели обучения, ресурсы и аудитория.

Также модели формирования ИЦОП варьируются от гибридных до полностью цифровых, адаптированных под цели обучения.

1. Гибридная модель: комбинация очных занятий с онлайн-компонентами. Преподаватель планирует синхронные сессии, дополненные асинхронными заданиями.
2. Полностью цифровая модель: обучение через платформы типа Coursera или Edmodo, с фокусом на автономию студента.
3. Интеграционная модель: внедрение цифровых инструментов в традиционный курс, например, использование VR для уроков культуры.
4. Персонализированная модель: AI-driven траектории, адаптированные под индивидуальные нужды (например, для студентов-агрономов – специализированный словарь).
5. Коллаборативная модель: формирование сетевых сообществ для peer-to-peer обучения.

Формирование моделей подразумевает этапы: анализ потребностей аудитории, выбор технологий, пилотное тестирование и оценка эффективности.

Иноязычное цифровое образовательное пространство – это динамичная экосистема, сочетающая технологии и педагогические методы для эффективного изучения языков. Его особенности (интерактивность, доступность, адаптивность) и модели (интеграция, иммерсия, сообщество) позволяют формировать персонализированное обучение [7-9].

ИЦОП представляет собой динамичную среду, интегрирующую цифровые инновации в обучение иностранному языку, с особенностями, способствующими персонализированному и интерактивному про-

цессу. Модели формирования, от гибридных до коллаборативных, позволяют адаптировать пространство под нужды вуза. Эмпирические данные демонстрируют преимущества ИЦОП в мотивации и результатах, однако подчеркивают необходимость преодоления барьеров через подготовку персонала и инфраструктуру.

Перспективы развития включают внедрение метавселенных и AI-тьюторов. Рекомендуется интеграция ИЦОП в образовательные стандарты российских вузов для устойчивого развития языкового образования.

Список использованной литературы

1. Андреева Е. В., Андреев А. А. Педагогическая информатика: учебник. М.: Изд-во МГУ, 2020. 320 с.

2. Модели цифрового образовательного пространства в вузах / И. В. Бердникова [и др.]. СПб.: СПбГУ, 2023. 245 с.

3. Выготский Л. С. Мышление и речь. СПб.: Питер, 2008. 352 с.

4. Пиаже Ж. Генезис элементарных логических структур. М.: Просвещение, 1970. 256 с.

5. Попова О. В. Использование технологий смешанного обучения на занятиях иностранного языка в условиях цифровой образовательной среды // Медико-этические и социокультурные вопросы профессиональной коммуникации: сборник научных трудов. Волгоград: ВолГМУ, 2025. С. 163-167.

6. Отчет о состоянии цифрового образования в вузах Российской Федерации. Рособрнадзор. М., 2022. 78 с.

7. Тихонов А. Н., Колеватых А. В. Информационно-образовательная среда вуза: концепция и практика. М.: Юрайт, 2018. 412 с.

8. Genslee T. Digital Language Learning Spaces // Journal of Language Teaching. 2021. V. 15. No. 2. Pp. 45-60.

9. Warschauer M. Electronic Literacies: Language, Culture, and Power in Online Education // Lawrence Erlbaum Associates, 1999. 232 p.

УДК 378.016:811+004

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА ЗАНЯТИЯХ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА

Попова О. В., *старший преподаватель*
Захарова А. С., *канд. филол. наук, доцент*
Некрасова Т. Н., *канд. филол. наук, доцент*

ФГБОУ Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. В условиях стремительного развития цифрового образовательного пространства организация самостоятельной работы студентов на занятиях иностранного языка становится ключевым элементом современной методики обучения. Статья анализирует теоретические основы самостоятельной работы, интегрированной с цифровыми технологиями, и представляет результаты эмпирического исследования среди студентов языковых факультетов.

Ключевые слова: *самостоятельная работа студентов, цифровое образовательное пространство, методики преподавания иностранного языка, автономия обучающихся, онлайн-платформы, цифровые технологии, лингводидактика, эмпирическое исследование.*

Современное образование претерпевает значительные изменения под влиянием цифровизации. Развитие цифрового образовательного пространства открывает новые возможности для организации учебного процесса, особенно в области преподавания иностранных языков. Самостоятельная работа студентов, которая традиционно была частью методического арсенала, сегодня интегрируется с цифровыми инструментами, такими как онлайн-платформы, мобильные приложения и интерактивные ресурсы. Эта интеграция не только повышает эффективность обучения, но и способствует развитию автономии обучающихся – ключевого навыка в условиях информационного общества [1].

Сегодня образование уже не может обойтись без цифровых инноваций, которые перестраивают учебный процесс от основания. Особенно это заметно в преподавании иностранных языков, где традиционная лекционная модель уступает место более гибким формам. Организация самостоятельной работы студентов – это не просто дополнение к аудиторным занятиям, а центральный элемент, позволяющий развивать автономию, мотивацию и устойчивые навыки. С появлением цифрового образовательного пространства, включающего облачные платформы, AI-ассистенты и социальные сетевые форматы, самостоятельная работа приобретает новые грани: она становится интерактивной, персонализированной и постоянно доступной [2, 3].

По данным Международной комиссии по образованию (UNESCO, 2022), к 2030 году около 90 % образовательных программ интегрируют онлайн-компоненты, фокусируясь на самостоятельности как на ключевом навыке XXI века. В России, где иностранный язык является обязательным с начальной школы, пандемия COVID-19 ускорила этот процесс: с 2020 года использование LMS-систем (Learning Management Systems) выросло на 60 % (Минпросвещения РФ, 2023). Однако, несмотря на потенциал, при организации самостоятельной работы преподаватель часто сталкивается с вызовами: низкая мотивация, технологические барьеры и отсутствие подготовки к автономной деятельности. Цифровые инструменты обещают решения, но требуют системного подхода.

Модернизация преподавания иностранных языков в университете связана с модернизацией высшего профессионального образования, в настоящее время внедренного в России. Благодаря изменяющимся требованиям к специализированной подготовке необходимо преобразовать парадигму «образование для всей жизни» в новое «образование

в течение жизни». Основная цель модернизации в российском образовании – обучать высококвалифицированного, ответственного специалиста, который всегда готов повысить свой профессиональный уровень и показать хорошие результаты в соответствии со стандартами мира. Более того, он должен иметь навыки общения, чтобы общаться с иностранными вузами [4, 5, 6].

Самостоятельная работа в педагогике традиционно определяется как осознанная деятельность обучаемого, направленная на достижение учебных целей без постоянного контроля преподавателя (Вербицкий, 1999). В методике преподавания иностранного языка это включает развитие навыков чтения, письма, говорения и аудирования автономно, часто через домашние задания или проекты. С развитием цифрового образовательного пространства этот подход эволюционирует: теперь акцент на интерактивности, где студент не просто "работает один", а взаимодействует с системами, генерирующими адаптивный контент.

Ключевые концепции самостоятельной работы опираются на идеи автономии (Holec, 1981). Автономия - это способность обучающегося самостоятельно планировать, выполнять и оценивать свою учебную деятельность. В цифровой среде она проявляется на трех уровнях: когнитивном (самоорганизация мышления), аффективном (эмоциональная готовность и мотивация) и технологическом (умение пользоваться инструментами). Бухбиндерова (2010) расширяет это для иноязычного обучения: автономный студент использует цифровые ресурсы для поиска информации, а не ждет инструкций.

Теоретические модели строятся на конструктивистской основе. Жан Пиаже подчеркивал активное конструирование знаний через опыт, а Лев Выготский – социальное взаимодействие как причину развития (Бим, 1988). В цифровом пространстве это воплощается в сценариях, где студент сталкивается с задачами, требующими исследования: например, анализ новостей на английском через платформы типа BBC Learning English. Конструктивизм здесь включает постепенную поддержку, которую предоставляет AI: от подсказок до полной обратной связи.

Цифровое образовательное пространство расширяет возможности: облачные сервисы обеспечивают доступ к материалам с любого устройства и помогают проанализировать прогресс студента.

Модели обучения включают:

- Смешанное обучение (сочетание оффлайн- и онлайн-элементов).
- Flipped classroom (перевернутый класс): видео-лекции дома, аудитория для дискуссий.

• MOOC (массовые открытые образовательные курсы) и геймификация. Для самостоятельной работы эффективны адаптивные системы, такие как Khan Academy или отечественная платформа "Мел", которые предоставляют обратную связь и индивидуальные траектории [7, 8].

Самостоятельная работа вне аудитории зависит от ее организации и форм. Можно выделить 3 формы:

- индивидуальная,
- командная работа,
- массовая работа.

Индивидуальная работа включает в себя такие задачи, чтобы сделать отчет в течение 5-10 минут, презентацию, написать статью и т. д. Все студенты могут принять участие в такой работе. Такой вид самостоятельной работы может быть выполнятся постоянно или время от времени.

Командная работа может включать в себя подготовку к праздникам, различные соревнования среди студентов, которым нравится рисовать, петь, читать стихи и т. д. Этот вид работы объединяет студентов с одинаковыми интересами и хобби.

Форма массовой работы включает в себя проведение конференций, олимпиады на иностранных языках, организации выставок и т. д.

Организация самостоятельной деятельности вне аудитории, несомненно, способствует повышению мотивации студентам узнать особенности иностранного языка, а также помочь:

- развивать общие лингвистические навыки (произношение, словарный запас, основная грамматика и т. д.);
- повысить компетентность студентов в определенных областях (лесное хозяйство, агрономия, ветеринария, экономика и т. д.);
- развить коммуникацию и академические навыки (делая презентации, ведение переговоров, написание статей и т. д.);
- развивать навыки речи и письма;
- выполнять исследовательскую работу, связанную с изучением грамматических, лингвосемиотических, фонетических и т.д. особенностей языка.

Проблемы интеграции: мотивация к самостоятельной работе часто низкая (Азимов, 1993), что усиливается прокрастинацией в цифровой среде. Решения – геймификация и интеграция с социальными сетями, как в исследованиях Крыловой (2019), где студенты участвовали в онлайн-челленджах.

На основе анализа, предлагаются следующие рекомендации для организации самостоятельной работы студентов:

• Разработайте blended-модель с акцентом на онлайн-ресурсы для подготовки и аудиторию для практики.

- Интегрируйте геймифицированные приложения.
- Обучайте цифровой грамотности: воркшопы по использованию инструментов.
- Организуйте регулярный мониторинг и обратную связь.

Во время выполнения самостоятельной внеаудиторной работы у студентов проявляются такие личные и профессиональные качества, которые студенты могут реализовать во время своего участия в аудиторных и других внеаудиторных работах:

- креативность;
- навыки коммуникации;
- самоуверенность и др.

Студенты также обучаются:

- делать презентации перед классом;
- работать индивидуально и в команде;
- выбрать информацию из иностранных источников;
- улучшить компьютерные навыки.

Все эти навыки будут очень полезны для будущего специалиста при эффективной реализации профессиональной деятельности на национальном и международном рынке труда.

Цифровое образовательное пространство открывает новые горизонты для организации самостоятельной работы в преподавании английского языка. Теоретические модели и эмпирические данные подтверждают, что грамотная интеграция технологий повышает автономию и эффективность обучения. Однако успех зависит от преодоления барьеров, таких как неравенство доступа и мотивация [9, 10].

Рекомендации включают разработку гибких цифровых сред и подготовку педагогов. Перспективы: дальнейшее развитие ИИ для адаптивного обучения. В итоге, самостоятельная работа в цифровой эпохе становится ключом к формированию компетентных носителей языка.

Список использованной литературы

1. Shanina M. Linguocultural competence assessment. http://www.tesol.org/connect/tesol-resource-center/search-details/assessments/2016/08/24/ linguocultural-competence-assessment

2. Городецкая Л. А. Лингвокультурная компетентность и лингвокультурные коммуникативные компетенции: разграничение понятий // Вопросы культурологии. 2009. № 1. С. 48-51.

3. Щербакова Т. В. Лингвострановедческий аспект содержания обучения иностранным языкам // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2012. № 6. http://cyberleninka.ru/article/n/lingvostranovedcheskiy-aspekt-soderzhaniya-obucheniya-inostrannym-yazykam

4. Коростелева Ю. Е., Макарова Е. В. Введение лингвострановедческого аспекта в обучении иностранному языку // Молодой ученый. 2016. № 7. С. 51-52.

5. Сомова С. В. Проблема формирования лингвосоциокультурной компетентности при обучении иностранному языку // Английский язык в вузе: современные тенденции в методике преподавания. М., 2016. С. 109-115.

6. Раджабова Д. К. Formation of linguacultural competence of EFL students // Молодой ученый. 2017. № 12 (146). С. 544-547. https://moluch.ru/archive/146/41117

7. Krupchenko A. K. Formation of Professional Linguistic Didactics as a Theoretical and Methodological Problem in Professional Education // Abstract of a dissertation for the degree of Doctor of Pedagogical Sciences. M., 2007. P. 46.

8. Slesarenko I. V. Objectives of Language Training in Modern Technical University // Higher Education in Russia. 2011. № 11. P. 151.

9. Hutorskoy A. V. Key Competences: Formation Technologies // People´s Education. 2003. № 5. Pp. 55-61.

10. Попова О. В. Организация самостоятельной работы студентов, изучающих профессиональный иностранный язык: лингвосемиотический аспект // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. С. 250-255.

УДК 378.1+004

ПРИОРИТЕТЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ В ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Родина А. Г., *канд. пед. наук, доцент*
Кропта О. А., *канд. филол. наук, доцент*
Шагина Ю. В., *канд. пед. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. В современном мире, насыщенном переменами, особое место занимают тенденции цифровой экономики. Это технологические новшества, социальные сдвиги, их симбиоз и всеобъемлющий мегатренд – экспоненциально растущая скорость трансформации цивилизации. При этом, цифровизация, пронизывающая все аспекты жизни, является доминирующим вектором развития, особенно ярко проявляющимся на рынке образовательных услуг. Подобная трансформация образовательного процесса требует переосмысления традиционных подходов к образованию и внедрению инновационных методик обучения.

Ключевые слова: *педагогическое образование, цифровизация образования, трансформация образовательных процессов.*

Цифровизация в педагогическом образовании – это закономерный процесс, обусловленный становлением цифровой экономики, концепция которой была сформулирована в 1995 году Николасом Негропонте. Сегодня цифровая экономика переживает новый виток развития, благодаря технологиям: ИИ, IoT, блокчейн, нейротехнологии, аддитивное производство, VR и AR.

Однако экономика – это не только технологии, но и социальные и производственные отношения. Развитие цифровой экономики требует внимания к развитию социальных связей и ценностей, и, следовательно, к системе образования, формирующей человеческий капитал. В образовании сформировались следующие инновационные тренды:

** Дистанционное обучение. Ускоренное пандемией, оно раскрыло потенциал цифровых ресурсов, которые сохраняют свое значение в образовательном процессе.

** Коллаборативные модели. Автоматизация традиционных методов и трансформация дистанционного обучения, опираясь на глобальные образовательные платформы.

** Персонализация образования. Индивидуальные программы обучения для каждого студента.

** Инновационные матоды. Геймификация, баркемпы, воркшопы, форсайты и метаигры, диверсифицирующие образовательные технологии.

** Разработка новых цифровых профессий. Модификатор экологии, менеджер VR-продукта, нейропсихолог и др.

Тем не менее, существует противоречие между системой высшего образования и требованиями цифровой экономики. В частности, недостаточная мотивация обучающихся к обучению, слабое развитие творческих способностей и креативности, недостаточное внимание к индивидуализации и сетевым формам организации деятельности [1,2].

Для преодоления этих противоречий необходимо сместить акцент с трансляции знаний на развитие навыков, востребованных в цифровой экономике: критического мышления, креативности, коммуникации и сотрудничества. Важно пересмотреть учебные планы и программы, включив в них практико-ориентированные задания, проектную деятельность и возможности для самореализации обучающихся. Необходимо стимулировать исследовательскую работу и участие в стартапах, поддерживать предпринимательскую инициативу и развивать навыки работы в команде.

Одним из центральных направлений является интеграция новых цифровых технологий в образовательный процесс. Использование искусственного интеллекта для анализа успеваемости обучающихся и разработки персонализированных учебных программ, создание интерактивных образовательных ресурсов с применением VR/AR, внедрение блокчейн-технологий для безопасного хранения и обмена данными об образовании – все это открывает новые возможности для повышения эффективности обучения и подготовки конкурентоспособных специалистов.

Не менее важным является повышение квалификации преподавателей. Необходимо обучать их работе с новыми цифровыми инструментами, развивать навыки фасилитации и тьюторинга, чтобы они могли эффективно поддерживать обучающихся в процессе обучения и помогать им раскрыться, выявить свой потенциал.

Цифровизация в педагогике и образовании – это не просто внедрение технологий, это трансформация всей системы образования, направленная на подготовку нового поколения специалистов, способ-

ных успешно работать и развиваться в условиях цифровой экономики. Это требует комплексного подхода, включающего в себя пересмотр целей и задач образования, изменение содержания и методов обучения, развитие цифровой инфраструктуры и повышение квалификации преподавателей.

В этой трансформации ключевую роль играет создание открытой и гибкой образовательный среды. Необходимо развивать онлайн-платформы и ресурсы, обеспечивающие доступ к качественному образованию вне зависимости от географического положения и социально-экономического статуса. Важно поддерживать концепцию непрерывного обучения (lifelong learning), предоставляя возможности для повышения квалификации и переподготовки на протяжении всей жизни. Это позволит людям адаптироваться к быстро меняющимся требованиям рынка труда и оставаться востребованным специалистами.

Кроме того, необходимо уделять внимание развитию цифровой грамотности у всех участников образовательного процесса. Обучающиеся должны обладать навыками поиска, анализа и критической оценки информации, уметь использовать цифровые инструменты для решения задач и создания новых продуктов. Преподаватели должны быть способны эффективно интегрировать цифровые технологии в свою педагогическую практику, создавая увлекательные и интерактивные занятия [3, 4].

Эффективная цифровизация образования требует синергии между образовательными учреждениями, бизнес-сообществом и государственными структурами. Компании могут внести неоценимый вклад, предоставляя образовательным организациям доступ к передовым технологиям и ценной экспертизе, активно участвуя в формировании актуальных образовательных программ и открывая двери для стажировок и последующего трудоустройства обучающихся. В свою очередь, государство играет ключевую роль в создании благоприятной среды для развития цифровой инфраструктуры, поддержке инновационных образовательных инициатив и обеспечении равных возможностей для получения качественного образования всеми гражданами.

Инвестиции в цифровизацию образования – это инвестиции в процветающее будущее. Подготовка компетентных специалистов, обладающих актуальными знаниями и навыками для эффективной работы в условиях цифровой экономики, является фундаментом для устойчивого экономического развития и повышения общего уровня жизни.

Персонализация образовательного процесса становится ключевым элементом. Цифровые технологии позволяют адаптировать учебные материалы и методики обучения, учитывая индивидуальные потребности и способности каждого обучающегося. Системы адаптивного обучения и мощные инструменты анализа больших данных по-

могают выявлять сильные и слабые стороны учащихся, предлагая оптимальные образовательные траектории и персонализированную обратную связь, что значительно повышает мотивацию, вовлеченность и эффективность обучения.

Вопросы безопасности и конфиденциальности данных в цифровой образовательной среде имеют первостепенное значение. Необходимо разрабатывать и внедрять надежные механизмы для защиты персональной информации обучающихся и преподавателей, а также строго соблюдать этические нормы при использовании цифровых технологий в образовательных целях. Создание доверительной и безопасной среды для обучения и развития – залог успешной цифровой трансформации образования.

Цифровизация образования также ставит вопрос о информационной безопасности и защите от киберугроз. Необходимо разрабатывать и внедрять меры по обеспечению безопасности цифровой инфраструктуры и данных, а также обучать обучающихся и преподавателей правилам безопасного поведения в интернете. Важно также создать механизмы реагирования на инциденты информационной безопасности и восстановления работоспособности цифровых систем.

Необходимо также развивать цифровые компетенции у обучающихся, обучая их не только использованию цифровых инструментов, но и критическому мышлению, анализу информации, созданию цифрового контента и безопасному поведению в цифровой среде. Важно также формировать у обучающихся навыки сотрудничества и коммуникации в цифровой среде, а также развивать их творческие способности и инновационное мышление [5, 6].

Внедрение цифровых инструментов также требует переосмысления традиционных методов преподавания. Преподавателям необходимо осваивать новые компетенции, чтобы эффективно интегрировать цифровые ресурсы в учебный процесс и использовать их ьдля персонализации обучения. Это включает в себя умение разрабатывать цифровые учебные материалы, организовывать онлайн-взаимодействие, оценивать результаты обучения с помощью цифровых инструментов и обеспечивать безопасную и этичную работу в цифровой среде.

Однако, цифровизация образования не должна сводиться только к замене традиционных учебников и классных досок на электронные аналоги. Необходимо учитывать и потенциальные риски, связанные с зависимостью от технологий, информационной перегрузкой и недостатком живого общения. Важно сохранять баланс между использованием цифровых инструментов и традиционными методами обучения, чтобы обеспечить всестороннее развитие обучающихся.

Цифровизация образования – это сложный и многогранный процесс, требующий системного подхода и участия всех заинтересованных сторон: педагогов, обучающихся, родителей, разработчиков

образовательных ресурсов и государственных органов. Только совместными усилиями можно создавать образовательную среду, которая будет способствовать развитию креативности, инноваций и подготовке обучающихся к вызовам будущего [7, 8, 9].

Цифровизация образования также открывает новые возможности для индивидуализации обучения и адаптации образовательного процесса к потребностям каждого учащегося. С помощью цифровых технологий можно создавать персонализированные образовательные траектории, адаптировать контент и методы обучения, а также предоставлять учащимся индивидуальную поддержку и обратную связь. Это позволит повысить мотивацию учащихся к обучению и улучшить результаты обучения.

В конечном итоге, цифровизация образования – это не просто внедрение новых технологий, а глубокая трансформация образовательного процесса, требующая системного подхода и активного участия всех заинтересованных сторон. Успешная цифровизация образования позволит создать более эффективную, доступную и персонализированную системы образования, которая будет соответствовать требованиям современного мира и подготовит выпускников к успешной работе в цифровой экономике [10]. Также зависит не только от наличия современных технологий, но и от умения использования их для достижения конкретных образовательных целей. Необходимо сосредоточиться на развитии ключевых компетенций обучающихся, таких как критическое мышление, креативность, коммуникация и сотрудничество, а также на формирование у них навыков самообучения и адаптации к быстро меняющемуся окружающему миру.

Список использованной литературы

1. Вербицкий А. А. Цифровое обучение: проблемы, риски и перспективы // Электронный научно-публицистический журнал Homo Cyberus. 2019. № 1 (6). http://journal.homocyberus.ru/Verbitskiy_AA_1_2019

2. Габдулхаков В. Ф., Галимова Э. Г. Цифровая педагогика и геймификация образования в университетах // Образование и Саморазвитиею 2014. № 4 (42). С. 37-43.

3. Данилюк А. Я., Факторович А. А. Цифровое общее образование. М.: Издательство «Авторская мастерская», 2019. 229 с.

4. Еленева Ю. Я., Можаровская А. А., Демушкин Д. И. Цифровая трансформация образовательных организаций высшего образования: современное состояние, задачи, риски // Экономика, предпринимательство и право. 2024 Т. 14, № 4. С. 1149-1170.

5. Китов А. Ю., Золотых Н. В., Захаров Е. Н. Методические приемы при подготовке студентов к овладению рабочими специальностями в услловиях цифрового развития АПК // Материалы национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 45-50.

6. Кропта О. А., Шагина Ю. В., Родина А. Г. Работа студентов с гипертекстом на практических занятиях // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Уссурийск, 2024. С. 237-242.

7. Родина А. Г., Кропта О. А. Воспитательная деятельность в образовании // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Уссурийск, 2024. С. 205-207.
8. Тихомирова Н. В., Минашкин В. Г., Дубейковская Л. Н. Образовательный процесс в электронном университете: условия и направления трансформации // Высшее образование в России. 2011. № 2. С. 3-12.
9. Туктарова Р. И., Дивина Т. В. Цифровая трансформация как приоритетное направление развития сферы услуг // Вестник ОрелГИЭТ. 2022. № 2 (60). С. 20-26.
10. Шагина Ю. В., Кропта О. А., Родина А. Г. Современные тенденции методов обучения в высшей школе // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. С. 429-434.

УДК 378.047+63

ОСОБЕННОСТИ ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ АГРАРНОГО СЕКТОРА

Уваров А. В., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены особенности и значение экономико-географического анализа в подготовке специалистов аграрного профиля. Проведен анализ современных методов и подходов, используемых в этой области. Определены ключевые аспекты экономико-географического анализа производства масличных культур в Волгоградской области. Подчеркнута важность гармоничного сочетания профессиональных, эмоциональных и этических качеств для успешной работы педагога в условиях современного образования.

Ключевые слова: *продовольственная безопасность, экономико-географический анализ, профессиональное образование.*

В актуальных условиях глобализации и стремительно меняющегося климата, сельское хозяйство сталкивается с множеством вызовов от необходимости обеспечения продовольственной безопасности и повышения эффективности использования ресурсов до адаптации к новым экономическим условиям и изменениям окружающей среды [1, 10]. К эффективным решениям поставленных задач следует отнести требования от специалистов аграрного сектора глубокого понимания пространственных закономерностей размещения и функционирования сельскохозяйственного производства, знания особенностей региональной экономики и умения анализировать экономико-географические факторы, влияющие на развитие отрасли. При этом подготовка профессионалов, владеющих методами экономико-географического анализа выступает критически важной для обеспечения устойчивого развития аграрного сектора и эффективного управления земельными ресурсами.

Экономико-географический анализ играет ключевую роль в формировании компетенций современного специалиста аграрного сектора. Позволяя оценивать территориальные особенности производства, распределения и потребления сельскохозяйственной продукции, выявлять потенциальные возможности и ограничения для развития аграрного бизнеса и вырабатывать стратегии оптимизации использования ресурсов.

Введение в практику образовательного процесса углубленного изучения экономико-географических аспектов аграрного сектора позволит подготовить специалистов, способных эффективно решать задачи повышения конкурентоспособности отечественного сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности страны [3].

Анализ статической отчетности южного-федерального округа по данным Росстата в 2025 г. показал сбор подсолнечника в первоначально оприходованном весе свыше 2742 тыс. т., при этом следует уточнить Волгоградская область от всего урожая по округу характеризуется результативностью в 537,8 тыс. т., то есть можно констатировать ее ведущие позиции в общедолевом производстве масличных культур [4, 5].

В анализе экономико-географических особенностей размещения посевных площадей сельскохозяйственных масличных культур по Волгоградской области за десятилетний промежуток времени наблюдаются следующие изменения, представленные на рисунке 1.

Посевные площади сельскохозяйственных культур	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Вся посевная площадь	2989,6	3046,9	3119,2	3171,2	3146,1	3090,9	3077,6	3317,9	3318,9	3276,1	3383,6
Технические культуры в том числе:	835,3	901,4	755,1	770,5	796,4	825,1	1063,5	949,3	1003,4	983,3	1065,7
масличные культуры из них:	830,1	896,0	751,4	767,5	793,3	822,1	1060,7	946,6	1002,3	982,9	1064,2
подсолнечник на зерно	585,4	588,4	597,8	636,1	677,8	709,0	872,8	759,2	803,2	794,6	855,1
соя	10,9	9,5	8,2	10,6	12,4	13,5	17,6	22,5	23,8	36,1	29,4
горчица	40,1	34,1	33,8	56,2	42,6	33,6	65,5	60,3	106,8	57,6	78,9

Рисунок 1 – Распределение посевных площадей масличных культур Волгоградской области за период 2015-2025 гг., тыс. га

Согласно полученным данным в особенностях засушливого климата Волгоградская область по удельному весу посевных сельскохозяйственных площадей за период с 2015 по 2025 гг. демонстрирует тенденцию роста с увеличением ресурсной базы угодий, предназначенных для выращивание масличных культур. Допустимо предположить, что данный аспект связан с внедрением и применением совре-

менных агротехнических приемов, способствующих совершенствованию и разработке ранее применяемым или находящимся на стадии апробации технологиям, что в свою очередь требует внесение корректировок как в процесс уже практикоориентированных технологий, так и в процесс обучения будущих аграрных специалистов в отношении повышения их профессионального мировоззрения [6].

Рассмотрим применение данного метода на конкретном примере. Нами проведена экономико-географическая оценка муниципальных районов Волгоградской области, ориентирующихся на выращивание масличных культур. В результате исследования районы были разделены на 4 группы, в зависимости от сходства агроклиматических и экономических условий, определяющих состав выращиваемых масличных культур [6].

В первую группу сельскохозяйственных организаций нами включены 9 районов, обладающих высоким уровнем производства масличных культур (в среднем производиться – 51 тыс. тонн), самым большим размером посевных площадей. К районам этой группы отнесены: Урюпинский, Новониколаевский, Киквидзенский, Еланский, Нехаевский, Новоаннинский, Алексеевский, Клетский муниципальные районы и городской округ Михайловка.

Данные районы имеют благоприятные агроклиматические условия для выращивания таких масличных культур, как подсолнечник, лен-кудряш, сафлор и соя, культур требовательных к почвенному плодородию и показателям влагообеспеченности. Наличие высокопродуктивных черноземных и темно-каштановых почв, количество выпадающих осадков до 400 мм определяют сельскохозяйственную специализацию растениеводства на производство масличных культур в этой группе районов.

Во вторую группу объединены 8 районов области: Жирновский, Руднянский, Даниловский, Кумылженский, Серафимофичский, Суровикинский, Чернышковский, Николаевский. Валовой сбор масличных культур в этих районах в среднем меньше на 60 % чем в первой группе, но больше чем в остальных.

Сельскохозяйственная специализация по производству масличных культур имеет некоторые отличия второй группы от районов первой группы. В северо-восточных районах возделывают подсолнечник, лен-кудряш, в южных районах, приуроченных к светло-каштановым почвам, широкое распространение имеет горчица, как культура засухоустойчивая и не требовательная к почвенному плодородию.

Третья группа самая многочисленная, в нее объединено 15 районов области: Палласовский, Ставрополтавский, Камышинский, Котовский, Ольховский, Фроловский, Иловлинский, Калачевский, Светлоярский, Среднеахтубинский, Дубовский, Быковский, Ленинский,

Октябрьский, Котельниковский. Основу растениеводства в этой группе составляет производство картофеля и овощебахчевых культур, однако производство масличных культур также получило развитие.

К основным масличным культурам, получившим, широкое распространение относится горчица, хотя в ряде районов, таких как Камышинский, Котовский и Ольховский выращивается подсолнечник и лен-кудряш.

Четвертая группа районов характеризуется отсутствием производства масличных культур. К ней относится пригородный Городищенский район с ярко выраженным овощебахчевым растениеводством.

Комплексная обработка полученных результатов позволила сформировать картографическую схему (далее картосхема) распределение районов Волгоградской области по производству масличных культур, которая представлена на рисунке 2.

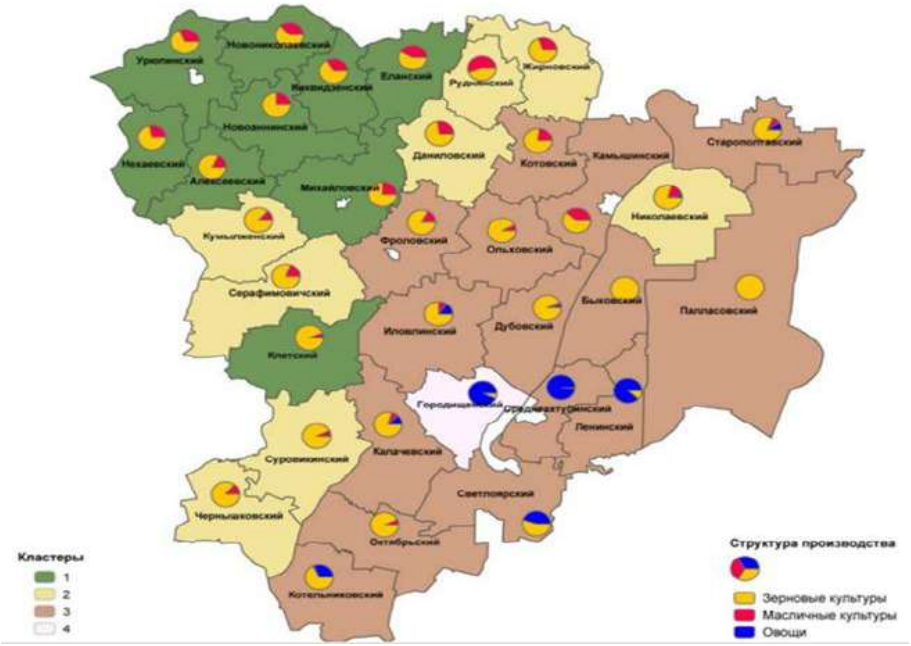

Рисунок 2 – Распределение районов Волгоградской области по производству масличных культур

Моделирование взаимосвязей между экономическими показателями и географическими факторами позволяет определить ключевые параметры, влияющие на эффективность сельскохозяйственного производства, что способствует формированию практических навыков у обучающихся [7-9].

Нами предлагается следующие конкретные рекомендации для создания специализированных курсов в образовательный процесс в целях изучения и производства масличных культур в Волгоградской области и южном федеральном округе:

- внедрение модуля на основе ГИС с анализом региональных агроэкологических условий выращивания масличных культур в решение прикладных задач аграрных специальностей;

- разработка специализированного курса «Экономико-географический анализ и управление производством масличных культур», подразумевающий изучение теоретической базы и практические упражнения на базе актуальных данных региона и области с использованием программных продуктов (ArcGIS, QGIS и др.);

- интеграция ГИС-технологии в лабораторные и полевые практики, способствующие анализу студентами цифровых карт почвы, климата, рельефа и занятости для последующей проектной деятельности через моделирования оптимальных мест для выращивания и прогнозирования урожайности;

- создание приложений комплексной интерактивной платформы в университете с ГИС-данными по региону, которая станет ресурсом для самостоятельной индивидуальной и групповой работы, проектов и исследований студентов;

- обеспечить комплексную качественную поддержку образовательного процесса через совершенствование квалификации преподавателей (прохождение обучающих семинаров, тренингов, создание междисциплинарных сообществ, организация проектов с региональными агропредприятиями и пр.) по современным ГИС-инструментам и эффективного сопровождения их внедрения в образовательный процесс и аграрное производство.

Внедрение системного экономико-географического анализа в учебный процесс способствует развитию у обучающихся аналитического мышления и умения комплексно оценивать территориальные особенности аграрного сектора. Практическая принадлежность исследования подтверждается возможностью использования полученных данных в учебных курсах, а также в рамках стажировок и практических занятий студентов агротехнических колледжей и вузов, что повышает их профессиональную подготовку и конкурентоспособность на рынке труда.

Список использованной литературы

1. Комплексное развитие сельских территорий: государственная программа. http: //government.ru/rugovclassifier/878/events/

2. Как сделать образование двигателем социально-экономического развития: коллективная монография / Я. И. Кузьминов, И. Д. Фрумин, И. В. Абанкина [и др.]. Москва: Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", 2019. 288 с.

3. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года: распоряжение Правительства РФ от 28.12.2024 № 4146-р. http://government.ru/docs/all/157308/

4. Социально-экономическое положение Южного федерального округа в январе-июнь 2025 года // Официальный сайт «РОССТАТ Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ростовской области». https://61.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/UFo_2025_3.pdf

5. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Основные показатели. // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области. https://34.rosstat.gov.ru/agriculture

6. Уваров А. В. Особенности производства масличных культур на территории южного федерального округа // Студенческий электронный журнал «СтРИЖ». 2022. № 1 (42). http://strizh-vspu.ru/avtor/1010

7. Черняева А. В. Профессионально-личностный потенциал выпускника аграрного вуза: его мобилизация и прогнозирование // Парадигма аграрного образования в условиях цифровой экономики: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2019. С. 32-40.

8. Черняева А. В., Черняев М. А. Анализ ключевых аспектов научного обоснования стратегии цифрового развития агропромышленного комплекса и сельских территорий Волгоградской области // Известия НВ АУК. 2025. № 2 (80). С. 166-178.

9. Черняева А. В., Шахнубарян А. К., Идолбаева Д. М. Управление процессом профессиональной подготовки и контроль ценностного ориентирования в коммуникативно-личностном развитии студентов // Психология. Историко-критические обзоры и современные исследования. 2024. Т. 13. № 7-1. С. 133-140.

10. Юрченко К. Г., Митрофанова И. В. Роль документов стратегического планирования в достижении национальных целей развития РФ // Технологии менеджмента в современной экономике: тенденции и перспективы: материалы V Международной научной конференции. Ростов-на-Дону – Таганрог: Южный федеральный университет, 2025. С. 322-329.

УДК 378.016:51+004

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ В АГРАРНОМ ВУЗЕ

Хайдукова Е. В., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ Вологодская ГМХА им. Н. В. Верещагина
г. Вологда, Россия

Аннотация. Рассмотрены основные проблемы для создания цифровой образовательной среды при изучении химии в аграрном вузе. Проведен анализ возможностей использования цифровых технологий, используемых в преподавании химических дисциплин. Рассмотрены преимущества и риски использования элементов цифровизации для овладения цифровыми компетенциями.

Ключевые слова: *средства цифровизация, цифровизация образования, аграрные вузы, цифровые компетенции, химические дисциплины.*

Введение. В настоящее время становится жизненно необходимым и актуальным владение цифровыми технологиями в различных отраслях народного хозяйства. Однако этот процесс невозможен без подготовки специалистов, обладающих цифровыми компетенциями. Среди навыков, необходимых для работы в цифровой среде, наиболее

важными являются: поиск и анализ информации, владение программным обеспечением компьютера, создание цифрового контента, обмен информацией посредством цифровых технологий, защита персональных данных [3]. Наряду с традиционными формами обучения все большую значимость приобретают возможности цифровых средств, позволяющих разнообразить методики и средства обучения, организовать обратную связь, повысить мобильность взаимодействия между участниками образовательного процесса. Поэтому повышается значимость использования и владения средствами цифровизации в процессе обучения в вузе.

Однако одной из главных проблем внедрения средств цифровизации в образовательный процесс аграрного вуза являются критически низкие базовые школьные знания по информатике, математике, русскому языку студентов – выпускников сельских школ. Это можно объяснить недостаточным развитием сельских территорий и материально-техническим обеспечением некоторых сельских школ, что влечет слабое овладение универсальными компетенциями, изучаемыми в школе. К ним относятся умения: пользоваться различными цифровыми устройствами, критически анализировать информацию, организовывать процесс самостоятельного обучения, работать в команде.

Использование средств цифровизации является индикатором формирования творческих способностей обучающихся, повышения уровня их знаний, развития творческих способностей, овладения репродуктивными умениями [5].

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина готовит специалистов для агропромышленного комплекса страны. Повышение производительности и улучшения эффективности сельскохозяйственного производства невозможно добиться без внедрения цифровых технологий. В соответствии с **Указом Президента РФ от 21.01.2020 № 20 «**Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации», «государственная аграрная политика должна быть направлена на разработку и реализацию программ технической и технологической модернизации в сельском и рыбном хозяйстве».

Согласно Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации «национальными интересами государства в сфере продовольственной безопасности на долгосрочный период являются: создание в сельском хозяйстве высокопроизводительного сектора, развивающегося на основе современных технологий и обеспеченного научными работниками, высококвалифицированными специалистами среднего профессионального и высшего образования для сельского и рыбного хозяйства, а также пищевой и перерабатывающей промышленности, способными реализовать инновационную модель развития».

Таким образом, подготовка квалифицированных кадров для аграрного сектора, владеющих цифровыми компетенциями, является острой проблемой и актуальной задачей в условиях реализации национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [1].

Цель. Изучить и проанализировать средства цифровизации, используемые при изучении химии студентами направлений подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения», 35.03.04 Агрономия. Согласно федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по данным направлениям подготовки изучаются следующие химические дисциплины: «Общая химия и основы химического анализа», «Органическая и биологическая химия», «Физика и химия пищевых систем», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия».

Задачи:

- анализ средств цифровизации, применяемых при изучении химии;
- изучение преимуществ и рисков использования средств цифровизации при изучении химии.

Материалы и методы. Предметом исследования являются средства цифровизации, используемые при изучении химии, и их влияние на качество преподавания химических дисциплин.

В исследовании использовали методы: анализ литературы, обобщение и абстрактно-логический.

Результаты исследования. Цифровые технологии активно внедряются в образовательный процесс, хотя и остаются достаточно инновационным методом обучения. Это особенно ощущается в преподавании химических дисциплин, в которых важное место отводится практической работе, лабораторному опыту, эксперимент. Эти виды познавательной деятельности традиционно проходят в специализированных лабораториях.

При изучении теоретического материала активно используются возможности Интернета, имеющего большие информационные и наглядные возможности, для организации видео-лекций; веб-конференций, презентаций. Например, для сбора и обмена информацией при решении различных задач задействованы системы: Gooqle, Power Point, Zoom, Miro, Mentimeter, платформа Открытое образование, технологии искусственного интеллекта – облачные решения, виртуальная и дополненная реальность.

Для организации образовательного процесса в распоряжении студентов имеется электронная информационно-образовательная среда Вологодской ГМХА, которая представлена:

- электронной библиотечной системой – содержит учебные, учебно-методические и научные издания: ЭБС Вологодской ГМХА, ЭБС «Лань», ЭБС Znanium.com, ЭБС Юрайт, ЭБС Polpred.com. В

предлагаемых электронных методических материалах (учебники, лекции) широко представлены различные медиаматериалы: видео- и аудиоинформация, интерактивные ссылки, тестовые задания;

- ресурсами и базой данных открытого доступа сети «Интернет»: Российская Академия Наук – открытый доступ к научным журналам, научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» – раздел "Журналы открытого доступа, наукометрическая база данных Scopus – база данных рефератов и цитирования, киберЛенинка – научная электронная библиотека;

- образовательным порталом – система дистанционного обучения на базе LMS Moodle, которая обеспечивает пользователям доступ к базе электронных курсов дисциплин, к средствам тестирования и интерактивным дидактическим инструментам обучения, предметным олимпиадам.

Во всех дисциплинах химического цикла представлены разделы: лекционный теоретический материал – разбит по модулям (изучаемым темам), методические указания для организации самостоятельной работы, вопросы промежуточной аттестации (зачета, экзамена), ссылки на видео- и аудиоматериалы, тестирование по модулям (изученным темам), рейтинг-план (методика оценивания результатов работы), форум (консультации с преподавателем) для обсуждения возникших вопросов через систему сообщений.

В качестве закрепления изученного материала предлагается разработка творческого задания, например, кроссворда. Он загружается на образовательный портал, и его решают студенты группы. Эти этапы самостоятельной работы студентов способствуют познавательной деятельности, овладению **информационно-коммуникативными технологиями** [6]**.**

Все эти инструменты позволяют организовать процесс теоретического обучения в дистанционном формате, повышает личную мотивацию студента при изучении химических дисциплин.

Практическая деятельность при изучении химических дисциплин заключается в проведении химических опытов, лабораторных исследований. Здесь цифровыми инструментами являются технологии компьютерной симуляции и дополненной реальности с элементами анимации на основе виртуальных лабораторий и экскурсий [2]. Их использование делает изучение химии более доступным, интересным, является инструментом активного обучения, снимает риски различного травматизма при проведении опытов, расширяет возможности проведения эксперимента, помогает снизить расходы на содержание лабораторий и покупку реактивов. Цифровые инструменты для изучения химии представлены ресурсами: https://orgchem.ru; www chemit.ru; www.virtulab.net; ХиМик.ru; https://pandia.ru и системами: Chem Draw; Google Scholar; STN International.

Переход преподавания химии на цифровой формат имеет свои плюсы и минусы [4]. Несомненным преимуществом этих технологий является:

- возможность организации дистанционной формы обучения без ограничений по территориальному, временному, физическому признаку;
- формирование цифровых компетенций;
- стремление к саморазвитию;
- экономия затрат на приобретение оборудования и реактивов, бумаги и канцелярских товаров;
- процесс обучения становится более индивидуальным, самостоятельным и творческим.

К недостаткам применения цифровых технологий при изучении химических дисциплин можно отнести:

- главная проблема активного внедрения и использования средств цифровизации является недостаточно высокий базовый уровень знаний по информатике;
- снижение уровня социализации человека, утрата навыков письма, зависимость от компьютера, разрушение образовательной студенческой среды за счет использования средств дистанционной коммуникации, невозможность прогнозирования удаленного результата вследствие отсутствия подобного вида деятельности в человеческом сообществе;
- изучение химии в цифровом формате требует дополнительных навыков, умений как со стороны студента, так и преподавателя; виртуальные лаборатории не могут быть самодостаточным средством для овладения техникой лабораторных работ, они могут рассматриваться как дополнение к настоящей химической практики; предлагаемые приложения, виртуальные лаборатории, как правило, поддерживаются на английском языке, что приводит к трудностям при работе с ними.

Выводы. Использование элементов цифровизации трансформирует процесс преподавания и восприятия химических дисциплин как преподавателем, так и студентом и делает его более удобным, эффективным, наглядным, творческим, дополняет и облегчает традиционную форму преподавания. В цифровых технологиях, используемых в практике преподавания химических дисциплин студентам Вологодской ГМХА им. Н. В. Верещагина, представлены онлайн-платформа – образовательный портал; электронные библиотечные системы с интерактивными учебниками, помогающими визуализировать химические процессы; виртуальные лаборатории, позволяющие проводить различные химические опыты.

Таким образом, использование средств цифровизации в преподавании химии в аграрном вузе видоизменяет процесс обучения и преподавания, так как обоюдно вовлекает в эту познавательно-созидательную деятельность и студента, и преподавателя; способству-

ет приобретению новых знаний, умений всех участников образовательного процесса; расширяет вариативность методов и форм обучения, закрепляет овладение цифровыми компетенциями.

Список использованной литературы

1. Бураева Е. В. Подготовка кадров для цифровой аграрной экономики: проблемы и перспективы // Вестник аграрной науки. 2021. № 3 (90). С. 112-118.

2. Коптелова Е. Н., Брюхова А. К., Гулиева Н. К. Использование виртуальной лаборатории в процессе обучения химии // Образование и воспитание дошкольников, школьников, молодежи: теория и практика. 2023. № 1. С. 29-36.

3. Маркова А. В. Реализация и оценка цифровизации образования: изучение российского опыта // Universum: психология и образование. 2022. № 9 (99). С. 4-6.

4. Новикова К. В., Добровлянин В. Д. Цифровизация образования в России: возможности и ограничения // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2022. № 1 (57). С. 207-217.

5. Сахарова Н. С., Кириллова И. К. К вопросу о реализации цифровых технологий в образовании // Филологические чтения: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2022. С. 530-535.

6. Хайдукова Е. В., Матвеева Н. О. Метод "перевернутого класса" при изучении дисциплины "Физика и химия пищевых систем" // Материалы пула научно-практических конференций: материалы VI Международной научно-практической конференции, IX Международной научно-практической конференции, VI Международной научно-практической конференции. Керчь: Керченский государственный морской технологический университет, 2025. С. 925-929.

УДК 811.161.1’42:82-1

ПРОБЛЕМА МОДЕРНИЗМА В ПОЭТИКЕ Н. А. КЛЮЕВА

Чижикова О. В., *канд. филол. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Обоснована мысль о глубоком воздействии модернизма на поэтику Николая Клюева. Влияние модернизма проявляется в мотивах, образных системах, когнитивной структуре образа, но прежде всего – в отклонении от фундаментальных предпосылок литературы классического канона, в сфере христианских концептов, базирующихся на феноменах добра и зла, греха, совести, любви. Взаимодействие традиционализма и модернизма в дискурсе Клюева можно обозначить в терминах пролиферации, создающей эффект диффузии, дифракции и дисперсии или листа Мебиуса.

***Ключевые слова*:** *Н. А. Клюев, модернизм, традиционализм, литература классического канона.*

Творчество гениального русского поэта двадцатого века Николая Алексеевича Клюева (1884-1937) характеризуется глубиной историософской символики, художественным совершенством, красотой представленного в нем русского национального образа мира. Используя высочайшие художественные средства, Клюеву удалось выразить

доминанту созданной им религиозной и историософской художественной концепции – идею *нетленной (поддонной)* Руси и вечности ее метафизического ядра, которое обеспечивает глубинную незыблемость России. «Русь нетленна, и погостские кресты – только вехи на дороге красоты!» – писал поэт. В творчестве Клюева перед читателем вставала Русь духовная, но не менее прекрасным предстает в клюевской поэзии и феноменологически-зримый, явленный лик России – природа Русского Севера, русская деревня с ее традициями, фольклором, прикладными искусствами и ядром «мужицкого эзотерического ведения» – Избой и коньком на кровле, устремленным в звездное пространство. «Сопель медвежья жалкует в моих песнях»; «Жизнь моя – на русских путях» – писал Николай Клюев, и в «*медвежьей сопели»* и «*русских путях*» заключается всё – и верность культуре дониконовской Руси, старообрядчеству, русской истории – и образ русского человека, пребывающего в неразрывном единстве с бесконечностью природного космоса. «Не размыкать сейсмографу русских кручин – Гамаюнов, рыдающих птиц высоты!» – писал Клюев, имея в виду космизм русской души.

Идея нерукотворной России обнаруживает духовное преемство с христианством Византии и Древней Руси и *магической душой* Шпенглера – с прафеноменом (метафизическим чертежом) этой души, в основе которого лежит переживание пространства как двойственной сущности, состоящей из сверхзначимой субстанции, скрытой в действительности первого порядка, лишь через эту таинственную субстанцию получающей бытие. Если говорить о воздействии иконописи на поэтику Клюева, то прежде всего следует иметь в виду семиотически двойственное, дуалистическое пространство византийской иконы, обесценивающее оптически-зримую действительность для сакральных смыслов. Апогей сакрального пространства иконы видим в странном, тяготеющем к самоуничтожению искусстве Феофана Грека, лишенном всякого намека на самодовлеющую телесность. Идею нетленного ядра России развивает Александр Проханов. Концепт нетленной России, как видим, основан на глубочайших ценностных предпосылках российской цивилизации. Он является исповедью русской души в ее сокровенных устремлениях.

Обладая выдающейся эрудицией и уникальной духовной организацией, Клюев создал ошеломляющий по богатству источников художественный мир, симфонизм которого напоминает высокоствольный лес его родного Русского Севера. Как пишет Л. А. Киселева [2], «семантическая поэтика фольклора, средневековая экзегетика и тропология, догматика и эстетика старообрядчества, поэтика духовного стиха и акафиста – вне этих контекстов нельзя осмыслить творчество Клюева». Поэзия Клюева требует учета и других действующих сил, возможно находящихся вне поля основного действия философской и

художественной интенции поэта, – «раскрывать красоту лика Божия» в природе любимого им Олонца, в материальной и духовной культуре русской деревни, в русской душе («русская совесть светлей серебра»); исследователю надо иметь в виду влияние на клюевскую поэтику различных течений модернизма (имажинизма, акмеизма, символизма) и – не вызывает сомнений – связанную, в числе прочих факторов, и с модернизмом архетипизированность художественного сознания Клюева; и склонность поэта к видениям (априорную и приобретенную в результате чтения древнерусских источников) и использование сновиденческих механизмов сознания (в поэмах «Погорельщина», «Каин» и др.); и тяготение к гнозису и фольклорной архаике, и «отчаяние сказа» (Марина Цветаева о Борисе Пастернаке) в стихах Клюева, создавшее неповторимое орнаментальное слово (*«Моя славянская звезда, узорная и избяная…»*), и воздействие ТЕКСТА (включая проблему статуса прецедентных текстов), порождающее опосредованный и гетерогенный, апостериорный и использующий высочайшие художественные средства идиостиль, и стилистическое совершенство клюевских текстов (Клюев был тончайшим стилистом; отмеченные воздействием модернизма фрагменты дискурса Клюева свидетельствуют виртуозную версификационную технику и изощренность стиля, и повышенное внимание к феномену стиля, свойственные модернизму с его надломленной творческой волей. Экстремальное внимание к стилю наблюдается в переходные эпохи).

Творчество Клюева вызывает глубокий интерес. Отметим статьи Л. А. Киселевой «Русская икона в творчестве Николая Клюева» (1996), «Христианство русской деревни в поэзии Николая Клюева» (1993), «Есенинское слово в текстах Николая Клюева» (1998), «Поэма Николая Клюева «Мать Суббота»» (1999), «Погорельщина» в контексте образного мышления Н. А. Клюева (1991), «У истоков «Большого эпоса» Николая Клюева: Песни из «Заонежья» (2002); «Дивный и предивный мир»: Русский старообрядческий Север в лирике Н. А. Клюева 1910 годов (2006); статьи Т. В. Мануковской «Народная основа военной лирики Н. Клюева» (2005); «Фольклорно-мифологическая основа библейского сюжета в стихах Н. Клюева» (2005); «О фольклористическом аспекте произведений Н. Клюева» (2005); «Трансформация религиозно-философских взглядов в поэзии Н. Клюева» (2005); диссертацию Т. В. Мануковской «Эволюция фольклорно-мифологических образов и мотивов в поэзии Николая Клюева» (2007); главу Н. М. Солнцевой (в коллективной монографии) «Погорельщина» Н. Клюева («Вопросы мифопоэтики)» (2023); диссертации О. А. Клевачкиной «Пушкинские традиции в поэзии Н. А. Клюева»; Д. А. Савельева «Духовные искания Николая Клюева и его творческое наследие 1910-1920 гг.»; Герасименко М. В. «Структурно-смысловая организация зоологических образов-символов в поэзии Н. А. Клюева»; Лисицкой Е. Н. «Эпическое

творчество Николая Клюева (организация мотивов)»; С. И. Субботина «Н. А. Клюев: поэзия 1905-1908 гг. и проза 1919-1923 гг. вопросы источниковедения и атрибуции» (2007).

Особо отметим исследование А. П. Казаркина «Посвященный от народа»: путь Николая Клюева (2013), где рассматривается художественный мир Клюева с характерным для клюевского универсума соединением Неба и Земли (проблему синтеза небесного и земного Клюев решал всю жизнь), а путь Клюева интерпретируется как «религиозно-философские искания и колебания между традиционализмом и модернизмом». Цель статьи – рассмотреть взаимодействие традиционалистского и модернистского начал в поэзии Николая Клюева. Анализ позволил прийти к предположению о том, что воздействие модернизма на художественное сознание и, соответственно, на поэтику Николая Клюева исключительно велико. Оно проявляется, прежде всего, в отклонении от фундаментальных предпосылок литературы классического канона, что парадоксальным образом приводит к тому, что блистательное, основанное на высочайших художественных средствах древнерусской книжности Слово Николая Клюева знаменует некоторое некоторый уход в тень перформативного Слова-Дела русской культурной традиции – прежде всего, в сфере христианских (характеризующихся радикальной постановкой проблем добра и зла, греха, совести, любви концептов). Глубина клюевской идеи нетленной России беспрецедентна, но Клюев ставит проблему не как христианин, а как гностик.

Характер взаимодействия традиционализма и модернизма в дискурсе Клюева можно обозначить в терминах пролиферации, создающей эффект диффузии, дифракции и дисперсии, – или листа Мебиуса.

Влияние модернизма проявляется в мотивах, образных системах и лингвокогнитивных механизмах художественного слова, в когнитивной структуре образа.

Клюев впитал яд и очарование модерна. Поэт не был изолирован в литературном процессе, участвовал в литературных объединениях, обществах, чтениях, собраниях – и был востребован. Напомним важное событие петербургского периода жизни Клюева – сотрудничество поэта с Обществом возрождения художественной Руси, которое было организовано при поддержке императора Николая и по инициативе князя А. А. Ширинского-Шихматова. В 1915-1917 гг. в Царскосельской иконописной мастерской Федоровского городка проходили заседания ОВХР. Клюев был их активным участником. Его творчество отвечало вызовам времени. Петербург – самый фантазийный и европейский город России, поддавшийся чарам модерна, – ощутил вкус к древнерусской культуре.

Первые книги Клюева – «Братские песни» (переложение сектантских песнопений) и «Сосен перезвон» (1912), вызвали одобрительные отзывы акмеистов и символистов. Было нечто в символике

Клюева, в блоковских интонациях его первых стихотворений, в порыве к *бесконечному*, но и, несомненно, в *подлинности* и красоте языка Русского Севера, что привлекло внимание самого Александра Блока, которому Клюев написал письмо и с которым встретился, – Блок писал о том, что Клюев – огромная радость в его осенней жизни… Впоследствии и Блок, и Брюсов, и Андрей Белый разочаровались в Клюеве – возможно, не хватило любви, не хватило понимания. В 1913 году вышел сборник «Лесные были». Клюев сблизился с акмеистами, печатался в журналах «Аполлон» и «Гиперборей».

Творческие связи Клюева и стиль эпохи (влияние модерна, безусловно, чувствуется и в стиле жизни Клюева) сказалось на художественной семантике его поэтического слова. Жизнеборческий гнозис, столь характерный для старческих и раздосадованных эпох, гнозис, сказавшийся на поэтике многих произведений Клюева, включая «Погорельщину», поэтический хмель, опьянение сказа, Слова, прецедентного текста, власть литературной моды и престижа, очарование творчества поэтов-икон модерна кружили голову Клюева, но таково было и настроение эпохи, теряющей классическое «единство Слова и выражаемых им высших смыслов» [Топоров, В. Н. Святость и святые в русской духовной культуре: в 2-х т.: в 2-х т. Т. 1 / В. Н. Топоров. – М.: Гнозис; Языки русской культуры, 1995. – Т. 1. Первый век христианства на Руси. 874 с.] – и радикальность христианской постановки нравственных проблем и закономерно стремящейся к гнозису и архаике мифа, актуализирующей всплывающие из неведомых глубин архетипы (по Шпенглеру, эпохи, «тяготеющей к лону прадушевной мистики» [Шпенглер О. Закат Европы. М., 2006. – 798 с.]); таков был апостериорный и чарующе-фальшивый стиль модерна с его парадоксальной гармонией, который у столь разных поэтов обнаруживал внутреннее единство. Что можно сказать о строках Владимира Нарбута, основателя акмеизма (современники утверждали, что его чтения напоминали черную литургию): *«Песья звезда, миллиарды лет мед собирающая в свой улей»?* Впрочем, по свидетельству Казаркина [1], «Для акмеистов Клюев был чужаком: ведь мистическое двоемирие и богоискательство Н. Гумилев и его преемники решительно отвергли». Думаем, отношение акмеистов к Клюеву не меняло сути – в некоторых текстах Клюева видны черты акмеизма. Но Клюев выходил за концептуальные пределы акмеизма: вещь для Клюева никогда не была самодостаточной, как для акмеистов; в ней всегда виделся Божий промысел и Божественное *«И увидел Бог, что это хорошо»*. Т. А. Пономарева [5] пишет об отношении Н. А. Клюева к телу: «Принимаю тело мое как сад виноградный, почитаю и люблю его неизреченно»; клюевская утонченность в восприятии мира (и его со-природность и высочайший вкус) «прославляет единство предметного мира русского народного быта» [5]. Клюев употребляет красивые (смакование красо-

ты вещей в слове и самого слова!) крестьянские слова (их приводит Т. А. Пономарева [5]): *«ирбитской кожи наборный сапог», «куманичное варенье»* – и *здесь* видим артистическую очарованность красотой вещей, красотой мира.

Клюев был поэтом Серебряного века. Он испытал опьяняющее (и, как это ни кощунственно звучит в отношении Клюева, дегуманизирующее) воздействие эпохи модерна. (Но *боль* модерна – была подлинной. И каждый из больших поэтов модерна нашел связь с современностью – через страдание на своей земле. А. И. Михайлов [4] пишет о том, что художник может выразить свой творческий потенциал только «в случае глубоко органического совпадения субъективных ценностей творца с ценностями объективного мира». Михайлов говорит о «трагическом урбанизме Владимира Маяковского», «песенном голосе русской души и народной трагедии двадцатого века в тончайшей лирике Анны Ахматовой». «Для Клюева такой объективной ценностью была Россия» [4]). Именно поэтому столь причудливым оказалось напоминающее славянскую вязь переплетение в клюевском дискурсе «семантической поэтики фольклора, средневековой экзегетики и тропологии, догматики и эстетики старообрядчества, поэтики духовного стиха и акафиста» Л. А. Киселева [2] и модернизма.

Эклектика идиостиля Н. А. Клюева становится явственной в сопоставлении приводимых нами дискурсов – сибирского письма Клюева Н. Ф. Христофоровой, где звучит голос скорби и муки, и стихотворения «Треснет тишь, бумажная скорлупка…»

В письме Н. Ф. Христофоровой Николай Клюев описывает свое последнее пристанище: *«Привезли и вынесли на руках из телеги в мою конуру… Я лежу…лежу… За косым оконцем моей комнатушки – серый сибирский ливень со свистящим ветром. Здесь уже осень, холодно, грязь по хомут, за дощатой заборкой ревут ребята, рыжая баба клянет их, от страшной лохани под рукомойником несет тошным смрадом»*.

Реалистический, «черствый» стиль этого сибирского письма Клюева (это *проза поэта*, что позволяет говорить о стиле!) снова заставляет вспомнить о том, как богато, неисчерпаемо, многолико, *драгоценно* художественное сознание этого великого поэта – достаточно привести контексты, испытавшие воздействие модернизма и характеризующиеся изысканной, *словесной*, эпифорической, апостериорной, новаторской, экстремально субъективной, «волюнтаристской», отступающей от логоса символикой: *Треснет тишь – бумажная скорлупка, И стихи, как выводок фрегатов, Вспенят глубь, где звукоцвета губка Тянет стебель к радугам закатов; Нужны ль вам мои стихи-ковриги, Фолиант сермяжный и сосновый? Под лучами пучится, как шапка, Мякоть мысли. Зреет гуд комарий*). Эти метафоры трудно воспринимаются, они создают фантастические миры, как «Поэма экстаза»

Александра Скрябина, они *экзистенциально* трудно воспроизводимы, это образы с *длинным семантическим путем* декодирования, метафоры «затрудненной» семантики, в том смысле, что почти неразрешимы на реальном пространстве (пространстве действительности). Здесь воистину явлена «новая модель авторского сознания» (свидетельствующая отступничество от *логоса*), новый (и фундаментальный, философический) модус видения мира (по сравнению с классическим каноном, где реализм сочетался с высочайшей христианской духовностью, тончайшим психологизмом и радикальной (у Достоевского – гностической) постановкой проблем добра и зла, прощения и вины). Поэтика приведенных отрывков очень близка поэтике человека, бывшего литературным оппонентом Клюева и обладавшего столь же виртуозным версификационным даром, – Владимира Маяковского (*«Маяковскому грезится гудок над Зимним…»*). Оппозиция «деревня-природа-жизнь»: «город-техника-прогресс» – и в этом еще одна странность Н. А. Клюева – не отменяла сходства символики дискурсов Клюева и Маяковского. В чем же сходство поэтики Клюева и Маяковского? Очевидно, в апостериорном, волюнтаристском, словесном и крайне субъективном характере образности; в экстремальной экспрессивности; живописным аналогом такого поэтического пространства могло быть мертвенное сюрреалистическое пространство Сальвадора Дали. Можно говорить о *футуристической* (модернистской) поэтике этого и подобных дискурсов Клюева. Модернистское влияние в данном дискурсе Клюева проявляется в виртуозной поэтической (семантической) технике, которая почти лишена онтологической застрахованности и лишена не только христианских смыслов, но, по-видимому, настоящей боли и глубокой эмоциональности – ***у Клюева только здесь***, хотя оба – поэты трагедии (кромешная тоска звучит в дискурсах многих модернистов, и особенно – крупных поэтов; у Маяковского – трагический урбанизм, безысходное одиночество поэта среди каменных джунглей; взыскание доброты и любви, которых – нет). В основе стихотворения – оппозиция поэта и критики; поэта, являющегося представителем природы, и критики, отвергающей поэта. Извлечение смыслов (осмысление) таких дискурсов затруднено; следует заметить, что смысл – феномен онтологический, он связан с онтологией (референтом). Следует заметить еще одно – язык (он и вообще «фонит» – Э. Сепир и Б. Уорф) – в этих дискурсах язык навязывает свой способ категоризации мира. Подобные дискурсы предвещают богооставленность и *человекооставленность* постмодернизма. Но у Маяковского – урбанистическая трагедия, боль поэта, затравленного равнодушной толпой, а «модернистские» дискурсы Клюева сменяются исполненной страстотерпческой муки «Погорельщиной», задушевностью «Избяных песен», в них Клюев был предельно подлинным – *в боли.* Реальность настигла обоих поэтов. В настоящей книге мы не анализируем идей-

но-художественное содержание сибирских писем Николая Клюева – Сергею Клычкову, Варваре Горбачевой, Н. Ф. Христофоровой и другим. Однако именно в этих письмах выявляется последнее совершенство души Клюева, последняя высота его пути, его креста – мученическое терпение, любовь и взыскание ПРОЩЕНИЯ (как у многих русских – национальная черта, даже в возгласе при расставании – «прощай»): «Не ищу славы человеческой. Ищу лишь одного прощения. Простите меня, дальние и близкие! Все, кому я согрубил или был неверен» (Н. Ф. Христофоровой, 10 июня 1934 г.).

Клюеву удалось проникнуть в глубочайшую суть фольклора, сохранив «непостижимые слуху переливы его голоса» и преобразовав их в индивидуально-авторское начало в ослепительном синтезе.

Так, например, в стихотворении «Обидин плач» возникает персонифицированный фольклорный образ Обиды, получающий индивидуально-авторское развитие. «Один из замечательнейших образов этих плачей (причети. – Чижикова) – Обида, которую не знает куда «сбыть» вдова» [Чистов К. В. Русская причеть / Русское народное поэтическое творчество. Хрестоматия по фольклористике: Учеб. Пособие для филол. спец. пед. ин-тов / Сост. Ю. В. Круглов. – М.: Высш. шк., 1986 г. – С. 172] (клюевский образ Обиды намного духовнее, богаче в смысловом отношении, он более драматичен, экспрессивен и осложнен книжными древнерусскими ассоциациям и, получает философски обобщенное прочтение), а в поэме «Избяные песни» возникают мотивы сиротства, ожидания, связанные с фольклорным плачем (причетью): *«Лежанка ждет кота, пузан-горшок хозяйку, Объявятся они, как в солнечную старь, Мурлыке будет блин, А печку-многознайку Насытят щаный пар и гречневая гарь»*. *«Умерла мама – два шелестных слова, Умер подойник с чумазым горшком, Плачется кот и понура корова, смерть постигая звериным умом…»*. Эти строки из поэмы «Избяные песни» соотносятся с седьмой причетью – «*при возвращении в кладбища* – строится на поэтическом изображении мнимых поисков умершего в опустевшем и осиротевшем доме: избенка покосилась, стекла замутились, скотина стоит, понурив голову» [Там же, С. 172]. Но и в этой, лучшей из поэм Николая Клюева, пронизанной глубочайшей нежностью, щемящей искренностью, кровной связью с народной причетью, происходит вкрапление утонченных, экстремально субъективных, почти модернистских образов (а иногда и метаморфоз фольклорной образности (при сохранении *базовых* образов, «несущих конструкций»). Таков предельно ностальгический, насыщенный смыслами (можно сказать, конденсированный), почти набоковский, открывающий иной модус восприятия, изысканный образ *солнечной стари,* проникнутый головокружительной синестезией и создающий впечатление невозвратности и немыслимой временной дистанции.

Клюеву, как и Набокову, было дано «видеть невидимое и слышать неслышимое» (слова Игоря Золотусского о Набокове», видеть «звука лик».

Глубочайший фольклоризм Клюева, «русскость» сказовой манеры и модернистская техника дискурсов образуют прошитое терпкими диссонансами *гетерогенное единство*, предопределяя уникальность этой поэтической фигуры в ряду поэтов Серебряного века.

Список использованнойй литературы

1. Казаркин А. П. «Посвященный от народа»: путь Николая Клюева. Томск, 2013. 206 с.
2. Киселева Л. А. У истоков «Большого эпоса» Николая Клюева: Песни из «Заонежья» // РАН. Институт русской литературы (Пушкинский дом). 2002. № 2. С. 41-57.
3. Мануковская Т. В. Эволюция фольклорно-мифологических образов и мотивов в поэзии Николая Клюева: диссертация. Воронеж, 2007.
4. Михайлов А. И. О прозе Николая Клюева // Н. Клюев. Словесное Древо: проза. СПб., 2003.
5. Пономарева Т. А. Проза Николая Клюева 20-х годов. М., 1999. 135 с.
6. Субботин С. И. Н. А. Клюев: поэзия 1905-1908 гг. и проза 1919-1923 гг.: вопросы источниковедения и атрибуции: диссертация. М., 2008. 172 с.
7. Яновская И. В., Чижикова О. В., Золотых Н. В. Лингвокогнитивные механизмы индивидуально-авторского начала в поэтическом дискурсе // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 2, Языкознание. 2019. Т. 18. № 3. С. 251-261.
8. Яновская И. В., Чижикова О. В. От Пушкина к Тарковскому: традиция и современность. Волгоград, 2023. 135 с.
9. Чижикова О. В., Яновская И. В. Проблема народности Клюева // Человек – природа – общество: Сферы взаимодействия: монография. Волгоград, 2024. С. 98-107.

УДК 378.016:502

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ НОВОГО ТИПА

Шагина Ю. В., *канд. пед. наук, доцент*
Кропта О. А., *канд. филол. наук, доцент*
Родина А. Г., *канд. пед. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Интенсификация промышленного производства, хотя и ведет к росту материального благосостояния, неизбежно сопровождается истощением и загрязнением ключевых природных ресурсов – атмосферы, водных источников и почв. Возникающий дефицит экологически чистых компонентов окружающей среды напрямую влияет на качество жизни и здоровье населения, а также порождает значительные экономические издержки, связанные с ликвидацией нанесенного ущерба. В этом контексте особую актуальность приобретает формирование

системы экологического образования, призванной подготовить высококвалифицированных кадров, способных обеспечить долгосрочный социально-экономический прогресс страны.

Ключевые слова: *проблемы экологии, экологическое образование, экологические компетенции, направления экологического просвещения.*

Современный профессионал нуждается в более комплексном мировоззрении, основанном на парадигме устойчивого развития. Этот запрос закреплен в федеральных государственных образовательных стандартах, где компетентностный подход нацелен на воспитание специалистов, готовых решать разноплановые задачи. При этом любое управленческое или профессиональное решение должно оцениваться с учетом баланса экономических, социальных и экологических факторов в долгосрочной перспективе.

Концепция устойчивого развития, впервые сформулированная Международной комиссией по окружающей среде и развитию в 1983 году, трактуется как модель прогресса, удовлетворяющая потребности нынешнего поколения без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои нужды [1]. Ее принятие стимулировало развитие природоохранного законодательства во многих странах. В России соответствующий указ был подписан в 1996 году [2], однако разработанная позднее национальная стратегия так и не была полноценно реализована. Это свидетельствует о том, что, несмотря на глобальное признание идеи, в российском обществе и профессиональной среде она не получила достаточного распространения. Ключевую роль в ее популяризации должна сыграть образовательная система, особенно работа со студенческой аудиторией как с наиболее активной социальной группой.

В мировой повестке вопросы устойчивого развития занимают центральное место. Следовательно, отечественные вузы призваны сформировать у обучающихся понимание важности этой концепции для будущего России и мира в целом. Интеграция экологической составляющей в процесс профессиональной подготовки считается необходимым условием для перехода к устойчивой модели экономики. Речь идет не только о базовых курсах по экологии, но и о включении соответствующих принципов в содержание специальных дисциплин. Например, в экономических науках акцент должен смещаться не только на достижение высоких финансовых показателей, но и на оценку экологических последствий хозяйственной деятельности. Каждое решение должно рассматриваться через призму устойчивого развития.

Фундаментом для достижения его целей служит рациональное природопользование, которое обеспечивает сохранение среды обитания, минимизирует негативное антропогенное воздействие и регулирует потребление ресурсов. Центральным здесь является принцип

комплексности, обусловленный тем, что все природные ландшафты представляют собой взаимосвязанные элементы единой географической оболочки [3]. Воздействие на один компонент влечет цепные изменения во всей системе. Задача образования – заложить в будущих специалистах понимание этих взаимосвязей, чтобы на стадии проектирования технологий, объектов и систем они обеспечивали их гармоничную интеграцию в природную среду.

В отличие от традиционного подхода, где главная цель – максимальная экономическая эффективность при защите объекта от природных воздействий, образование для устойчивого развития формирует новое мышление. Оно ориентирует проектировщиков и управленцев на создание систем, устойчивых в долгосрочной перспективе за счет учета взаимозависимости технических и природных компонентов.

Практическим инструментом продвижения этих идей в вузах выступают Региональные центры экспертизы, создаваемые в рамках провозглашенной ООН Декады образования для устойчивого развития. Один из первых в России таких центров (признанный Университетом ООН) был организован в 2007 году на базе консорциума самарских научно-образовательных учреждений [4]. Их деятельность направлена на интеграцию соответствующих принципов в учебные программы и жизнь университетов. Однако решающая роль принадлежит профессорско-преподавательскому составу, который может наиболее эффективно внедрять идеи устойчивости непосредственно в содержание профессиональных дисциплин. Экологическое образование представляет собой непрерывный процесс усвоения системы ценностей и знаний, направленный на выработку необходимых компетенций и мировоззренческих установок. Его цель – глубокое осмысление и оценка сложных взаимосвязей в системе «человек – культура – природная среда».

В России за последние десятилетия сложилась дифференцированная система эколого-биологического образования, отвечающая потребностям различных социальных и возрастных групп. В соответствии с действующей Стратегией, она реализуется на нескольких уровнях: дошкольном, школьном, вузовском, в сфере профессиональной переподготовки и через просветительскую работу с населением. На большинстве из этих ступеней эффективно сочетается формальное (организованное) и неформальное образование.

Современное понимание высокой культуры, в том числе экологической, смещается от противопоставления социального и природного к осознанию их глубокого единства. Стабильность социоприродной системы достигается через это единство. Центральная роль в его осмыслении отводится образованию, суть которого, по мнению исследователей (например, Н. В. Осетровой), заключается не просто в передаче инфор-

мации, а в качественной трансформации мировоззрения, убеждений и, как следствие, поведения человека. На сегодняшний день владение основами охраны окружающей среды, принципами рационального природопользования, а также ключевыми положениями экологического права и экономики в этой сфере стало неотъемлемым компонентом профессиональной компетентности выпускника университета. Способность применять эти знания при решении отраслевых задач является обязательным квалификационным требованием. В связи с этим экологическая составляющая интегрирована в учебные планы всех направлений подготовки, однако ее содержание и глубина должны быть адаптированы к основной специализации будущего профессионала.

При анализе педагогических моделей важно разграничивать понятия *экологического обучения* и *экологического образования*. Последнее представляет собой целостную систему, нацеленную на усвоение теории и практики общей экологии как фундаментальной основы взаимодействия с природной средой. Оно интегрирует знания из географических, биологических, социально-экономических и технологических областей. Традиционная модель часто сводится к декларативной передаче специальной информации.

В противоположность этому, современная парадигма экологического образования носит гуманистический характер. Она направлена на личностное развитие обучающегося, его самореализацию в контексте решения социально-экологических задач и формирования ответственного отношения к окружающему миру. *Экологическое обучение* выступает как более широкий комплекс, включающий в себя элементы воспитания, просвещения, образования и пропаганды, конечной целью которого является формирование экологического мировоззрения.

Современный специалист должен не только владеть знаниями о рациональном природопользовании, но и уметь применять их для оптимизации использования ресурсов, материалов и оборудования в конкретных производственных условиях. Критически важным навыком становится способность проводить экологическую оценку каждого профессионального решения. Это обуславливает необходимость постоянного совершенствования форм и методов организации учебного процесса. Знания становятся по-настоящему значимыми для студента только тогда, когда они «открыты» им самостоятельно в условиях созданной преподавателем мотивирующей образовательной среды.

Для достижения целей современного экологического образования применяются следующие методико-педагогические подходы:

1. Интегрированный подход: основан на идее неразрывного единства человека и среды, способствуя целостному эмоционально-рациональному восприятию природы и гармоничному развитию личности.

2. Фасилитационный подход: ориентирован на поддержку познавательных и творческих потребностей обучающихся через сотрудничество, взаимное уважение и доверие между преподавателем и студентом, мотивацию и веру в его потенциал.

3. Проблемное обучение**:** развивает навыки самостоятельного решения проблем, поиска информации и применения знаний на практике. Работа строится вокруг четко сформулированной цели с достижимыми промежуточными результатами.

4. Интерактивное обучение: включает ролевые и деловые игры, модерируемые дискуссии, разбор смоделированных ситуаций. Направлено на отработку навыков решения комплексных, в том числе социально-экологических, задач через активное взаимодействие.

5. Стратегическое планирование: развивает компетенции в области проектирования и управления инициативами, нацеленными на улучшение локальной экологической обстановки.

6. Обучение через сотрудничество: способствует глубокому усвоению материала, развивает умение учитывать разные точки зрения, а также навыки командной работы и разрешения конфликтов.

7. Метод приоритета нравственных ценностей: воспитывает экологическое сознание через создание условий для выстраивания личной системы нравственных ориентиров в отношении окружающего мира.

Важно учитывать индивидуальные особенности восприятия информации (аудиальные, визуальные, кинестетические) и использовать в учебном процессе разнообразные форматы, ориентированные на разные типы обучающихся.

Динамичность современного производства, где техническое и технологическое оснащение кардинально обновляется несколько раз за карьеру специалиста, предъявляет особые требования к подготовке. Университет должен готовить профессионалов широкого профиля с фундаментальной теоретической базой, что позволит им быстро адаптироваться к меняющимся условиям.

Постоянное изменение характера взаимодействия общества и природы в эпоху научно-технического прогресса создает объективную потребность в непрерывном профессиональном развитии, углублении и обновлении знаний. Следовательно, образование, нацеленное на обеспечение экологически устойчивого развития (в соответствии с принципами, утвержденными Конференцией ООН по окружающей среде и развитию 1992 г.), должно быть перманентным.

Чтобы знания, полученные в вузе, не устаревали и сохраняли свою актуальность для эффективной профессиональной деятельности в сфере экологии, необходимо осуществлять постоянную ревизию содержания учебных программ, а также форм и методов обучения. Это позволит обеспечить непрерывную адаптацию образовательного процесса к новым политическим и социально-экономическим реалиям, реализующим концепцию устойчивого развития.

Учреждения дополнительного образования эколого-биологической направленности обладают значительным потенциалом для воспитания. Они создают для ребенка уникальную среду, способствующую:

- Всестороннему личностному росту (интеллектуальному, социальному, физическому).
- Успешной социальной адаптации.
- Формированию общей и, в первую очередь, экологической культуры, понимаемой как способность к экологически целесообразным действиям.
- Воспитанию активной гражданской позиции в поддержку идей устойчивого развития и здоровой среды обитания.

Ключевым педагогическим условием для достижения этих целей является личностно ориентированный подход, который, как отмечают В. А. Болотов и В. В. Сериков, обеспечивает максимальную реализацию потенциала личности, признание ее значимости как окружающими, так и ею самой.

Формирование экологической культуры требует комплекса условий, которые можно разделить на две группы:

1. Естественные условия: непосредственный контакт с природой, жизненный опыт, влияние семьи, личные и групповые мотивы поведения, доминирующее общественное мнение.

2. Педагогические условия: учет возрастных и индивидуальных особенностей учащихся (склонностей, интересов); обеспечение непрерывности экологического образования; разнообразие практико-ориентированных форм деятельности.

Право человека на благоприятную окружающую среду, признанное мировым сообществом, является фундаментальной основой всего экологического образования. Поэтому оно должно стать не просто элементом, а одной из ключевых опор всей образовательной системы.

- Выявление и распространение передового педагогического опыта.
- Методическая поддержка педагогов через обучающие семинары и практикумы.
- Организация учебно-исследовательской и проектной деятельности учащихся.
- Координация массовых природоохранных мероприятий.

Участие в таких мероприятиях является важным условием эффективности воспитания, способствуя личностному самоопределению и профессиональной ориентации школьников. Воспитанники центра регулярно и успешно участвуют в конкурсах различного уровня – от районных до международных, демонстрируя стабильно высокие результаты, что подтверждает действенность выбранной образовательной модели.

Таким образом, в современном мире любое социально-экономическое планирование невозможно без опоры на концепцию устойчивого развития. Детальная проработка и реализация ее принципов в различных отраслях экономики – это прямая задача для нового поколения специалистов, чье профессиональное сознание должно формироваться в рамках целостного экологического образования.

Список использованной литературы

1. Алексеев С. В. Образование и просвещение: две грани единого процесса (на примере формирования экологической культуры) // Непрерывное образование: XXI век. 2018. № 2 (22). С. 2-15.

3. Громов Е. В. Экологическое просвещение, как фактор формирования экологической культуры // Novaum.ru. 2017. № 9. С. 65-67.

4. Ермаков Д. С., Суравегина И. Т. Экологическое образование: от изучения экологии – к решению экологических проблем. Новомосковск: НФ УРАО, 2005. 142 с.

5. Искендерова С. М. Экологическое просвещение и анализ педагогического опыта // Наука и школа. 2020. № 3. С. 100-114.

6. Китов А. Ю. К проблеме инновационных обучающихся технологий в вузе // Материалы Международной научно-методической конференции. Волгоград, 2024. С. 215-220.

7. Клюканова Л. Г. Экологическое просвещение как научно-образовательный, управленческий и информационный ресурс современного общества // Образование и право. 2018. № 5. С. 261-269.

8. Лосенкова И. Г., Косарева Г. У., Мокрышева И. В. Единство учебной и воспитательной деятельности как условие успешной реализации экологического направления воспитания обучающихся колледжа // Инновационное развитие профессионального образования. 2023. № 1 (37). С. 177-181.

9. Нестерова А. А., Макаров М. И. Историческая ретроспектива и перспективы развития экологического просвещения в России // Мир науки. Педагогика и психология. 2022. Т. 10. № 5. https://mir-nauki.com/PDF/40PSMN522.pdf

10. Шагина Ю. В., Кропта О. А., Родина А. Г. Современные тенденции методов обучения в высшей школе // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. С. 429-434.

УДК 811.161.1

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ СЛОЖНЫХ ПУНКТУАЦИОННЫХ ПРАВИЛ РУССКОГО ЯЗЫКА

Яновская И. В., *канд. филол. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрен метод решения задач русского правописания, основанный на использовании компьютерно-поддержанных визуальных форм.

Ключевые слова: *правила русского языка, алгоритмы, блок-схемы, дерево решений.*

Хорошо известно, что в системе мировых языков русский язык относится к числу наиболее полных и потому сложных. Эта полнота и сложность позволяют русскому языку добиваться необыкновенной выразительности, ясности и завораживающей глубины. Однако реализация словесных конструкций требует и соответствующей пунктуационной поддержки. Так, например, хорошо известно, и в этом легко убедиться самим, что Л. Н. Толстой писал, на первый взгляд, тяжёлыми и весьма сложными предложениями. Другое дело, что эти синтаксические конструкции в совокупности давали необыкновенный, можно сказать синергический, художественный эффект. Великие русские писатели в основном следовали подходу Толстого. Однако из этого следует, что в правилах написания высокохудожественных произведений были и исключения [1].

Например, писателем, возведшим краткость как основной метод написания также высокохудожественных произведений, был выдающийся русский писатель и стилист русского языка, лауреат Нобелевский премии по литературе И. А. Бунин. Конечно, то, что *делали* наши писатели в литературе, это искусство. Однако люди, не обладающие таким талантом к письму, то есть практически все мы, также имеют необходимость ясно, стройно и понятно письменно излагать свои мысли [2]. И здесь они сталкиваются со сложностью правильного письма. Подчеркну, что правописание предполагает грамотное изложение своих мыслей, основанное на всем известных правилах. Много ли этих правил? Да. Например, классический учебник русского языка конца 50-х начала 60-х годов для 6-9 классов содержал порядка 400 правил. Ясно, что запомнить их обычному школьнику, а потом и взрослому человеку нереально.

Педагогика того времени предполагала фактически механическое заучивание этих правил, что далеко не всегда приводило к хорошему результату. Отсюда и необходимость большого количества различных корректоров, редакторов и других профессионалов, которые поддерживали художественное и деловое письмо на должном и, как мы сейчас понимаем, высоком уровне грамотности [3]. Однако проблема правильного письма каждого человека в отдельности решалась на основе правил, которые человек запоминал со школьных времён. А память, как хорошо известно, у нас разная, к тому же многие правила весьма сложные.

Текстовая форма правил не очень способствовала их запоминанию, поэтому были нужны какие-то другие средства представления этих сложных правил орфографии и пунктуации.

Начиная с 60-х годов компьютерная техника стала широко использоваться в научных исследованиях, бизнесе и других сферах человеческой деятельности. Примерно тогда же стало понятно, что ло-

гическая деятельность человека может быть серьёзно поддержана логическими правилами, оформленными в виде так называемых алгоритмов. Алгоритм представляет собой средство, соединяющее логику правила и компьютерные возможности. Использование алгоритмов для представления сложных правил русского языка началось, по-видимому, в 70 годы и получило серьёзное развитие в середине 80-х годов [4]. Так, в советском Союзе получили признание сначала статьи, а потом и компьютерные программы профессора ВолГУ Л. Б. Селезнёвой. Уже первая программа «Орфос», написанная под её руководством, показала, что сложные правила, не только поддаются компьютерному решению, но и позволяют существенно облегчить их запоминание [5]. Оказалось, что тексты правил могут быть трансформированы через их алгоритмы в визуальные структуры, которые значительно проще и понимать, и запоминать.

В результате, например, «особенно сложное, обычное, то есть без алгоритмов, решение пунктуационных задач в бессоюзных сложных предложениях, в которых, как известно, отсутствуют между частями предложения союзы и союзные слова, существенно осложняют понимание характера смысловых отношений», может быть существенно упрощено.

Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма «Знаки препинания в бессоюзном сложном предложении»

Детализация блок-схемы, представленной на рисунке 1, приведена ниже на рисунке 2. Интересно отметить, что визуализация алгоритмов приводит к структуре хорошо известной в математической логике как дерево решений. Образно представим движение капельки воды от корня вверх по дереву. Так, двигаясь снизу вверх, капелька доходит до нижних веток, частично рассеивается по ним и продолжает движение вверх, также рассеиваясь на следующем уровне, и так далее вплоть до верхнего листочка. Однако заметим, что дерево решений является логическим представлением всего правила, но его использо-

вание в каждом конкретном случае является неполным. Рассмотрим следующий графически представленный и детализированный алгоритм «Знаки препинания в БСП».

Чтобы пояснить вышесказанное, рассмотрим двухшаговый алгоритм «ь знак после шипящих на конце слова», разработанный Л. Б. Селезневой [5]:

«Определите последовательно:

1. «Глагол, наречие, частица или нет (если глагол, наречие или частица, пишите мягкий знак, кроме слов-исключений; если любая другая часть речи, кроме существительного, не пишите мягкого знака).

2. Третье склонение или нет (если третье, пишите мягкий знак; в остальных случаях – не пишите)».

Этот алгоритм с целью простоты, наглядности и удобства использования был детализирован в форме следующей блок-схемы.

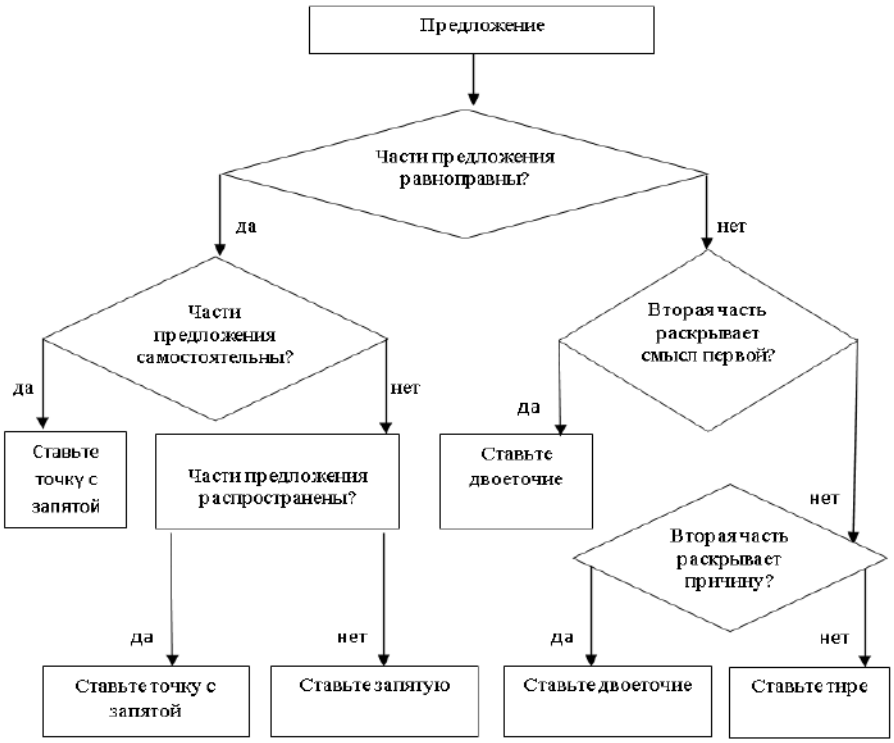

Рисунок 2 – Детализация блок-схемы

Таким образом, решение орфографических задач также можно проводить как с использованием алгоритмов, так и с использованием блок-схем.

Из общих соображений представляется целесообразным реализация указанных алгоритмов с применением компьютерных технологий. «Однако при этом, очевидно, придется отказаться от преподавания в хорошо знакомой студентам форме» [7].

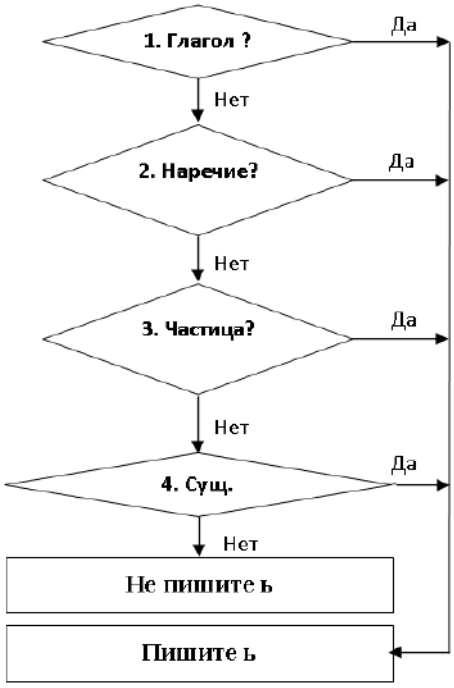

Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма «ь знак после шипящих на конце слова»

В заключение подчеркнём, что в работе рассмотрен метод решения задач правописания, основанный не на запоминании и использовании хорошо отработанных известных орфографических и пунктуационных правил, реализуемых в системе среднего образования. Важно, что данный метод, существенно использующий систему компьютерной поддержки алгоритмически реализованных правил русского языка, представлен в визуальной форме. В результате такого подхода отпадает необходимость в запоминании сотен, в том числе и весьма сложных правил, а решение конкретной задачи правописания сводится к простому логическому анализу, имеющему простую визуальную форму на экране компьютера [9].

Список использованной литературы

1. Яновская, И. В. А. С. Пушкин: истоки творчества // Развитие научного и художественного потенциала как фактор воспитания личности: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2017. С. 135-140.

2. Щерба Л. В. Безграмотность и ее причины. Л., 1927.

3. Яновская И. В., Чижикова О. В., Золотых Н. В. Лингвокогнитивные механизмы индивидуально-авторского начала в поэтическом дискурсе // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 2, Языкознание. 2019. Т. 18. № 3. С. 251-261.

4. Яновская И. В. Алгоритмизированный курс русского языка // Культурно-историческое взаимодействие русского языка и языков народов России: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Элиста: Изд-во Калм. ун-та, 2009. С. 220-224.

5. Селезнева Л. Б. Укрощаем орфограмму: Алгоритмизированное обучение. Волгоград: Ниж.-Волж. кн. изд-во, 1993.

6. Селезнева Л. Б. Обучающие компьютерные программы в современном русском письме: интерпретация и реализация нормы // Вестник ВолГУ. Серия 6: Университетское образование: Сб. науч. ст. Волгоград, 1998. Вып. 1.

7. Яновская И. В. Графическое представление алгоритмизированного курса русского языка и культуры речи при изучении дисциплин экологической направленности // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2017. Том 6. С. 85-89.

8. Русский язык. Энциклопедия. М.: Большая Российская энциклопедия. М.: Дрофа, 1997.

9. Селезнева Л. Б. Интенсивный курс русской пунктуации: учебное пособие. СПб: «Специальная литература», 1997.

10. Яновская И. В., Чижикова О. В. От Пушкина к Тарковскому: традиция и современность: монография. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2023. 168 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА В АПК

УДК 539.3

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИСКРЕТИЗАЦИИ ТОНКОСТЕННЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Андреев А. С., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Матрица жесткости четырехугольного конечного элемента дискретизации получена с использованием смешанного варианта МКЭ. Описывается тензорно-векторная форма интерполяционной процедуры, где в качестве интерполируемых объектов выступают тензоры деформаций и искривлений срединной поверхности и вектор перемещения точки данной поверхности. Получены аппроксимирующие выражения для компонент тензоров деформаций и искривлений, являющиеся функциями тензоров деформаций и искривлений узловых точек четырехугольного конечного элемента дискретизации.

***Ключевые слова**: оболочечные конструкции, метод конечных элементов, четырёхугольный конечный элемент, смешанный функционал.*

Большинство оболочечных конструкций в АПК подвержены воздействию определенного типа нагрузок [1-3, 5, 6, 8, 9]. Важное значение в определении срока эксплуатации этих конструкций играет точность в определении их НДС. Компьютерные технологии позволяют использовать различные численные методы расчета для анализа НДС инженерных конструкций [1-10]. При расчете конструкции на прочность всё чаще используют численные методы. Одним из таких методов является – метод конечных элементов (МКЭ).

В статье приводится алгоритм конечно-элементного расчета оболочечной конструкции, имеющей форму эллиптического цилиндра.

Срединная поверхность тонкой оболочки эллипсоидального типа может быть определена с помощью радиус-вектора

$$\vec{R}^0 = x\vec{\imath} + r\sin(\theta)\,\vec{\jmath} + r\cos(\theta)\vec{k}. \qquad (1)$$

Радиус поперечного сечения эллиптического цилиндра определяется равенством

$$r = bc/\sqrt{b^2cos^2\theta + c^2sin^2\theta} \qquad (2)$$

Ковариантные векторы базиса в произвольной точке срединной поверхности оболочки определяются с помощью формул

$$\vec{a}_1^0 = \vec{R}_{,x}^0; \quad \vec{a}_2^0 = \vec{R}_{,\theta}^0; \quad \vec{a}^0 = (\vec{a}_1^0 \times \vec{a}_2^0)/|\vec{a}_1^0 \times \vec{a}_2^0|. \qquad (3)$$

Производные векторов локального базиса в матричной форме получаем дифференцированием (3) по x и θ

$$\underset{3\times1}{\{\vec{a}^0_{,x}\}} = \underset{3\times3}{[d_x]}\underset{3\times1}{\{\vec{a}^0\}};\ \underset{3\times1}{\{\vec{a}^0_{,\theta}\}} = \underset{3\times3}{[d_\theta]}\underset{3\times1}{\{\vec{a}^0\}}, \tag{4}$$

где $\{\vec{a}^o\}^T = \{\vec{a}^o_1 \vec{a}^o_2 \vec{a}^0\};\ \{\vec{a}^o_{,x}\}^T = \{\vec{a}^o_{1,x} \vec{a}^o_{2,x} \vec{a}^o_{,x}\};\ \{\vec{a}^o_{,\theta}\}^T = \{\vec{a}^o_{1,\theta} \vec{a}^o_{2,\theta} \vec{a}^o_{,\theta}\}$.

Радиус-вектор $\vec{R}^{o\zeta}$ определяет положение точки К$^{o\zeta}$, которая находится на расстоянии ζ от срединной поверхности в исходном состоянии

$$\vec{R}^{o\zeta} = \vec{R}^o + \zeta \vec{a}^o\ . \tag{5}$$

Векторы перемещений точек К^o и К$^{o\zeta}$ определяются соответствующими выражениями

$$\vec{v} = v^1 \vec{a}^0_1 + v^2 \vec{a}^0_2 + w\vec{a}^0 = \underset{1\times3}{\{\vec{a}^0\}^T}\underset{3\times1}{\{W\}};\quad \vec{V} = \vec{v} + \zeta(\vec{a} - \vec{a}^0), \tag{6}$$

где $\vec{a} = \frac{\vec{a}_1 \times \vec{a}_2}{|\vec{a}_1 \times \vec{a}_2|}$, $\vec{a}_1 = \vec{a}^0_1 + \vec{v}_{,x}$; $\vec{a}_2 = \vec{a}^0_2 + \vec{v}_{,\theta}$

Радиус-вектор $\vec{R}^{\zeta}$ определяющий положение точки К$^{\zeta}$ определяется выражением

$$\vec{R}^{\zeta} = \vec{R}^{0\zeta} + \vec{V} = \vec{R}^{0\zeta} + \vec{v} + \zeta \Delta\vec{a}, \tag{7}$$

где $\Delta\vec{a} = \vec{a} - \vec{a}^0$.

Векторы базиса исходного и актуального состояний в точках К^o и К$^{o\zeta}$ могут быть определены по формулам

$$\vec{g}^0_1 = \vec{R}^{0\zeta}_{,x};\vec{g}_1 = \vec{R}^{\zeta}_{,x} = \vec{g}^0_1 + \vec{v}_{,x} + \zeta\Delta\vec{a}_{,x};\vec{g}_2 = \vec{R}^{\zeta}_{,\theta} = \vec{g}^0_2 + \vec{v}_{,\theta} + \zeta\Delta\vec{a}_{,\theta}. \tag{8}$$

Для получения соотношений Коши в точке К$^{\zeta}$ можно воспользоваться соотношениями механики сплошных сред [7]

$$\varepsilon^{\zeta}_{\alpha\beta} = \frac{\left(g_{\alpha\beta} - g^0_{\alpha\beta}\right)}{2} = \frac{1}{2}\left(\vec{g}^0_\alpha \cdot \vec{v}_{,\beta} + \vec{g}^0_\beta \cdot \vec{v}_{,\alpha}\right) = \varepsilon_{\alpha\beta} + \zeta\varkappa_{\alpha\beta}. \tag{9}$$

На основе гипотезы Кирхгофа деформации (9) могут быть представлены в виде

$$\underset{3\times1}{\left\{\varepsilon^{\zeta}_{\alpha\beta}\right\}} = \underset{3\times6}{[Z]}\underset{6\times1}{\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\}}, \tag{10}$$

где $\underset{1\times6}{\left\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\right\}^T} = \{\varepsilon_{11}\varepsilon_{22}2\varepsilon_{12}\varkappa_{11}\varkappa_{22}2\varkappa_{12}\}$.

Деформации $\varepsilon_{\alpha\beta}$ и искривления $\varkappa_{\alpha\beta}$ в точке К срединной поверхности оболочки наряду с компонентами вектора перемещения и их производными выбираются в качестве узловых неизвестных четырехугольного КЭ. Искомые узловые варьируемые параметры могут быть представлены в матричной форме следующим образом

$$\underset{1\times36}{\{W_y\}}^T = \left\{\underset{1\times12}{\{v^{1G}\}}^T \underset{1\times12}{\{v^{2G}\}}^T \underset{1\times12}{\{w^G\}}^T\right\};\ \underset{1\times24}{\{\varepsilon\varkappa_y\}}^T = \left\{\underset{1\times12}{\{\varepsilon_{\alpha\beta y}\}}^T \underset{1\times12}{\{\varkappa_{\alpha\beta y}\}}^T\right\}, \quad (11)$$

где $\underset{1\times12}{\{\varepsilon_{\alpha\beta y}\}}^T = \{\varepsilon_{11}^i \varepsilon_{11}^j \varepsilon_{11}^k \varepsilon_{11}^l \varepsilon_{22}^i \dots \varepsilon_{22}^l 2\varepsilon_{12}^i \dots 2\varepsilon_{12}^l\}$;

$\underset{1\times12}{\{\varkappa_{\alpha\beta y}\}}^T = \{\varkappa_{11}^i \varkappa_{11}^j \varkappa_{11}^k \varkappa_{11}^l \varkappa_{22}^i \dots \varkappa_{22}^l 2\varkappa_{12}^i \dots 2\varkappa_{12}^l\}$;

$\underset{1\times12}{\{q^G\}}^T = \{q^i q^j q^k q^l q_{,x}^i \dots q_{,x}^l q_{,\theta}^i \dots q_{,\theta}^l\}$.

В качестве аппроксимирующих функций для деформаций $\varepsilon_{\alpha\beta}$ и искривлений $\varkappa_{\alpha\beta}$ срединной поверхности эллипсоидальной оболочки были использованы билинейные функции локальных координат ξ, η

$$\varepsilon_{\alpha\beta} = \underset{1\times4}{\{\varphi\}}^T \begin{Bmatrix} \varepsilon_{\alpha\beta}^i \\ \varepsilon_{\alpha\beta}^j \\ \varepsilon_{\alpha\beta}^k \\ \varepsilon_{\alpha\beta}^l \end{Bmatrix};\ \varkappa_{\alpha\beta} = \underset{1\times4}{\{\varphi\}}^T \begin{Bmatrix} \varkappa_{\alpha\beta}^i \\ \varkappa_{\alpha\beta}^j \\ \varkappa_{\alpha\beta}^k \\ \varkappa_{\alpha\beta}^l \end{Bmatrix}. \quad (12)$$

Компонента вектора перемещения точки срединной поверхности и ее производные аппроксимируется посредством произведений полиномов Эрмита третьего порядка

$$q = \underset{1\times12}{\{\psi\}}^{\mathrm{T}} \underset{12\times1}{\{q^L\}};\ q_{,\alpha} = \underset{1\times12}{\{\psi_{,\alpha}\}}^{\mathrm{T}} \underset{12\times1}{\{q^L\}};\ q_{,\alpha\beta} = \underset{1\times12}{\{\psi_{,\alpha\beta}\}}^{\mathrm{T}} \underset{12\times1}{\{q^L\}}, \quad (13)$$

где $\underset{1\times12}{\{q^L\}}^T = \{q^i q^j q^k q^l q_{,\xi}^i \dots q_{,\xi}^l q_{,\eta}^i \dots q_{,\eta}^l\}$.

Для компонент вектора перемещений внутренней точки конечного элемента можно на основе (13) и (11) сформировать матричное соотношение

$$\underset{3\times1}{\{W\}} = \underset{3\times36}{[A_1]} \underset{36\times1}{\{W_y\}}. \quad (14)$$

Столбец деформаций и искривлений в произвольной точке срединной поверхности выражается через узловые значения этих величин на основе (12) и (11) матричным выражением

$$\underset{6\times1}{\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\}} = \underset{6\times24}{[H_1]} \underset{24\times1}{\{\varepsilon\varkappa_y\}}. \quad (15)$$

На основании (8), (9) и (10) столбец деформаций и искривлений можно представить через узловые величины векторов перемещений

$$\underset{6\times1}{\left\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}^{k}\right\}} = \underset{6\times3}{[\mu]}\,\underset{3\times1}{\{W\}} = \underset{6\times3}{[\mu]}\,\underset{3\times36}{[A_1]}\,\underset{36\times1}{\{W\}} = \underset{6\times36}{[B_1]}\,\underset{36\times1}{\{W\}}, \tag{16}$$

где $\underset{6\times3}{[\mu]}$ – матрица дифференциальных операторов.

Аппроксимирующие выражения (12), (13) отражают традиционную для МКЭ форму интерполяционной процедуры.

Если интерполировать тензоры деформаций и искривлений, а также вектор перемещения не по отдельным их компонентам, а как тензорные величины, то необходимо применять интерполяционную процедуру для тензоров и векторов

$$\vec{\vec{\varepsilon}}_{\alpha\beta} = \underset{1\times4}{\{\varphi\}^T}\underset{4\times1}{\left\{\vec{\vec{\varepsilon}}_{\mathrm{y}}\right\}}; \vec{\vec{\varkappa}}_{\alpha\beta} = \underset{1\times4}{\{\varphi\}^T}\underset{4\times1}{\left\{\vec{\vec{\varkappa}}_{\mathrm{y}}\right\}}; \vec{v} = \underset{1\times12}{\{\psi\}^T}\underset{12\times1}{\left\{\vec{v}_y^L\right\}};$$

$$\underset{12\times1}{\left\{\vec{v}_y^L\right\}} = \underset{12\times12}{[PR]}\,\underset{12\times1}{\left\{\vec{v}_y^G\right\}}, \tag{17}$$

где $\underset{1\times4}{\left\{\vec{\vec{\varepsilon}}_{\mathrm{y}}\right\}^T} = \left\{\vec{\vec{\varepsilon}}_{\alpha\beta}^{i}\vec{\vec{\varepsilon}}_{\alpha\beta}^{j}\vec{\vec{\varepsilon}}_{\alpha\beta}^{k}\vec{\vec{\varepsilon}}_{\alpha\beta}^{l}\right\}; \underset{1\times4}{\left\{\vec{\vec{\varkappa}}_{\mathrm{y}}\right\}^T} = \left\{\vec{\vec{\varkappa}}_{\alpha\beta}^{i}\vec{\vec{\varkappa}}_{\alpha\beta}^{j}\vec{\vec{\varkappa}}_{\alpha\beta}^{k}\vec{\vec{\varkappa}}_{\alpha\beta}^{l}\right\}; \underset{1\times12}{\left\{\vec{v}_y^L\right\}^T} =$

$\left\{\vec{v}^i\vec{v}^j\vec{v}^k\vec{v}^l\vec{v}_{,\xi}^{i}\ldots\vec{v}_{,\xi}^{l}\vec{v}_{,\eta}^{i}\ldots\vec{v}_{,\eta}^{l}\right\}; \underset{1\times12}{\left\{\vec{v}_y^G\right\}^T} = \left\{\vec{v}^i\vec{v}^j\vec{v}^k\vec{v}^l\vec{v}_{,\alpha}^{i}\ldots\vec{v}_{,\alpha}^{l}\vec{v}_{,\beta}^{i}\ldots\vec{v}_{,\beta}^{l}\right\}.$

Вектор перемещения (14) внутренней точки КЭ и его частные производные можно представить выражениями

$$\vec{v} = \underset{1\times12}{\{\psi\}^T}\underset{12\times12}{[PR]}\,\underset{12\times36}{[l]}\,\underset{36\times1}{\{W_y\}}; \vec{v}_{,\alpha} = \underset{1\times12}{\left\{\psi_{,\alpha}\right\}^T}\underset{12\times12}{[PR]}\,\underset{12\times36}{[l]}\,\underset{36\times1}{\{W_y\}};$$

$$\vec{v}_{,\alpha\beta} = \underset{1\times12}{\left\{\psi_{,\alpha\beta}\right\}^T}\underset{12\times12}{[PR]}\,\underset{12\times36}{[l]}\,\underset{36\times1}{\{W_y\}}, \tag{18}$$

где $\underset{12\times36}{[l]}$ – матрица, элементами которой являются строки векторов узловых точек КЭ.

Входящие в левые части (17) тензоры деформаций и искривлений в точке, принадлежащей внутренней области четырехугольного КЭ, могут быть представлены в следующем виде

$$\vec{\vec{\varepsilon}}_{\alpha\beta} = \varepsilon_{11}\vec{a}^{01}\cdot\vec{a}^{01} + \varepsilon_{22}\vec{a}^{02}\cdot\vec{a}^{02} + 2\varepsilon_{12}\vec{a}^{01}\cdot\vec{a}^{02} = \underset{1\times3}{\left\{\vec{\vec{a}}^{0w}\right\}^T}\underset{3\times1}{\left\{\varepsilon_{\alpha\beta}\right\}};$$

$$\vec{\vec{\varkappa}}_{\alpha\beta} = \varkappa_{11}\vec{a}^{01}\cdot\vec{a}^{01} + \varkappa_{22}\vec{a}^{02}\cdot\vec{a}^{02} + 2\varkappa_{12}\vec{a}^{01}\cdot\vec{a}^{02} = \underset{1\times3}{\left\{\vec{\vec{a}}^{0w}\right\}^T}\underset{3\times1}{\left\{\varkappa_{\alpha\beta}\right\}}, \tag{19}$$

где $\underset{3\times1}{\left\{\vec{\vec{a}}^{0w}\right\}}$ – диадные произведения контравариантных векторов $\vec{a}^{0\alpha}$.

Тензоры деформаций и искривлений в узловых точках $\vec{\vec{\varepsilon}}^{\rho}_{\alpha\beta}$, $\vec{\vec{\varkappa}}^{\rho}_{\alpha\beta}$ (ρ= i, j, k, l), входящие в правую часть (17), можно представить компонентами диадных произведений узловых векторов локального базиса

$$\underset{4\times1}{\left\{\vec{\vec{\varepsilon}}_{\alpha\beta y}\right\}} = \underset{4\times12}{\left[\vec{L}\right]}\underset{12\times1}{\left\{\varepsilon_{\alpha\beta y}\right\}};\ \underset{4\times1}{\left\{\vec{\vec{\varkappa}}_{\alpha\beta y}\right\}} = \underset{4\times12}{\left[\vec{L}\right]}\underset{12\times1}{\left\{\varkappa_{\alpha\beta y}\right\}}, \qquad (20)$$

где $\underset{1\times12}{\left\{\varepsilon_{\alpha\beta y}\right\}}^{T} = \{\{\varepsilon^{i}_{11}\varepsilon^{i}_{22}2\varepsilon^{i}_{12}\}\dots\{\varepsilon^{l}_{11}\varepsilon^{l}_{22}2\varepsilon^{l}_{12}\}\}$;

$\underset{1\times12}{\left\{\varkappa_{\alpha\beta y}\right\}}^{T} = \{\{\varkappa^{i}_{11}\varkappa^{i}_{22}2\varkappa^{i}_{12}\}\dots\{\varkappa^{l}_{11}\varkappa^{l}_{22}2\varkappa^{l}_{12}\}\}$.

Для преобразования матриц $\underset{12\times36}{[l]}$ и $\underset{4\times12}{\left[\vec{L}\right]}$ формируются следующие матричные соотношения

$$\underset{3\times1}{\{\vec{a}^{0\rho}\}} = \underset{3\times3}{[d^{\rho}]}\underset{3\times1}{\{\vec{a}^{0}\}};\ \underset{3\times1}{\{\vec{a}^{0\rho}\}} = \underset{3\times3}{[d^{\rho}]}\underset{3\times1}{\{\vec{a}^{0}\}};\ \underset{3\times1}{\{\vec{a}^{0\rho}\}} = \underset{3\times3}{[d^{\rho}]}\underset{3\times1}{\{\vec{a}^{0}\}}. \qquad (21)$$

Аппроксимирующие выражения для тензоров деформаций и искривлений (17) срединной поверхности четырехугольного КЭ могут также быть представлены в следующем развернутом виде

$$\underset{1\times3}{\left\{\vec{\vec{a}}^{0w}\right\}}^{T}\underset{3\times1}{\begin{Bmatrix}\varepsilon_{11}\\ \varepsilon_{22}\\ 2\varepsilon_{12}\end{Bmatrix}} = \underset{1\times3}{\left\{\vec{\vec{a}}^{0w}\right\}}^{T}\left[\varphi_1\underset{3\times3}{[D^{T}]^{i}}\varphi_2\underset{3\times3}{[D^{T}]^{j}}\varphi_3\underset{3\times3}{[D^{T}]^{k}}\varphi_4\underset{3\times3}{[D^{T}]^{l}}\right]\underset{12\times1}{\left\{\varepsilon_{\alpha\beta y}\right\}}; \qquad (22)$$

$$\underset{1\times3}{\left\{\vec{\vec{a}}^{0w}\right\}}^{T}\underset{3\times1}{\begin{Bmatrix}\varkappa_{11}\\ \varkappa_{22}\\ 2\varkappa_{12}\end{Bmatrix}} = \underset{1\times3}{\left\{\vec{\vec{a}}^{0w}\right\}}^{T}\left[\varphi_1\underset{3\times3}{[D^{T}]^{i}}\varphi_2\underset{3\times3}{[D^{T}]^{j}}\varphi_3\underset{3\times3}{[D^{T}]^{k}}\varphi_4\underset{3\times3}{[D^{T}]^{l}}\right]\underset{12\times1}{\left\{\varkappa_{\alpha\beta y}\right\}}; \qquad (23)$$

Из (22) и (23) можно получить необходимые аппроксимирующие выражения для каждой компоненты тензора деформаций

$$\underset{3\times1}{\left\{\varepsilon_{\alpha\beta}\right\}} = \underset{3\times12}{[h]}\underset{12\times1}{\left\{\varepsilon_{\alpha\beta y}\right\}};\ \underset{3\times1}{\left\{\varkappa_{\alpha\beta}\right\}} = \underset{3\times12}{[h]}\underset{12\times1}{\left\{\varkappa_{\alpha\beta y}\right\}}. \qquad (24)$$

Компоненты тензоров деформаций и искривлений во внутренней точке конечного элемента $\underset{6\times1}{\left\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\right\}}$ через их узловые значения можно представить матричным выражением

$$\underset{6\times1}{\left\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\right\}} = \underset{6\times24}{[H_2]}\underset{24\times1}{\left\{\varepsilon\varkappa_{y}\right\}}. \qquad (25)$$

где $\underset{1\times6}{\left\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\right\}}^{T} = \{\varepsilon_{11}\varepsilon_{22}2\varepsilon_{12}\varkappa_{11}\varkappa_{22}2\varkappa_{12}\}$; $\underset{1\times24}{\left\{\varepsilon\varkappa_{y}\right\}}^{T} = \{\underset{1\times12}{\left\{\varepsilon_{\alpha\beta y}\right\}}^{T}\underset{1\times12}{\left\{\varkappa_{\alpha\beta y}\right\}}^{T}\}$.

Столбец перемещений $\underset{3\times1}{\{W\}}$ внутренней точки конечного элемента представляется матричным выражением

$$\underset{3\times1}{\{W\}} = \underset{3\times36}{[A_2]}\underset{36\times1}{\{W_y\}}. \quad (26)$$

Столбец деформаций и искривлений в точке срединной поверхности оболочки при использовании (8), (9) и (10) может определяться следующими матричными соотношениями

$$\underset{6\times1}{\{\varepsilon\varkappa^k_{\alpha\beta}\}} = \underset{6\times3}{[\mu]}\underset{3\times1}{\{W\}} = \underset{6\times3}{[\mu]}\underset{3\times36}{[A_2]}\underset{36\times1}{\{W_y\}} = \underset{6\times36}{[B_2]}\underset{36\times1}{\{W_y\}}, \quad (27)$$

где $\underset{6\times3}{[\mu]}$ – матрица дифференциальных операторов.

Смешанный функционал для оболочки при учете гипотезы Кирхгофа записывается выражением

$$F_S = \int_V \underset{1\times6}{\{S\}^T}\underset{6\times1}{\{\varepsilon\varkappa^k_{\alpha\beta}\}}dV - \frac{1}{2}\int_V \underset{1\times6}{\{S\}^T}\underset{6\times1}{\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\}}dV - \frac{1}{2}\int_F \underset{1\times3}{\{W\}^T}\underset{3\times1}{\{P\}}dF, \quad (28)$$

где $\underset{1\times6}{\{S\}^T} = \{N^{11}N^{22}N^{12}M^{11}M^{22}M^{12}\}$ – строка усилий моментов в точке срединной поверхности.

Усилия в сечении оболочки определяются выражениями

$$\underset{3\times1}{\{N\}} = \int_{-t/2}^{t/2} \underset{3\times1}{\{\sigma\}}d\zeta = \int_{-t/2}^{t/2} \underset{3\times3}{[C]}\underset{3\times1}{\{\varepsilon\}}d\zeta = \int_{-t/2}^{t/2} \underset{3\times3}{[C]}\underset{3\times6}{[Z]}\underset{6\times1}{\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\}}d\zeta. \quad (29)$$

После интегрирования (29) получается

$$\underset{3\times1}{\{N\}} = \underset{3\times6}{[\alpha]}\underset{6\times1}{\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\}}. \quad (30)$$

На основе полученных формул формируется соотношение

$$\underset{6\times1}{\{S\}} = \underset{6\times6}{[\omega]}\underset{6\times1}{\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\}}. \quad (31)$$

С учетом (31) функционал запишется выражением

$$F_S = \int_V \underset{1\times6}{\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\}^T}\underset{6\times6}{[\omega]}\underset{6\times1}{\{\varepsilon\varkappa^k_{\alpha\beta}\}}dV - \frac{1}{2}\int_V \underset{1\times6}{\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\}^T}\underset{6\times6}{[\omega]}\underset{6\times1}{\{\varepsilon\varkappa_{\alpha\beta}\}}dV - \\ - \frac{1}{2}\int_F \underset{1\times3}{\{W\}^T}\underset{3\times1}{\{P\}}dV. \quad (32)$$

Используя аппроксимирующие выражения (25), (26) и (27)

функционал (32) примет вид

$$F_S = \underset{1\times24}{\{\varepsilon\varkappa_y\}^T} \int\limits_V \underset{24\times6}{[H_\gamma]}\,\underset{6\times6}{[\omega]}\,\underset{6\times6}{[B_\gamma]}dV\underset{36\times1}{\{W_y\}} -$$

$$-\frac{1}{2}\underset{1\times24}{\{\varepsilon\varkappa_y\}^T}\int_V \underset{24\times6}{[H_\gamma]}\,\underset{6\times6}{[\omega]}\,\underset{6\times24}{[H_\gamma]^T}dV\underset{24\times1}{\{\varepsilon\varkappa_y\}} - \frac{1}{2}\underset{1\times36}{\{W_y\}^T}\int_F \underset{36\times3}{[A_\gamma]^T}\underset{3\times1}{\{P\}}dF. \quad (33)$$

Выполняя последовательную минимизацию функционала (33) по $\underset{1\times24}{\{\varepsilon\varkappa_y\}^T}$ и $\underset{1\times36}{\{W_y\}^T}$, можно получить следующую систему матричных уравнений

$$\begin{cases} \partial F_S/\partial\underset{1\times24}{\{\varepsilon\varkappa_y\}^T} = \underset{24\times36}{[MQ]}\underset{36\times1}{\{W_y\}} - \underset{24\times24}{[Y]}\underset{24\times1}{\{\varepsilon\varkappa_y\}} = 0; \\ \partial F_S/\partial\underset{1\times36}{\{W_y\}^T} = \underset{36\times24}{[MQ]^T}\underset{24\times1}{\{\varepsilon\varkappa_y\}} - \underset{36\times1}{\{R\}} = 0. \end{cases} \quad (34)$$

Преобразуя первое уравнение системы (34) к виду

$$\underset{24\times1}{\{\varepsilon\varkappa_y\}} = \underset{24\times24}{[Y]}^{-1}\underset{24\times36}{[MQ]}\underset{36\times1}{\{W_y\}} \quad (35)$$

и подставляя его во вторую систему уравнений (34), можно получить следующее матричное соотношение

$$\underset{36\times24}{[MQ]^T}\underset{24\times24}{[Y]}^{-1}\underset{24\times36}{[MQ]}\underset{36\times1}{\{W_y\}} = \underset{36\times1}{\{R\}}. \quad (36)$$

В компактном виде выражение (36) можно записать следующим образом

$$\underset{24\times36}{[K]}\underset{36\times1}{\{W_y\}} = \underset{36\times1}{\{R\}}, \quad (37)$$

где $\underset{24\times36}{[K]}$ – матрица жесткости используемого четырехугольного КЭ.

Список использованной литературы

1. Ищанов Т. Р. Теоретико-множественный подход к определению прочностных характеристик дискретной модели цилиндрической оболочки на основе векторной аппроксимации // Прикладная математика & Физика. 2024. Т. 56. № 1. С. 75-82.

2. Модернизация аппроксимации искомых величин смешанного МКЭ при расчетах оболочек в криволинейных системах координат / Ю. В. Клочков, А. П. Николаев, В. А. Пшеничкина [и др.] // Вычислительные технологии. 2024. Т. 29. № 6. С. 76-92.

3. Конечноэлементные модели дискретизации тонкостенных конструкций предприятий АПК / Ю. В. Клочков, А. П. Николаев, Т. А. Соболевская, С. Д. Фомин, М. Ю. Клочков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1 (53). С. 255-264.

4. Золотых Н. В., Нестеренко Д. И., Кадина И. В. Социальная адаптация студентов аграрного вуза к будущей профессиональной деятельности // Вестник

АПК Верхневолжья. 2016. № 3 (35). С. 22-26.

5. Объемный элемент с векторной аппроксимацией искомых величин для нелинейного расчета оболочки вращения / Н. А. Гуреева, Р. З. Киселева, А. П. Киселев, А. П. Николаев, Ю. В. Клочков // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2022. Т. 18. № 3. С. 228-241.

6. О физических уравнениях деформируемого тела на шаге нагружения с реализацией на основе смешанного МКЭ / Н. А. Гуреева, Р. З. Киселева, Ю. В. Клочков, А. П. Николаев, В. В. Рябуха // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2023. Т. 23. № 1. С. 70-82.

7. Седов Л. И. Механика сплошной среды. М.: Наука, 1976. 574 с.

8. The calculation of the ellipsoidal shell based FEM with vector interpolation of displacements when the variable parameterisation of the middle surface / Yu. V. Klochkov, A. P. Nikolaev, T. A. Sobolevskaya, O. V. Vakhnina, M. Yu. Klochkov // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2020. V. 41. № 3. Pp. 373-381.

9. Vector approximation in the roller shells nonlinear calculations on the fem basis / N. Gureeva, A. Kiselev, R. Kiseleva, A. Nikolaev // Materials Science Forum. 2019. V. 974. Pp. 718-722.

10. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

УДК 539.3.001.24

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТОНКИХ ОБОЛОЧЕК С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ

Андреев А. С., *канд. техн. наук, доцент*
Клочков Ю. В., *д-р техн. наук, профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Приведён алгоритм численного расчета на прочность эллиптической оболочки в нелинейной постановке. В расчете конструкции на прочность использовалась сдвиговая гипотеза С. П. Тимошенко. Дискретизация срединной поверхности оболочки осуществлялась криволинейным четырехугольным конечным элементом с узлами в вершинах четырехугольника. Матрица жесткости конечного элемента компоновалась с использованием функционала Лагранжа.

Ключевые слова: *метод конечных элементов, геометрическая нелинейность, эллиптический цилиндр, векторная интерполяция, матрица жесткости.*

Инженерные оболочечные конструкции: бункеры, трубопроводы, башни и т.п., во время их эксплуатации подвергаются воздействию различного рода нагрузок. Точность выполненных прочностных расчетов указанных конструкций, влияет на их сроки эксплуатации.

В настоящее время компьютерные технологии позволяют решать задачи по определению напряженно-деформированного состояния (НДС) оболочек с использованием численных методов расчета. Большую популярность среди инженеров при анализе НДС конструкций, получил метод конечных элементов (МКЭ) [1-6, 8, 9,10].

В работе описывается алгоритм геометрически нелинейного расчета тонких оболочек с учетом деформаций поперечного сдвига с применением как традиционной в МКЭ интерполяционной процедуры, так и векторной интерполяции [1-6, 8, 9].

Расположение точки на срединной поверхности цилиндра определяется радиус-вектором

$$\vec{\mathrm{R}}^{o} = x\vec{\mathrm{i}} + r(\theta)\cdot sin(\theta)\,\vec{\mathrm{j}} + r(\theta)\cdot \cos(\theta)\,\vec{\mathrm{k}}, \qquad (1)$$

где $\vec{\mathrm{i}}$, $\vec{\mathrm{j}}$, $\vec{\mathrm{k}}$ – орты декартовой системы координат; θ – полярный угол эллипса.

Радиус $r(\theta)$ в (1) определяется в виде

$$r(\theta) = ab/\sqrt{a^2cos^2\theta + b^2sin^2\theta}. \qquad (2)$$

Выражения для ортов локального базиса точки, расположенной на срединной поверхности оболочки получены с применением формул дифференциальной геометрии

$$\vec{\mathrm{e}}^{0}_{,1} = \vec{\mathrm{R}}^{0}_{,x};\;\; \vec{\mathrm{e}}^{0}_{,1} = \vec{\mathrm{R}}^{0}_{,\theta}\cdot(\partial\theta/\partial l);\;\; \vec{\mathrm{e}}^{0}_{,n} = \vec{\mathrm{e}}^{0}_{,1}\times\vec{\mathrm{e}}^{0}_{,2}, \qquad (3)$$

где l – длина дуги эллипса поперечного сечения цилиндра.

Точка M^{0s}, расположенная в произвольном слое эллиптического цилиндра, находящегося на расстоянии s от срединной поверхности в недеформированном состоянии определяется радиус-вектором

$$\vec{\mathrm{R}}^{0s} = \vec{\mathrm{R}}^{0} + s\vec{\mathrm{e}}^{0}_{n}. \qquad (4)$$

После j шагов нагружения точки M^0 и M^{0s} переместятся в положения M и M^s, которые определяются радиус-векторами

$$\vec{\mathrm{R}} = \vec{\mathrm{R}}^{0} + \vec{\mathrm{v}};\;\; \vec{\mathrm{R}}^{s} = \vec{\mathrm{R}}^{0s} + \vec{\mathrm{V}}, \qquad (5)$$

где $\vec{\mathrm{v}}$ и $\vec{\mathrm{V}}$ – суммарные векторы перемещения точек M^0 и M^{0s} за j шагов нагружения.

После (j+1)-го шага нагружения точки M и M^s перейдут в точки M^* и M^{*s}, положения которых могут быть определены посредством радиус-векторов

$$\vec{\mathrm{R}}^* = \vec{\mathrm{R}} + \vec{\mathrm{w}};\ \ \vec{\mathrm{R}}^{*s} = \vec{\mathrm{R}}^s + \vec{\mathrm{W}}, \tag{6}$$

где $\vec{\mathrm{w}}$ и $\vec{\mathrm{W}}$ – векторы шаговых перемещений точек M и M^s.

Входящие в (5) и (6) векторы перемещения точки M^{0s} определяются следующими равенствами

$$\vec{\mathrm{V}} = \vec{\mathrm{v}} + s\vec{\gamma};\ \ \vec{\mathrm{W}} = \vec{\mathrm{w}} + \Delta\vec{\gamma}, \tag{7}$$

где $\vec{\gamma}$ и $\Delta\vec{\gamma}$ – суммарный и шаговый векторы углов наклона нормали.

Дифференцируя (5) и (6) можно получить выражения для векторов базиса в точке произвольного слоя эллиптического цилиндра после j шагов нагружения и на (j+1)-м шаге

$$\vec{\mathrm{g}}_\beta = \vec{\mathrm{R}}^s_{,\beta};\ \vec{\mathrm{g}}_3 = \vec{\mathrm{R}}^s_{,s};\ \ \vec{\mathrm{g}}^*_\beta = \vec{\mathrm{R}}^{*s}_{,\beta};\ \ \vec{\mathrm{g}}^*_3 = \vec{\mathrm{R}}^{*s}_{,s}, \tag{8}$$

где индекс β принимает значения x и θ.

Приращение деформаций в произвольном слое эллиптического цилиндра на (j+1)-м шаге нагружения можно получить, используя соотношение механики сплошных сред [7]

$$\Delta\varepsilon^s_{mn} = (\mathrm{g}^*_{mn} - \mathrm{g}_{mn})/2, \tag{9}$$

где $\mathrm{g}_{mn} = \vec{\mathrm{g}}_m \cdot \vec{\mathrm{g}}_n;\ \ \mathrm{g}^*_{mn} = \vec{\mathrm{g}}^*_m \cdot \vec{\mathrm{g}}^*_n$.

Срединная поверхность эллиптического цилиндра, разбивается на множество криволинейных четырехугольников с узлами, расположенными в их вершинах. Неизвестными, подлежащими определению на $(j+1)$-м шаге нагружения, выступают компоненты шагового вектора перемещения и их частные производные первого порядка по поверхностным координатам, а также компоненты шагового вектора углов поворота нормали

$$\underset{1\times44}{\{\Delta U^G\}^T} = \left\{\underset{1\times12}{\{\Delta u^G\}^T}\ \underset{1\times12}{\{\Delta v^G\}^T}\ \underset{1\times12}{\{\Delta w^G\}^T}\ \underset{1\times4}{\{\Delta\gamma^1\}^T}\ \underset{1\times4}{\{\Delta\gamma^2\}^T}\right\}; \tag{10}$$

$$\underset{1\times44}{\{\Delta U^L\}^T} = \left\{\underset{1\times12}{\{\Delta u^L\}^T}\ \underset{1\times12}{\{\Delta v^L\}^T}\ \underset{1\times12}{\{\Delta w^L\}^T}\ \underset{1\times4}{\{\Delta\gamma^1\}^T}\ \underset{1\times4}{\{\Delta\gamma^2\}^T}\right\}, \tag{11}$$

где $\underset{1\times12}{\{\Delta q^G\}^T} = \{\Delta q^i \Delta q^j \Delta q^k \Delta q^l \Delta q^i_{,x} \dots \Delta q^l_{,x} \Delta q^i_{,\theta} \dots \Delta q^l_{,\theta}\}$;

$$\underset{1\times12}{\{\Delta q^L\}^T} = \{\Delta q^i \Delta q^j \Delta q^k \Delta q^l \Delta q^i_{,\zeta} \dots \Delta q^l_{,\zeta} \Delta q^i_{,\eta} \dots \Delta q^l_{,\eta}\};$$

$$\underset{1\times4}{\{\Delta\gamma^\alpha\}^T} = \{\Delta\gamma^{\alpha i} \Delta\gamma^{\alpha j} \Delta\gamma^{\alpha k} \Delta\gamma^{\alpha l}\}.$$

Здесь под Δq понимается компонента вектора шагового перемещения Δu, Δv и Δw.

$$\overrightarrow{\mathrm{w}} = \Delta u\vec{\mathrm{e}}_1^0 + \Delta v\vec{\mathrm{e}}_2^0 + \Delta w\vec{\mathrm{e}}_n^0. \quad (12)$$

При стандартной в МКЭ интерполяции (первый вариант интерполяции), при которой каждая компонента вектора шагового перемещения Δq и каждая компонента шагового вектора углов поворота нормали $\Delta\gamma^\alpha$ интерполируются через узловые значения этой же компоненты

$$\Delta q = \{\psi\}^T\{\Delta q^L\};\ \Delta\gamma^\alpha = \{\chi\}^T\{\Delta\gamma^\alpha\}, \quad (13)$$

где $\{\psi\}^T$ и $\{\chi\}^T$представляют собой произведения полиномов Эрмита третьей степени и билинейные функции локальных координат соответственно.

Второй вариант предполагал использование векторной формы интерполяционной процедуры. Узловыми варьируемыми параметрами при этом выбирались непосредственно векторы шагового перемещения, первые производные этих векторов и шаговые векторы углов поворота нормали

$$\underset{1\times12}{\{\overrightarrow{\mathrm{w}}^G\}^T} = \left\{\overrightarrow{\mathrm{w}}^i\overrightarrow{\mathrm{w}}^j\overrightarrow{\mathrm{w}}^k\overrightarrow{\mathrm{w}}^l\overrightarrow{\mathrm{w}}^i_{,x}\ldots\overrightarrow{\mathrm{w}}^l_{,x}\overrightarrow{\mathrm{w}}^i_{,\theta}\ldots\overrightarrow{\mathrm{w}}^l_{,\theta}\right\}; \quad (14)$$

$$\underset{1\times12}{\{\overrightarrow{\mathrm{w}}^L\}^T} = \left\{\overrightarrow{\mathrm{w}}^i\overrightarrow{\mathrm{w}}^j\overrightarrow{\mathrm{w}}^k\overrightarrow{\mathrm{w}}^l\overrightarrow{\mathrm{w}}^i_{,\xi}\ldots\overrightarrow{\mathrm{w}}^l_{,\xi}\overrightarrow{\mathrm{w}}^i_{,\eta}\ldots\overrightarrow{\mathrm{w}}^l_{,\eta}\right\}; \quad (15)$$

$$\underset{1\times4}{\{\Delta\vec{\gamma}\}^T} = \left\{\Delta\vec{\gamma}^i\Delta\vec{\gamma}^j\Delta\vec{\gamma}^k\Delta\vec{\gamma}^l\right\}. \quad (16)$$

Применяя интерполяционные выражения (13) к векторным узловым неизвестным можно записать интерполяционные зависимости в виде

$$\overrightarrow{\mathrm{w}} = \underset{1\times12}{\{\psi\}^T}\underset{12\times1}{\{\overrightarrow{\mathrm{w}}^L\}} = \underset{1\times12}{\{\psi\}^T}\ \underset{12\times12}{[L]}\ \underset{12\times1}{\{\overrightarrow{\mathrm{w}}^G\}} = \underset{1\times12}{\{\lambda\}^T}\underset{12\times1}{\{\overrightarrow{\mathrm{w}}^G\}};\ \Delta\vec{\gamma} = \underset{1\times4}{\{\chi\}^T}\underset{4\times1}{\{\Delta\vec{\gamma}\}}. \quad (17)$$

Входящие в (17) узловые векторы шагового перемещения, а также первые производные этих векторов по криволинейным координатам x и θ, шаговые векторы углов поворота нормали могут быть представлены в следующем виде

$$\overrightarrow{\mathrm{w}}^\rho = \Delta u^\rho\vec{\mathrm{e}}_1^{0\rho} + \Delta v^\rho\vec{\mathrm{e}}_2^{0\rho} + \Delta w^\rho\vec{\mathrm{e}}_n^{0\rho};\ \overrightarrow{\mathrm{w}}^\rho_{,x} = z_x^{\alpha\rho}\vec{\mathrm{e}}_\alpha^{0\rho} + z_x^\rho\vec{\mathrm{e}}_n^{0\rho};$$
$$\overrightarrow{\mathrm{w}}^\rho_{,\theta} = z_\theta^{\alpha\rho}\vec{\mathrm{e}}_\alpha^{0\rho} + z_\theta^\rho\vec{\mathrm{e}}_n^{0\rho};\ \Delta\vec{\gamma}^\rho = \Delta\gamma^{1\rho}\vec{\mathrm{e}}_1^{0\rho} + \Delta\gamma^{2\rho}\vec{\mathrm{e}}_2^{0\rho}, \quad (18)$$

где верхний индекс ρ последовательно принимает значения i, j, k, l.

Соотношения (17) с учётом (18) запишутся следующим образом

$$\overrightarrow{\mathrm{w}} = \underset{1\times12}{\{\lambda\}}^{T}\underset{12\times36}{\left[\vec{\mathrm{A}}_w\right]}\underset{36\times1}{\{n_w\}};\ \Delta\vec{\gamma} = \underset{1\times4}{\{\chi\}}^{T}\underset{4\times8}{\left[\vec{\mathrm{A}}_\gamma\right]}\underset{8\times1}{\{n_\gamma\}}, \tag{19}$$

где $\underset{1\times36}{\{n_w\}}^T = \{\Delta u^i \Delta v^i \Delta w^i \dots \Delta u^l \Delta v^l \Delta w^l z_x^{1i} z_x^{2i} z_x^i \dots z_x^l z_\theta^{1i} z_\theta^{2i} z_\theta^i \dots z_\theta^l\};$

$$\underset{1\times8}{\{n_\gamma\}}^T = \{\gamma^{1i}\gamma^{2i}\gamma^{1j}\gamma^{2j}\gamma^{1k}\gamma^{2k}\gamma^{1l}\gamma^{2l}\}.$$

Элементами матриц $\underset{12\times36}{\left[\vec{\mathrm{A}}_w\right]}$ и $\underset{4\times8}{\left[\vec{\mathrm{A}}_\gamma\right]}$ являются соответствующие матрицы, содержащие узловые векторы локального базиса

$$\underset{1\times3}{\{\vec{\mathrm{e}}_w^{0\rho}\}}^T = \{\vec{\mathrm{e}}_1^{0\rho}\vec{\mathrm{e}}_2^{0\rho}\vec{\mathrm{e}}_n^{0\rho}\};\ \underset{1\times2}{\{\vec{\mathrm{e}}_\gamma^{0\rho}\}}^T = \{\vec{\mathrm{e}}_1^{0\rho}\vec{\mathrm{e}}_2^{0\rho}\}. \tag{20}$$

Матрицы (20) на основании (3) могут быть выражены через орты декартовой системы координат

$$\underset{3\times1}{\{\vec{\mathrm{e}}_w^{0\rho}\}} = \underset{3\times3}{[d^{0\rho}]}\underset{3\times1}{\{\vec{\mathrm{i}}\}};\ \underset{2\times1}{\{\vec{\mathrm{e}}_\gamma^{0\rho}\}} = \underset{2\times3}{[b^{0\rho}]}\underset{3\times1}{\{\vec{\mathrm{i}}\}}. \tag{21}$$

Учитывая соотношения (21), интерполяционные выражения (19) могут быть записаны в виде

$$\underset{1\times3}{\{\vec{\mathrm{e}}^0\}}^T\underset{3\times1}{\{w\}} = \underset{1\times3}{\{\vec{\mathrm{e}}^0\}}^T\left[\lambda_1\left[c^{0i}\right]^T\middle|\lambda_2\left[c^{0j}\right]^T\middle|\lambda_3[c^{0k}]^T\middle|\lambda_4[c^{0l}]^T\middle|\lambda_5\left[c^{0i}\right]^T\middle|\dots\right.$$
$$\left.\dots\middle|\lambda_8[c^{0l}]^T\middle|\lambda_9\left[c^{0i}\right]^T\middle|\dots\middle|\lambda_{12}[c^{0l}]^T\right]\underset{36\times1}{\{n_w\}};$$

$$\underset{1\times2}{\left\{\vec{\mathrm{e}}_\gamma^0\right\}}^T\underset{2\times1}{\{\Delta\gamma\}} = \underset{1\times2}{\left\{\vec{\mathrm{e}}_\gamma^0\right\}}^T\left[\chi_1\left[h^{0i}\right]^T\middle|\chi_2\left[h^{0j}\right]^T\middle|\chi_3[h^{0k}]^T\middle|\chi_4[h^{0l}]^T\middle|\right]\underset{8\times1}{\{n_\gamma\}}, \tag{22}$$

где $\underset{1\times3}{\{w\}}^T = \{\Delta u\ \Delta v\ \Delta w\};\ \underset{1\times2}{\{\Delta\gamma\}}^T = \{\Delta\gamma^1\ \Delta\gamma^2\};\ \underset{1\times2}{\left\{\vec{\mathrm{e}}_\gamma^0\right\}}^T = \{\vec{\mathrm{e}}_1^0\vec{\mathrm{e}}_2^0\}.$

Из сопоставительного анализа левых и правых частей равенств (22) можно получить интерполяционные выражения для компонент вектора шагового перемещения и компонент шагового вектора угла поворота нормали

$$\Delta u = \left\{\lambda_1\left\{\mathrm{c}_{11}^{0i}\mathrm{c}_{21}^{0i}\mathrm{c}_{31}^{0i}\right\}\middle|\dots\middle|\lambda_4\left\{\mathrm{c}_{11}^{0l}\mathrm{c}_{21}^{0l}\mathrm{c}_{31}^{0l}\right\}\middle|\lambda_5\left\{\mathrm{c}_{11}^{0i}\mathrm{c}_{21}^{0i}\mathrm{c}_{31}^{0i}\right\}\middle|\dots\right.$$
$$\left.\dots\middle|\lambda_8\left\{\mathrm{c}_{11}^{0l}\mathrm{c}_{21}^{0l}\mathrm{c}_{31}^{0l}\right\}\middle|\lambda_9\left\{\mathrm{c}_{11}^{0i}\mathrm{c}_{21}^{0i}\mathrm{c}_{31}^{0i}\right\}\middle|\dots\middle|\lambda_{12}\left\{\mathrm{c}_{11}^{0l}\mathrm{c}_{21}^{0l}\mathrm{c}_{31}^{0l}\right\}\right\}\underset{36\times1}{\{n_w\}};$$

$$\Delta v = \left\{\lambda_1\left\{\mathrm{c}_{12}^{0i}\mathrm{c}_{22}^{0i}\mathrm{c}_{32}^{0i}\right\}\middle|\dots\middle|\lambda_{12}\left\{\mathrm{c}_{12}^{0l}\mathrm{c}_{22}^{0l}\mathrm{c}_{32}^{0l}\right\}\right\}\underset{36\times1}{\{n_w\}};$$

$$\Delta w = \left\{\lambda_1\left\{\mathrm{c}_{13}^{0i}\mathrm{c}_{23}^{0i}\mathrm{c}_{33}^{0i}\right\}\middle|\dots\middle|\lambda_{12}\left\{\mathrm{c}_{13}^{0l}\mathrm{c}_{23}^{0l}\mathrm{c}_{33}^{0l}\right\}\right\}\underset{36\times1}{\{n_w\}};$$

$$\Delta\gamma^1 = \left\{\chi_1\left\{h_{11}^{0i}h_{21}^{0i}\right\}\middle|\chi_2\left\{h_{11}^{0j}h_{21}^{0j}\right\}\middle|\chi_3\left\{h_{11}^{0k}h_{21}^{0k}\right\}\middle|\chi_4\left\{h_{11}^{0l}h_{21}^{0l}\right\}\right\}\underset{8\times1}{\{n_\gamma\}};$$

$$\Delta\gamma^2 = \left\{\chi_1\left\{h_{12}^{0i}h_{22}^{0i}\right\}\middle|\chi_2\left\{h_{12}^{0j}h_{22}^{0j}\right\}\middle|\chi_3\left\{h_{12}^{0k}h_{22}^{0k}\right\}\middle|\chi_4\left\{h_{12}^{0l}h_{22}^{0l}\right\}\right\}\underset{8\times1}{\{n_\gamma\}}. \quad (23)$$

Матрица жесткости и столбец узловых усилий конечного элемента на $(j+1)$-м шаге нагружения компонуются путём минимизации функционала Лагранжа по стандартной для МКЭ в форме метода перемещений процедуре [3].

Пример расчета.

Рассчитывалась часть эллиптического цилиндра, имеющая жесткое защемление по образующей при значении угловой координаты θ=0 и имеющей свободный край при θ=π/2. На свободном краю была приложена нагрузка интенсивности q=1 кН/м. Параметры эллипса b и c были равны 0,8 и 0,7 м соответственно. Толщина оболочки была принята равной t=0,01 м. Дискретная модель была определена в виде одного ряда конечных элементов, ориентированных вдоль дуги эллипса поперечного сечения. Модуль упругости и коэффициент Пуассона были равны: $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, ν=0,3. Длина образующей эллиптического цилиндра L = 0,01 м.

Оболочка подверглась нагрузке с внутренним давлением равным $q = 5 \cdot 10^{-3}$ МПа. Оболочка моделировалась одной полоской из 150 конечных элементов. Результаты расчётов представлены в таблице № 1. в которой приведены численные значения нормальных напряжений σ_{11} на внутренней $\sigma^{\text{в}}$ и наружней $\sigma^{\text{н}}$ поверхностях в жесткой заделке и на свободном краю, а также сдвиговые напряжения σ_{12} в сечении, расположенном вблизи жесткой заделки в зависимости от количества шагов нагружения. В правой крайней колонке приведены значения напряжений, соответствующие условиям статики.

Таблица 1 – Численные значения σ_{11} и σ_{12} при действии внутреннего давления

Сечение, θ, рад	Напряжение, МПа	Количество шагов нагружения				Контрольное значение, МПа
		40	60	80	100	
Опорное θ=0,0	$\sigma_{11}^{\text{в}}$	169,34	169,33	169,33	169,33	169,50
	$\sigma_{11}^{\text{н}}$	-168,72	-168,71	-168,71	-168,71	-169,50
	$\sigma_{12}^{\text{н}}$	0,409	0,409	0,409	0,409	0,40
Свобод ный край, θ=π/2	$\sigma_{11}^{\text{в}}$	0,070	0,038	0,026	0,019	0,00
	$\sigma_{11}^{\text{н}}$	0,068	0,037	0,024	0,017	0,00

Как следует из таблицы № 1, значения напряжений σ_{12} стремятся к напряжению, вычисленному из условия равновесия $\sigma_{12} = q \cdot \frac{b}{h} = 0{,}005\ \text{МПа} \cdot 0{,}8\ \text{м}/0{,}01\ \text{м} = -0{,}4\ \text{Мпа}$.

Нормальные напряжения σ_{11} на свободном конце стремятся к нулю с повышением количества шагов нагружения.

Полученные результаты напряжений указывают на хорошую для инженерных расчётов точность описанного авторами алгоритма по расчёту эллиптических оболочек с учётом сдвиговых деформаций в геометрически нелинейной постановке.

Список использованной литературы

1. Ищанов Т. Р. Математическая модель расчета эллиптического цилиндра на основе четырехугольного элемента дискретизации при скалярном варианте аппроксимации // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. 2023. Т. 38, № 3. С. 18-27.

2. Учет геометрической нелинейности в конечно-элементных прочностных расчетах тонкостенных конструкций типа оболочек / Ю. В. Клочков [и др.] // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2020. Т. 16. № 1. С. 31-37.

3. Конечноэлементные модели дискретизации тонкостенных конструкций предприятий АПК / Ю. В. Клочков, А. П. Николаев, Т. А. Соболевская, С. Д. Фомин, М. Ю. Клочков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1 (53). С. 255-264.

4. Золотых Н. В., Нестеренко Д. И., Кадина И. В. Социальная адаптация студентов аграрного вуза к будущей профессиональной деятельности // Вестник АПК Верхневолжья. 2016. № 3 (35). С. 22-26.

5. Объемный элемент с векторной аппроксимацией искомых величин для нелинейного расчета оболочки вращения / Н. А. Гуреева, Р. З. Киселева, А. П. Киселев, А. П. Николаев, Ю. В. Клочков // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2022. Т. 18. № 3. С. 228-241.

6. О физических уравнениях деформируемого тела на шаге нагружения с реализацией на основе смешанного МКЭ / Н. А. Гуреева, Р. З. Киселева, Ю. В. Клочков, А. П. Николаев, В. В. Рябуха // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2023. Т. 23. № 1. С. 70-82.

7. Седов Л. И. Механика сплошной среды. М.: Наука, 1976. 574 с.

8. The calculation of the ellipsoidal shell based FEM with vector interpolation of displacements when the variable parameterisation of the middle surface / Yu. V. Klochkov, A. P. Nikolaev, T. A. Sobolevskaya, O. V. Vakhnina, M. Yu. Klochkov // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2020. V. 41. № 3. Pp. 373-381.

9. Vector approximation in the roller shells nonlinear calculations on the fem basis / N. Gureeva, A. Kiselev, R. Kiseleva, A. Nikolaev // Materials Science Forum. 2019. V. 974. Pp. 718-722.

10. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

УДК 628.14

СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Бондаренко К. В., *канд. с-х. наук, доцент*
Марченко Л. А., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлены водозаборные сооружения, описание различных типов водозаборных сооружений, требования, предъявляемые к типам водозаборным сооружениям, месту строительства (установки) подобных сооружений, соблюдение стандартов качества для хозяйственно-питьевой воды.

Ключевые слова: *сооружения водозаборные, оголовок, водоприёмник, проектирование водозаборных сооружений, водозаборы.*

Эффективность и экономичность процесса водоподготовки, экологическое состояние источника воды и перспективы его дальнейшего использования в качестве такового, напрямую зависят от правильного выбора места расположения водозабора, его конструкции и оборудования. Водозаборные сооружения также оказывают существенное влияние на обитателей водного объекта – его флору и фауну. Надежность функционирования элемента гидротехнического сооружения особенно требуется в условиях Севера и реках. Учитывается неослабевающее антропогенное воздействие на поверхностные и подземные воды, к водозаборным сооружениям в настоящее время предъявляются требования по повышению их барьерной способности по отношению к примесям в природных водах. Задачи безопасности государства указывают на строительство и актуальность оснащение эффективных водозаборов.

Для сбора информации о технических решениях в области водозаборных сооружений, были изучены работы инженеров за последние 45 лет. Современное развитие, опыта проектирования и строительства элемента гидротехнического сооружения, способствуют модернизации существующих сооружений, преследующие цель повышения эксплуатационных качеств, надежности работы [1-3]. Приводится некоторые типы и конструкции водозаборных сооружений из поверхностных источников. Указываются возможные технические, технологические решения, мероприятия при строительстве водозаборных сооружений, позволяющие повысить качество забираемого водного ресурса.

Оголовок предназначается для приема воды из источника и служит для защиты концов трубопроводов от повреждений в речных, морских и озерных условиях. Забор воды из рек сопряжен с такими трудностями как: большое количество взвешенных и донных отложе-

ний (наносов), неравномерность потока, размыв берегов и русел реки, вызванный высокой скоростью течения. Для повышения надежности забора водных ресурсов из подобных водоисточников, предложены следующие конструкции водозаборных устройств. Затапливаемые оголовки применяются при устройстве системы питьевого и промышленного водоснабжения (рис. 1). Они устанавливаются ниже расчётного [4] уровня воды и нижней кромки ледяного покрова на основание, которое обустраивается при дополнительном углублении котлована и укладке слоёв камня, щебня, гравия, бетона. Если присутствуют слабые грунты (заторфованные грунты; илы; рыхлые пески; пылевато-глинистые грунты с высокой пористостью), то возводят подводное свайное основание. Конструкции оголовков могут быть разнообразные, в зависимости от способа забора воды: раструбы, поднятые вверх и повернутые по направлению течения; специальные ряжевые, металлические (рис. 2), железобетонные сооружения. Поверхности затворов имеют водопропускные щели, позволяющие принимать воду из поверхностных слоев водного потока, содержащих низкую концентрацию донных и взвешенных наносов. Установленные водоприемные оголовки не должны нарушать движение водного потока и донных наносов, а также располагать водоприёмные отверстия так, чтобы избежать попадания в них донных наносов, шуги, рыбы.

Также могут возводить незатапливаемые оголовки – крибы, они выносятся в реку и соединяются мостом с берегом. Криб выполняется из железобетона. Вода поступает [5] через окна, расположенные в два яруса (рис. 2): нижние – при низких горизонтах, верхние – при высоких. Затворами управляют из помещения, расположенного над наивысшим уровнем воды (ФПУ). Часть потока воды поступает в водоприемник и отводится в промывочную камеру, а другая часть направляется вниз по течению. В промывочной камере снижается скорость потока, и направляется в отстойник. Осадочный резервуар способствует эффективному осаждению взвешенных частиц и наносов. Конструкция [6] сооружения предусматривает задержание взвешенных частиц из состава воды, что обеспечивается седиментационной решеткой и расположенной за ней фильтрующей панелью. Фильтрующая панель представляет собой кассету из крупноячеистой сетки, заполненную фильтрующими элементами – пороэластиковыми или резиновыми шарами диаметром 10-30 мм. Отмечается, что шарики не заполняют все внутреннее пространство кассеты. Преимущества конструкции, заключается в простой и эффективной очистке кассеты от кольматанта: для очистки кассета вынимается из воды краном, разворачивается на 180°, за счет чего шарики приходят в движение (сопровождающиеся трением друг о друга), и тем самым освобождаются от накопившихся загрязнений. Тем самым, работа описанных конструк-

ций водозаборных сооружений для водоисточников с высоким содержанием взвешенных веществ основана на создании условий для процессов очистки воды, как отстаивание и фильтрация.

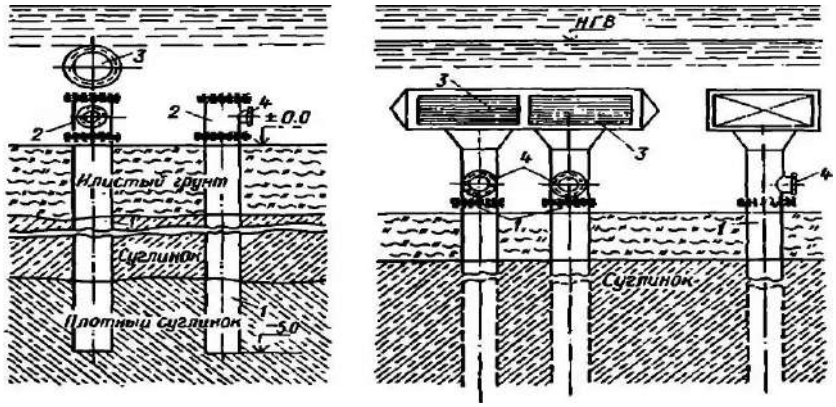

Рисунок 1 – Водозаборные оголовки с использованием трубчатых свай:
1 – трубчатые сваи; 2 – патрубки; 3 – решётки;
4 – патрубок для подключения самотечных труб

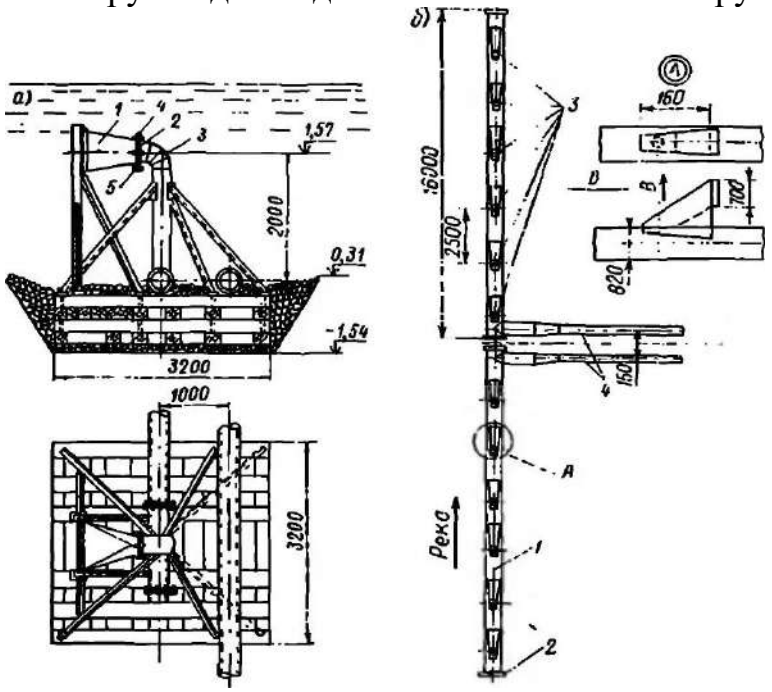

Рисунок 2 – Металлический оголовок: а – на дне нити:
1 – водоприемный патрубок; 2 – соединительные фланцы;
3 – сварное колено; 4 – болты; 5 – уплотняющая прокладка;
б – металлических труб: 1 – стальная труба 820Х10; 2 – заглушка;
3 – водоприёмные устройства 325Х8…108Х4;
4 – всасывающие трубопроводы 325Х8 мм

Требования к проектированию и строительству водоприемных сооружений: оголовок должен [7] находиться глубине, чтобы водоприемное отверстие своим нижним краем возвышалось над дном реки не меньше чем на 0,5...0,7 м. Расстояние верхнего края водоприемного

отверстия от нижней поверхности ледяного покрова должно быть не меньше 0,2…0,3 м. Количество водоприёмных отверстий для оголовков принимается не менее двух. Для снижения входной скорости воды с целью предотвращения засасывания посторонних предметов в трубу, а также для уменьшения потерь на сжатие струи, диаметр раструба оголовка должен быть в 1,3…l,5 раза больше диаметра трубы. На сплавных реках, несущих много бревен и корней, оголовку придают обтекаемую форму. При существовании опасности размыва дна реки около оголовка дно укрепляют каменной наброской или фашинными тюфяками.

В месте установки оголовка неразмываемость русла должна быть проверена по формуле:

$$U_H = 1{,}65\,(d_{10}/d)^{0.25}\,\sqrt{1+3p^{2/3}}\,\sqrt{gd}\,(H/d)^{0.25}, \qquad (1)$$

где U_H – неразмывающая скорость речного потока, м/с; d – средний диаметр отложений на дне или каменном креплении, м; d_{10} – наибольший диаметр частиц отложений на дне, содержащихся в смеси в количестве не более 10 %, м; H – глубина потока, м.

При проектировании требуется [8] учитывать данные о ледовом режиме, толщине льда, продолжительности ледохода, шугоходе, заторах и другие факторы, влияющие на выбор конструкции.

Преимущественно оголовки доставляют к местам установки в готовом виде. Монтаж оголовка производят с помощью крана.

Расчёт руслового водоприемного оголовка: к воздействиям на русловые оголовки относятся гидростатическое и гидродинамическое давление воды. На опрокидывание оголовок проверяют по формуле:

$$K_{опр}=\sum M/\,(p_д b + p_c a), \qquad (2)$$

где $K_{опр}$ – коэффициент запаса устойчивости, принимаемый в зависимости от класса сооружения равным 1.1…l.4; M – сумма моментов, удерживающих вертикально силы без учета временных нагрузок; b – плечо гидродинамического давления относительно ребра, вокруг которого может произойти опрокидывание; a – то же, гидростатическое давление.

Гидростатическое давление на подошву оголовка:

$$p_c=K_п\gamma H, \qquad (3)$$

где $K_п$ – коэффициент противодавления, принимаемый для мелких и средних песков равным 0.8...0.95; для глии – 0.7...0.8; для суглинков и супесей – 0.85…0.9; для сильнотрещиноватой скалы – 0.75...1,0; для неразрушенной скалы – 0,35; H – глубина погруженного основания сооружения при наибольших уровнях воды.

Гидродинамическое давление определяется воздействием потока воды на оголовок, расположенный нормально к движению потока:

$$p_д = CA_V^2/(2g), \quad (4)$$

где С – коэффициент лобового сопротивления (может быть принят по таблице): величина коэффициента С зависит от формы оголовка в плане и условий работы; так, для оголовка прямоугольной формы при отсутствии или незначительном течении С=0.6; для оголовка ромбической формы и постоянном по направлению течении С=0.3; для оголовка круглой формы и неустойчивом направленном течении С=0.4; А – площадь проекции сооружения, нормальной к направлению движения потока; V – скорость потока.

Требования к участку [9] строительства водозаборного сооружения:

– рекомендуется располагать участок вблизи потребителя воды и источника водоснабжения; при этом участок должен быть не затопляемым паводками, не требующим средств на подсыпку, обвалование;

– разность отметок между поверхностью земли и горизонтом воды источника водоснабжения должна быть наименьшей; должен обеспечиваться забор нужного количества воды хорошего качества на достаточном расстоянии от мест вероятного её загрязнения; следует учитывать возможность организации зоны санитарной охраны.

Для водозаборных сооружений и площадок водопроводных сооружений при поверхностных источниках водоснабжения границы зоны санитарной охраны реки или водоподводящего канала должны устанавливаться в зависимости от местных санитарных, топографических и гидрологических условий, но всегда должны располагаться вверх по течению на расстоянии не менее 200 м от водозабора; вниз по течению – не менее 100 м от водозабора; по прилегающему к водозабору берегу – не менее 100 м от линии уреза воды при наивысшем её уровне.

При ширине реки или [10] канала менее 100 м в санитарную зону входит вся акватория и противоположный берег шириной 50 м от линии уреза воды в направлении от прилегающего к водозабору берега в сторону водоема; при ширине реки или канала более 100 м – полоса акватории шириной не менее 100 м.

В северной строительно-климатической зоне места водозабора выбираются на участках рек с постоянным поверхностным или подрусловым стоком и с устойчивой зоной талых грунтов. Места расположения водозаборных сооружений на реках определяют с учетом характера изменения русла.

Водозаборы на водохранилищах, морях и озерах рекомендуется размещать в бухтах, огражденных акваториях или за пределами прибойной зоны.

Во всех прочих случаях для поверхностного водозабора нужно выбирать устойчивую, без оползней береговую полосу у наименее загрязнённых участков водоема. Данное предписание важно, если речь

идет о хозяйственно-питьевой воде, а также когда водоприёмные сооружения приходится относить на значительное расстояние от населённых пунктов. На берегу должна быть выбрана не занятая постройками ровная площадка (не уже 30 м) с подъездными путями. Глубина воды на намеченном под водозабор участке должна быть достаточной в течение всего года; этому требованию больше всего удовлетворяет прямолинейный плёсовый участок реки или вогнутый берег.

При изысканиях нужно выявить изменения русла реки за многолетний период, что позволит определить степень и направление размыва русла и берегов. Для водозаборных сооружений представляют опасность удары льдин и их навалы во время ледохода.

Выбрав для расположения водозаборных сооружений поперечное сечение реки, устанавливают для него уровни (наименьший, средний меженный и наивысший) горизонта ледостава и ледохода. Исходя из этих полученных данных назначают места расположения водоприемника и насосной станции.

Для Крайнего Севера характерны направление течения с юга на север и большая амплитуда колебаний уровня воды. При этом максимальные уровни возникают при ледоходах. Если русло реки забивается льдом, вследствие чего при значительной его толщине (4…5 м) водозаборные сооружения, возвышающиеся над дном, могут быть разрушены при ледоходе.

На реках малой глубины приходится производить специальные мероприятия: углубление дна реки у водозабора и обеспечение постоянной глубины; создание подпора у водозабора; одновременное повышение уровня воды и углубление дна реки у водоприёмника.

В выбранном створе требуется предусматривать схемы водозабора с сильно развитым фронтом берегового (ряжевого) водоприемника, русло которого регулируется системой невысоких полузапруд, размещенных у противоположного берега.

Не следует намечать приёмные сооружения у пристаней и паромных переправ, а также в местах отстоя судов и плотов.

Заключение. Изучение инженерных решений при проектировании и строительстве гидротехнических сооружений выявил тенденцию совершенствования (улучшения) конструктивных особенностей в области водозаборов, направленных на создание водозаборных сооружений, способствующих снижению концентрации взвешенных частиц, мусора в забираемой воде, повышению надежности эксплуатации в тяжёлых условиях.

Список использованной литературы

1. Гидротехнические сооружения / А. П. Николаев, Р. З. Киселёва, А. П. Киселёв, В. Н. Юшкин. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2020. 84 с.

2. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

3. Юшкин В. Н. Расчет гидротехнических сооружений в смешанной формулировке на основе МКЭ // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Волгоград, 2017. С. 358-365.

4. Годес Э. Г., Нарбут Р. М. Справочник по строительству в водной среде и суровых климатических условиях. Л.: Стройиздат, 1984. 384 с.

5. Годес Э. Г., Нарбут Р. М. Водозаборные и очистные сооружения в условиях Севера. Л.: Стройиздат, 1980. 232 с.

6. Гольдштейн М. Н., Царьков А. А., Черкасов И. И. Механика грунтов. Основания и фундаменты. М.: Транспорт, 1981. 320 с.

7. Гольдин Э. Р., Подводно-технические работы, технология и средства механизации. М.: Транспорт, 1987. 200 с.

8. Анепкова М. Т., Единые правила безопасности труда на водолазных работах. М.: ЦРИА, «Морфлот», 1980. 182 с.

9. Ливчак И. Ф., Воронов Ю. В. Охрана окружающей среды: учебное пособие. М.: Стройиздат, 1988. 191 с.

10. Лобанов В. А. Справочник по технике освоения шельфа. Л.: Судостроение, 1983. 288 с.

УДК 626.1

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ КАНАЛОВ

Бондаренко К. В., *канд. с-х. наук, доцент*
Шишкин И. И., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены методы проектирования каналов с акцентом на минимизацию фильтрационных потерь, обеспечение устойчивости откосов и адаптацию к инженерно-геологическим условиям.

Ключевые слова: *гидротехнические каналы, проектирование каналов, облицовка каналов, устойчивость откосов, дренаж.*

Гидротехнические каналы являются ключевыми элементами инфраструктуры, обеспечивающими рациональное использование водных ресурсов. Их проектирование требует комплексного подхода, учитывающего топографические, геологические и гидрологические условия, а также экономические и экологические аспекты [1-4]. Современные методы проектирования направлены на повышение устойчивости каналов, снижение фильтрационных потерь и оптимизацию эксплуатационных характеристик. Актуальность темы усиливается в условиях роста дефицита пресной воды и необходимости адаптации к климатическим изменениям.

Исторически каналы играли критическую роль в развитии цивилизаций. Например, древние египетские и месопотамские ирригационные системы демонстрируют ранние попытки управления водными ресурсами. В XIX-XX веках с развитием технологий появились масштабные проекты, такие как Суэцкий и Панамский каналы, которые стали инженерными шедеврами. В СССР строительство каналов, таких как Каракумский (900 км) и Волго-Донской (101 км), позволило освоить засушливые регионы и обеспечить транспортные артерии.

1. Выбор поперечного сечения. Форма сечения канала определяется его назначением, расходом воды и свойствами грунтов [5-8]. Для каналов в мягких грунтах (песок, суглинок) предпочтительны трапецеидальные сечения с пологими откосами (заложение m=1:2–1:3*m*=1:2–1:3), что предотвращает оползание (рис. 1). В скальных породах допустимы крутые откосы (m=0:1–0:5*m*=0:1–0:5). Для энергетических каналов, где важна минимизация потерь напора, применяют прямоугольные или параболические сечения. Например, на Фархадской ГЭС сочетание оросительного и энергетического канала потребовало использования полигонального профиля, обеспечивающего высокую пропускную способность при минимальных гидравлических потерях.

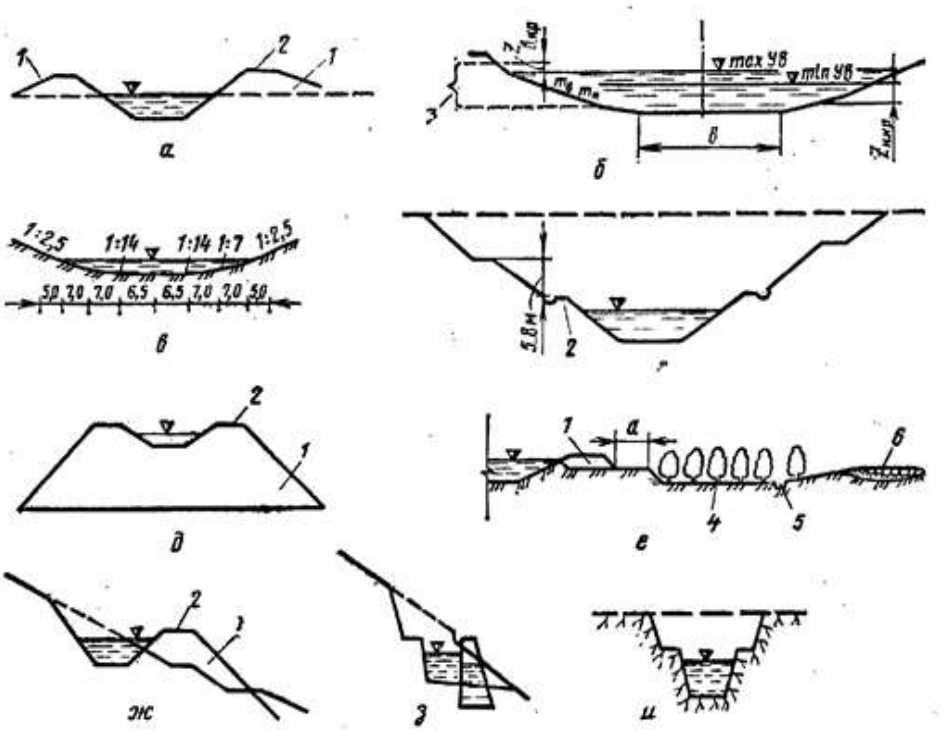

Рисунок 1 – Поперечные сечения каналов

2. Трассирование. Маршрут канала прокладывается с учетом рельефа и геологии. На склонах крутизной более 15° целесообразно устройство защитных стенок или переход на туннельные решения.

Для оросительных каналов критично обеспечение командования над орошаемыми площадями, что достигается трассированием по наивысшим отметкам. Например, на Западном Большом Чуйском канале (146 км) трасса была проложена по контурным линиям рельефа, что позволило сократить объем земляных работ на 20 %.

Судоходные каналы требуют плавных закруглений ($R \geq 10B$ $R \geq 10B$, где B – ширина канала) для безопасного прохода судов. На Волго-Донском канале радиусы закруглений достигают 500 м, что соответствует международным стандартам. При этом на участках с бетонной облицовкой допустимо уменьшение радиуса до $R=2{,}5B$ $R=2{,}5B$ благодаря повышенной устойчивости откосов.

3. Борьба с фильтрацией. Потери воды через дно и откосы достигают 50 % от общего объема. Для их снижения применяют облицовки: бетонные и железобетонные (толщина 0,1-0,2 м) – обеспечивают низкую шероховатость и высокую водонепроницаемость (рис. 2). На Невинномысском канале использование армированных плит толщиной 0,15 м позволило снизить фильтрацию на 75 %.

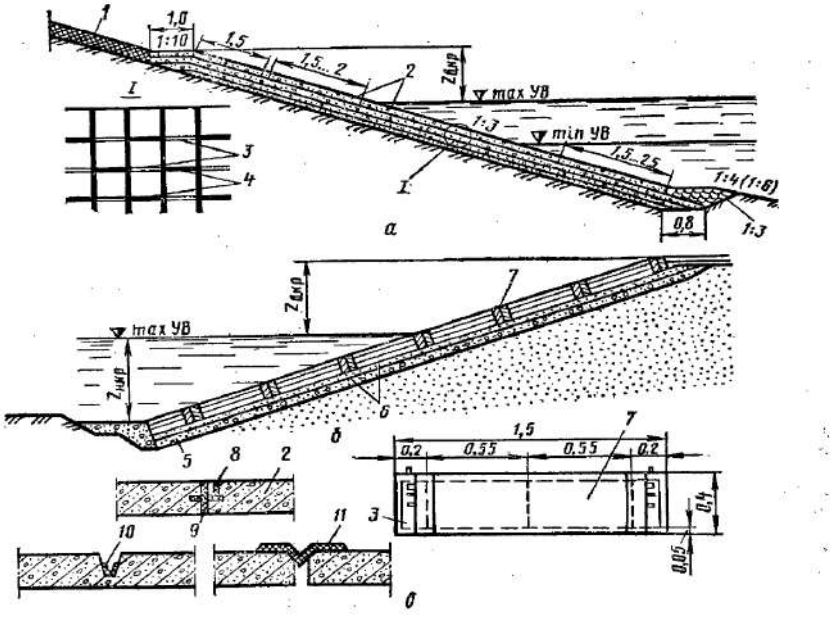

Рисунок 2 – Виды крепления откосов

Асфальтобетонные – гибкие и устойчивые к температурным деформациям. Их применяют в регионах с резкими перепадами температур, например, в Сибири. Сборные плиты – ускоряют строительство, но требуют тщательной герметизации швов. На канале Днепр – Донбасс сборные конструкции сократили сроки работ на 30 %.

4. Дренажные системы. Для отвода грунтовых вод под облицовкой устраивают дренаж из гравийной подготовки и продольных труб (рис. 3). Это предотвращает гидростатическое давление и пучение грунта. На Каракумском канале комбинация поперечных и продоль-

ных дрен снизила риск разрушения облицовки на 40 %. В зонах с высоким уровнем грунтовых вод дополнительно устанавливают диафрагмы из геотекстиля, что повышает долговечность системы.

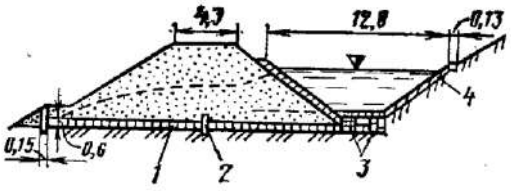

Рисунок 3 – Поперечное сечение дренированного канала

5. Эксплуатация и обслуживание. Долговечность каналов зависит от регулярного мониторинга и ремонта. Например, на канале им. Москвы ежегодно проводятся инспекции швов облицовки с использованием дронов и подводных камер. Для борьбы с зарастанием применяют механическую очистку и экологически безопасные гербициды [9-10]. В зимний период ледяной покров снижает пропускную способность на 7-12 %, что требует корректировки режима работы.

6. Влияние климатических факторов. Изменение климата вносит коррективы в проектирование. Учащение паводков требует увеличения высоты дамб до 2 м над максимальным уровнем воды. В засушливых регионах, таких как Средняя Азия, актуальна минимизация испарения за счет покрытия водной поверхности плёнками или использования плавающих солнечных панелей.

7. Применение BIM-технологий. Информационное моделирование (BIM) позволяет оптимизировать проектирование каналов. На этапе 3D-моделирования анализируются гидравлические параметры, прогнозируется осадка грунта и оценивается устойчивость откосов. Например, при проектировании Северо-Крымского канала BIM-модель помогла сократить количество ошибок на 25 %.

Анализ проектов крупных каналов. Применение комбинированных облицовок (бетон + асфальтобетон) снижает фильтрацию на 70-80 %. Для каналов в пучинистых грунтах эффективны железобетонные плиты с деформационными швами, заполненными полимерными герметиками. Например, на участке Северо-Крымского канала использование силиконовых уплотнителей увеличило срок службы облицовки до 50 лет.

2. Экономическая эффективность. Для магистральных каналов с расходом $Q>50$ м^3/с $Q>50$ м^3/с срок окупаемости бетонных одежд составляет 5-7 лет за счет снижения эксплуатационных расходов. На малых каналах (расход $Q<5$ м^3/с $Q<5$ м^3/с) более рентабельно применение глинобетонных экранов, несмотря на их меньшую долговечность.

3. Экологические аспекты. Строительство каналов влияет на локальные экосистемы. Например, Каракумский канал изменил гидрологический режим Аральского моря. Для минимизации ущерба применяют экологичные материалы (геосинтетика) и восстанавливают прибрежные зоны.

4. Международный опыт. В Нидерландах система каналов интегрирована в защиту от наводнений. В США канал All-American Canal использует гибкие полимерные мембраны, снижающие потери на 90 %.

5. Перспективные технологии. Внедрение полимерных мембран и геосинтетиков открывает новые возможности для борьбы с фильтрацией. На экспериментальном участке Волго-Донского канала использование полиэтиленовых пленок толщиной 1,5 мм снизило потери воды на 90 %. Также перспективным направлением является автоматизация управления водораспределением с помощью датчиков уровня и системы SCADA.

Проблемы и решения, найденные в результате исследования.

1. Осадка грунта. На участках с мягкими грунтами (торф, ил) возможна просадка основания. Решение – устройство песчаных подушек или свайных фундаментов. Например, на Балтийском канале применение винтовых свай увеличило устойчивость на 40 %.

2. Коррозия материалов. В агрессивных средах (солёная вода) бетонные конструкции разрушаются. Защита включает применение добавок в бетон (микрокремнезём) и катодную защиту.

3. Зарастание каналов. Водоросли и камыши снижают пропускную способность. Решение – биологический контроль (запуск растительноядных рыб) и механическая очистка.

Современные методы проектирования гидротехнических каналов базируются на комплексном учете инженерно-геологических, гидравлических и экономических факторов. Оптимизация поперечных сечений, применение эффективных облицовок и дренажных систем позволяют значительно повысить КПД каналов. Ключевыми достижениями стали: снижение фильтрационных потерь на 70-80 % за счет комбинированных облицовок. Сокращение объемов земляных работ на 15-20 % благодаря рациональному трассированию. Увеличение срока службы сооружений до 50 лет при использовании современных материалов.

Перспективным направлением является внедрение «умных» технологий, таких как автоматизированные системы мониторинга и адаптивные дренажные сети. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку экологически безопасных материалов и методов интеграции каналов в ландшафт.

Список использованной литературы

1. Гидротехнические сооружения / А. П. Николаев, Р. З. Киселёва, А. П. Киселёв, В. Н. Юшкин. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2020. 84 с.

2. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

3. Юшкин В. Н. Реализация МКЭ в смешанной формулировке для расчета гидротехнических сооружений // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях. Волгоград, 2016. С. 196-201.

4. Юшкин В. Н. Расчет гидротехнических сооружений в смешанной формулировке на основе МКЭ // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Волгоград, 2017. С. 358-365.

5. Розанов Н. П. Гидротехнические сооружения. Москва: Агропромиздат, 1985. 432 с.

6. Кириенко И. И., Химерик Ю. А. Гидротехнические сооружения: проектирование и расчет. Киев: Вища школа, 1987. 255 с.

7. Ляпичев Ю. П. Гидротехнические сооружения: учебное пособие. Москва: РУДН, 2008. 302 с.

8. Мелиоративные системы и сооружения: СНиП 2.06.03-85. Москва: Госстрой СССР, 1985. 89 с.

9. Годес Э. Г. Строительство в водной среде. Ленинград: Стройиздат, 1989. 527 с.

10. Соколова Л. И. Экологические аспекты гидротехнического строительства. М.: ЭкоПресс, 2017. 178 с.

УДК 532.533+627.83

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОСБРОСНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Воробьев Г. А., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены типы водосбросных сооружений (русловые, береговые, трубчатые, сифонные, шахтные, туннельные). Изучено их назначение, конструктивные особенности и условия применения. Описаны принципы работы и выбор типа водосброса в зависимости от типа плотины, напора и паводковых расходов.

Ключевые слова: *водосбросные сооружения, гидротехника, паводковые расходы, сифонные водосбросы, шахтные водосбросы.*

Водосбросы являются ключевыми гидротехническими сооружениями, обеспечивающими безопасность и эффективность работы гидроузлов, плотин и водохранилищ. Их основная функция заключается в регулировании уровня воды, предотвращении переполнения водоемов и минимизации рисков разрушения гидротехнических конструкций во время паводков или чрезвычайных ситуаций. Изучение водосбросов

имеет длительную историю, начиная с древних цивилизаций, которые использовали примитивные системы отвода воды, и заканчивая современными высокотехнологичными решениями, учитывающими сложные гидродинамические процессы и экологические требования [1-5, 9].

Несмотря на значительный прогресс в области гидротехники, тема водосбросов остается актуальной в связи с растущими вызовами, такими как изменение климата, учащение экстремальных погодных явлений и необходимость обеспечения устойчивого управления водными ресурсами. Современные исследования направлены на оптимизацию конструкций водосбросов, повышение их надежности и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Актуальность темы также подчеркивается необходимостью адаптации существующих гидротехнических сооружений к новым условиям эксплуатации, что требует междисциплинарного подхода и применения современных методов моделирования и анализа.

Таким образом, изучение водосбросов остается важным направлением в гидротехнике, сочетающим в себе как теоретические аспекты, так и практические задачи, направленные на обеспечение безопасности и устойчивости водохозяйственных систем.

Исследование и проектирование водосбросов требуют комплексного подхода, который включает в себя как теоретические расчеты, так и экспериментальные методы. Современные методы изучения данных конструкций можно разделить на несколько основных групп:

Одним из ключевых методов исследования водосбросов является гидравлическое моделирование, которое может быть выполнено как в лабораторных условиях, так и с использованием компьютерных технологий. Физическое моделирование в лабораториях позволяет воспроизвести реальные условия работы водосброса, изучить распределение скоростей, давление на конструкции и возможные кавитационные явления. Численное моделирование с применением программных комплексов (например, ANSYS, Flow-3D, HEC-RAS) позволяет анализировать сложные гидродинамические процессы, такие как турбулентность, образование водоворотов и распределение потоков, и прочностные характеристики [6-8, 10].

Для предварительной оценки параметров водосброса используются аналитические методы, основанные на уравнениях гидравлики и механики жидкости. Эти расчеты позволяют определить основные геометрические характеристики сооружения, такие как ширина, высота и форма водосливного порога, а также оценить пропускную способность конструкции.

Натурные исследования действующих водосбросов играют важную роль в оценке их эффективности и выявлении возможных проблем. Мониторинг включает измерение уровней воды, скоростей потока, давления на конструкции и других параметров. Полученные данные используются для верификации расчетных моделей и корректировки проектных решений.

В некоторых случаях проводятся натурные эксперименты, например, испытания новых материалов или конструктивных решений. Это особенно актуально для водосбросов, работающих в экстремальных условиях, таких как высокие скорости потока или агрессивная среда.

Назначение и классификация водосбросных сооружений. Сооружения водосброса используются для сброса воды из водохранилищ в различных ситуациях, таких как пропуск льда, шуги, мусора и других плавающих объектов, а также для регулирования уровня воды во время паводков. При проектировании учитывается аккумулирующая способность водохранилища, которая позволяет снизить пиковые расходы паводка. Уровень обеспеченности паводка определяется в зависимости от класса гидротехнического сооружения.

Конструкция водосброса считается одной из наиболее сложных в составе гидроузла. В некоторых случаях увеличение объема водохранилища может упростить строительство водосброса за счет снижения расчетных расходов. Если аккумулирующая способность водохранилища значительно превышает объем паводка, водосброс может быть исключен из проекта, однако такое решение требует тщательного обоснования.

Водосбросы классифицируются по месту расположения:

1. Русловые (расположенные в теле плотины).

2. Береговые.

Водосбросы располагающиеся в теле грунтовых плотин подразделяются на открытые и трубчатые.

Открытые водосбросы подобны бетонным водосливным плотинам, в то время как трубчатые водосбросы находятся и работают в напорном режиме.

Береговые водосбросы конструируют в виде открытых каналов, туннелей и различных комбинаций шахт, туннелей и каналов.

Также разделяют по типу оборудования водосливной части (по характеру работы).

А) Управляемые (регулируемые затворами и механизмами для их подъема и опускания).

Б) Автоматического действия без затворов и с затворами, срабатывающими при достижении водой заданной отметки.

Трубчатые водосбросы.

Данный тип водосброса располагается непосредственно в теле плотины, русле и пойме рек. Стандартно располагаются в плотинах небольшой высоты, иногда могут находится в плотинах высотой до 60-80 м. Одним из главных плюсов данного водосброса является их использование для пропуска строительных материалов во время возведения плотины, а в момент эксплуатации гидроузла непосредственно в качестве водосброса

Для устройства данных водосбросов необходимо использовать территорию с плотным грунтом под основание, делать разбитие по длине на секции с помощью швов, применять меры против контактной фильтрации.

Основным материалом зачастую является железобетон с круглым, овальным или прямоугольным поперечным сечением. Реже используются просто металлические, либо бетонные.

Открытые водосбросы с фронтальным отводом воды.

Данный водосброс состоит из входной части с затвором или является автоматическим, имеет транзитную часть в виде водотока, иногда применяется многоступенчатый перепад. При большой протяженности выполняются подводящий и отводящий от сооружения каналы.

Рисунок 1 – Открытый водосброс

Траншейный водосброс.

Является водосбросом с боковым отводом воды.

Сооружение состоит из водосливной части водослива с широким порогом, траншеи, в которую поступает вода из водоема и отводящего канала с примыкающим к нему сооружением.

Водослив может быть с затворами на гребне или автоматического действия.

Гидравлический расчет данного водослива состоит в определении длины, размера траншеи и отводящего канала.

Сифонный водосброс.

Являются трубчатыми сооружениями, автоматического действия, работающие в напорном режиме.

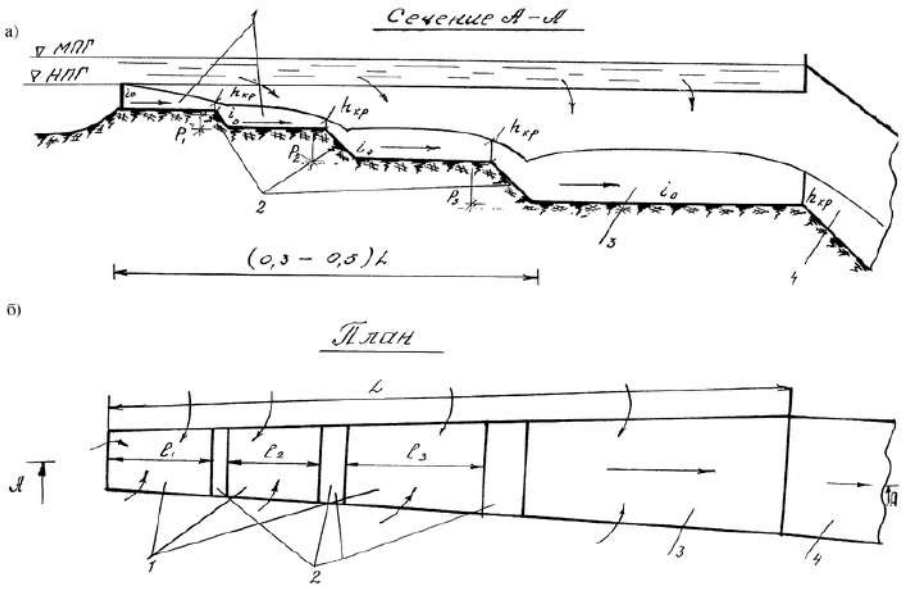

Рисунок 2 – Траншейный водосброс

Сифон выполняется из труб металлических или железобетонных, обычно прямоугольного сечения. Ось трубы изогнута и повторяет очертания плотины, бетонной или земляной.

Выходная часть имеет вид конфузора с высотой сечения:

$$d\text{вх} = (1{,}5 - 2{,}0)\alpha, \quad (1)$$

где α – размер трубы сифона.

Входная кромка расположена ниже НПУ на величину:

$$\delta = \frac{v^2}{2_g}. \quad (2)$$

Сифон включается в работу полным сечением при возрастании уровня ВБ на 20-30см при исключении поступления воздуха в сифон. Для предотвращения поступления воздуха снизу, входной участок трубы опускают под уровень воды на 25-30 см при постоянном уровне НБ. Для переменного уровня строят колодец, который обеспечивает затопление выхода сифона на уступ, отбрасывающий воду от сливной поверхности к потолку.

Принцип работы сифона основан на следующих процессах: когда уровень воды поднимается выше нормального подпорного уровня (НПУ), воздушные отверстия затопляются. Вода, переливающаяся через оголовок (водослив) сифона, набирает высокую скорость, вытесняет воздух из верхней части сифона и создает в этой области пониженное давление (вакуум). После полного вытеснения воздуха происходит "зарядка" сифона, что приводит к резкому увеличению его пропускной способности.

Сифон автоматически отключается при снижении уровня воды в верхнем бьефе до отметки НПУ, когда обнажаются воздушные отверстия, расположенные в верхней стенке входной части сифона на уровне НПУ. Для пропуска больших паводковых расходов сифон может состоять из нескольких труб, которые заряжаются постепенно.

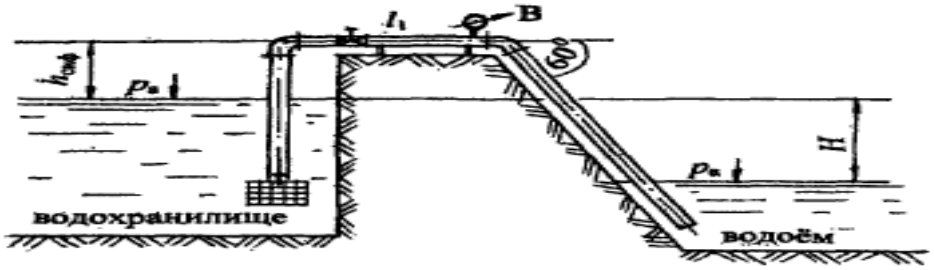

Рисунок 3 – Сифонный водосброс

Шахтный водосброс.

Данные водосбросы обычно используются в средне – и высоконапорных гидроузлах, которые возводятся на скальных основаниях. Сбросные расходы могут достигать до 5000 $м^3/с$.

Водосброс состоит из поверхностного водослива, вертикальной и слегка наклонной шахты и отводящего тракта в виде туннеля или галереи.

Могут быть как управляемые водосливы, так и автоматического действия. По форме делятся на кольцевые, неполные кольцевые и лепестковые.

Сама шахта имеет цилиндрическую, либо коническую форму. Последняя предоставляет лучшие условия работы шахты за счет почти полного устранения вакуума в колене. В вертикальных же шахтах с постоянным сечением для устранения вакуума, который может привести к кавитационной эрозии, к колену подводят дополнительный воздух.

Отводящий туннель имеет постоянное сечение. Во время строительства плотины туннель используют для подачи строительных материалом, затем, после окончания строительных работ, головной участок отрезают бетонной пробкой

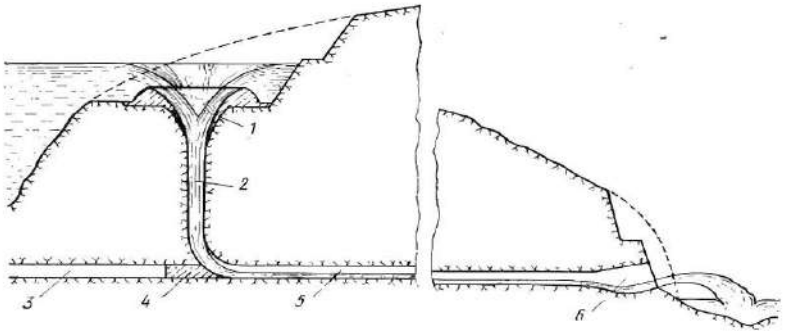

Рисунок 4 – Шахтный водосброс

Туннельный водосброс.

Водосбросные сооружения включают в себя водоприемник и туннель, который служит водоотводящим трактом. Туннельные водосбросы применяются преимущественно на высоконапорных, реже на средненапорных гидроузлах. В некоторых случаях они могут использоваться в качестве водовыпусков, водоспусков или для пропуска воды в период строительства.

1) В зависимости от высотного расположения водоприемника выделяют.

2) Водосбросы с поверхностным водоприемником.

3) Водосбросы с глубинным водоприемником.

Глубина погружения отверстия глубинного водоприемника под уровень верхнего бьефа определяется допустимым напором на затвор, при котором возможно его управление (обычно до 180-200 м).

Водосбросы с поверхностным водоприемником, как правило, работают в безнапорном режиме на всем протяжении водоотводящего тракта. В то же время водосбросы с глубинным водоприемником могут функционировать как в напорном, так и в безнапорном режиме

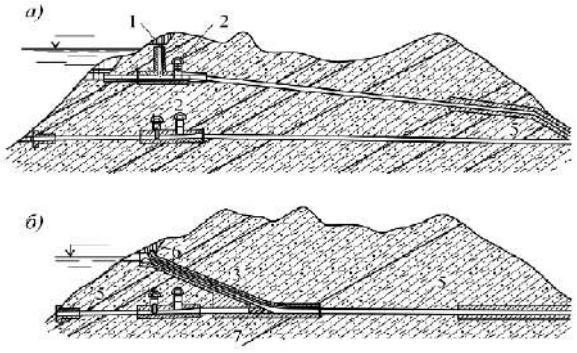

Рисунок 5 – туннельный водосброс

Результаты исследования.

Тип водосброса определяется с учетом следующих факторов:

а) типа плотины и величины напора на ней;

б) объемов паводковых и строительных расходов;

в) общей схемы организации работ и пропуска строительных расходов;

г) топографических, геологических и гидрологических условий на площадке гидроузла;

д) особенностей эксплуатации;

е) результатов технико-экономического сравнения вариантов.

При прочих равных условиях для грунтовых плотин предпочтение отдается береговым водосбросам, если нет необходимости в пропуске строительных расходов.

Траншейные и шахтные водосбросы наиболее целесообразны при наличии скальных грунтов и крутых береговых склонов.

Сифонные водосбросы рекомендуется использовать в случаях быстронаступающих паводков и при относительно небольшой аккумулирующей способности водохранилища. Однако их существенным недостатком является невозможность сброса плавающих объектов, что часто требует дополнительного устройства водосливных отверстий с затворами.

Водосбросы играют важнейшую роль в обеспечении безопасности и устойчивости гидротехнических сооружений, таких как плотины и водохранилища. Их основная задача заключается в регулировании уровня воды, предотвращении переполнения и минимизации рисков разрушения конструкций во время паводков или чрезвычайных ситуаций. Несмотря на длительную историю изучения и развития технологий, тема водосбросов остается актуальной в свете современных вызовов, включая изменение климата, учащение экстремальных погодных явлений и необходимость экологически устойчивого управления водными ресурсами.

Современные исследования в этой области направлены на оптимизацию конструкций, повышение их надежности и снижение негативного воздействия на окружающую среду. Актуальность темы подчеркивается также необходимостью адаптации существующих сооружений к новым условиям эксплуатации, что требует применения междисциплинарного подхода и современных методов моделирования.

Таким образом, водосбросы остаются важным объектом изучения в гидротехнике, сочетающим в себе как теоретические аспекты, так и практические задачи, направленные на обеспечение безопасности и эффективности водохозяйственных систем. Дальнейшие исследования и разработки в этой области будут способствовать созданию более совершенных и устойчивых решений, отвечающих вызовам современности.

Список использованной литературы

1. Ткачев А. А. Гидротехнические сооружения: учебное пособие Новочеркасск: Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ, 2019. 178 с.

2. Гидротехнические сооружения мелиоративно-водохозяйственного комплекса: учебное пособие / Д. В. Козлов, А. Н. Юрченко, А. Г. Журавлева, Н. Т. Джумагулова. Москва: МИСИ-МГСУ, 2024. 112 с.

3. Плеханов М. С. Гидротехнические сооружения: учебное пособие. Пермь: ПНИПУ, 2014. 215 с.

4. Гидротехнические сооружения мелиоративно-водохозяйственного комплекса: учебное пособие / Д. В. Козлов, А. Н. Юрченко, А. Г. Журавлева, Н. Т. Джумагулова. Москва: МИСИ-МГСУ, 2024. 112 с.

5. Гидротехнические сооружения / А. П. Николаев, Р. З. Киселёва, А. П. Киселёв, В. Н. Юшкин. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2020. 84 с.

6. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

7. Юшкин В. Н. Реализация МКЭ в смешанной формулировке для расчета гидротехнических сооружений // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях. Волгоград, 2016. С. 196-201.

8. Юшкин В. Н. Расчет гидротехнических сооружений в смешанной формулировке на основе МКЭ // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Волгоград, 2017. С. 358-365.

9. Гидротехнические сооружения водохозяйственного назначения / А. П. Николаев, Р. З. Киселёва, А. П. Киселёв, Н. А. Гуреева. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2020. 96 с.

10. Гуреева Н. А., Киселева Р. З., Николаев А. П., Рябуха В. В. Напряженно-деформированное состояние элементов гидротехнических сооружений // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации. Волгоград, 2022. С. 100-104.

УДК 539.3:624.074.4

ВАЖНОСТЬ УЧЕТА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ В РАСЧЕТАХ НА ПРОЧНОСТЬ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ОБОЛОЧЕК

Джабраилов А. Ш., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Осесимметричные оболочечные конструкции занимают особое место в инженерной практике благодаря способности эффективно перераспределять внешние нагрузки и обеспечивать высокую удельную жёсткость при минимальном расходе материала. Эти особенности обусловлены развитой кривизной меридионального и окружного направлений, что создаёт благоприятные условия для преимущественно мембранного напряжённого состояния. Однако высокая чувствительность подобных систем к крупным перемещениям, начальным несовершенствам и локальным нарушениям формы требует применения расчётных моделей, учитывающих **геометрическую нелинейность**.

***Ключевые слова**: геометрическая нелинейность, диаграммы деформирования, модуль упругости, оболочки вращения, девиатор.*

Теоретические предпосылки геометрически нелинейного анализа.

Под геометрической нелинейностью в механике оболочек понимают совокупность эффектов, возникающих вследствие значительных перемещений и поворотов элементов конструкции, когда исходная геометрия перестаёт быть адекватной для описания текущего напряжённо-деформированного состояния. При этом даже упругий материал демонстрирует поведение, отклоняющееся от линейного, поскольку изменение конфигурации влечёт за собой перераспределение как мембранных, так и изгибных усилий. В результате возникают дополнительные продольные и окружные напряжения, которые невозможно корректно оценить в рамках линейной теории.

Особенности работы осесимметричных оболочек в условиях больших перемещений.

Осесимметричные оболочки – цилиндрические, конические, сферические – обладают специфической механо-геометрической структурой, приводящей к высоким чувствительностям к внешним нагрузкам. Для таких конструкций характерны:

- переход от малых деформаций к режиму больших прогибов при сравнительно умеренных нагрузках;
- усиленное взаимодействие мембранного и изгибного механизмов сопротивления;
- значительное влияние начальных геометрических дефектов, которые могут менять критические параметры устойчивости в несколько раз;
- выраженные нелокальные эффекты, когда локальное искривление вызывает перераспределение нагрузок на большой площади.

В совокупности эти факторы делают линейную постановку принципиально недостаточной для надёжного прогноза прочности и устойчивости.

Необходимость нелинейного анализа при оценке прочности.

При расчётах тонкостенных оболочек игнорирование геометрической нелинейности приводит к систематическим ошибкам. Наиболее критичные из них включают:

- **искажение уровней напряжений**, особенно в областях перехода геометрии и на границах опирания;
- **недооценку дополнительных мембранных усилий**, возникающих из-за изменения конфигурации оболочки под действием нагрузки;
- **неверное определение предельных нагрузок**, поскольку линейные методы не фиксируют упрочнение конструкции за счёт растяжения поверхности;
- **ошибки в оценке устойчивости**, прежде всего при внешнем давлении, осевом сжатии и комбинированных режимах.

Для осесимметричных оболочек характерен сложный нелинейный путь нагружения: при увеличении нагрузки система может демонстрировать несколько стадий – от квазилинейного ответа до интенсивных геометрических перестроек, предшествующих потере устойчивости.

Современные методы анализа. Численное моделирование геометрически нелинейного поведения основано на использовании итерационно-инкрементальных процедур, позволяющих корректно отслеживать изменение конфигурации конструкции. Основными элементами такой постановки являются:

- специализированные оболочечные конечные элементы с учётом больших перемещений и поворотов;

- корректные алгоритмы обновления геометрии на каждом шаге нагружения;
- учет начальных несовершенств, которые оказывают решающее влияние на критическое поведение;
- использование режимов управления нагрузкой и перемещениями для анализа околокритических состояний.

Применение таких методов позволяет воспроизводить реальные закономерности деформирования и обеспечивать надёжную оценку прочности и устойчивости конструкции.

Практическое значение.

Геометрически нелинейный анализ является обязательным в ситуациях, связанных с:

- проектированием резервуаров, трубопроводов, сосудов под давлением и оболочек энергетического оборудования;
- анализом аварийных режимов, сопровождающихся значительными прогибами;
- оценкой влияния технологических и эксплуатационных дефектов формы;
- оптимизацией массы и толщины конструкций при соблюдении требований по ресурсу.

Таким образом, учёт геометрической нелинейности представляет собой не просто корректировку расчётных моделей, а принципиальный элемент инженерного анализа, определяющий достоверность оценки прочности осесимметричных оболочек.

Список использованной литературы

1. Джабраилов А. Ш. Расчет осесимметрично нагруженной оболочки вращения с учетом физической нелинейности при различных вариантах изменения объема // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. Т. 3. С. 270-275.

2. Джабраилов А. Ш., Клочков Ю. В., Николаев А. П. Сравнение вариантов функций формы треугольного дискретного элемента для векторного способа интерполяции перемещений оболочки // Известия вузов. Авиационная техника. 2008. № 2. С. 10-13.

3. Джабраилов А. Ш., Клочков Ю. В., Николаев А. П. Конечно-элементный расчет оболочек вращения с ветвящимся меридианом // Известия вузов. Авиационная техника. 2009. № 1. С. 15-19.

4. Ищанов Т. Р., Клочков Ю. В., Николаев А. П. Учет деформаций поперечного сдвига при конечно-элементном расчете тонкой оболочки в виде эллиптического цилиндра // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2018. № 4. С. 58-65.

5. Ищанов Т. Р. Конечно-элементный расчет тонких оболочек при учете сдвиговых деформаций на основании векторной аппроксимации полей перемещений // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2017. С. 377-382.

6. Постнов В. А., Хархурим И. Я. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций: учебник. Л.: Судостроение, 1974. 344 с.
7. Седов Л. И. Механика сплошной среды. М.: Наука, 1976. Т. 1. 535 с.
8. Малинин Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести: учебник. М.: Машиностроение, 1975. 400 с.
9. Kattan P. I., Voyiadjis G. Z. Damage Mechanics with Finite Elements. Practical Applications with Computer Tools. 2001. 123 p.
10. Calculation of an elliptic cylindrical shell outside elastic limits based on the FEM with various forms of defining equations / A. S. Dzhabrailov, A. P. Nikolaev, Y. V. Klochkov, T. R. Ishchanov N. A. Gureeva // Journal of machinery manufacture and reliability. 2020. V. 49. № 6. Pp. 518-529.

УДК 539.3:624.04

МАТЕРИАЛЬНАЯ НЕЛИНЕЙНОСТЬ В РАСЧЕТАХ НА ПРОЧНОСТЬ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Джабраилов А. Ш., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Тонкостенные конструкции широко применяются в авиационно-космической технике, транспортном машиностроении, энергетике, химическом оборудовании и строительных системах. Высокая эффективность таких элементов обусловлена малой толщиной стенки при развитой геометрии, что позволяет воспринимать значительные нагрузки преимущественно мембранным способом. Однако специфика работы тонкостенных конструкций заключается в повышенной чувствительности к локальным концентрациям напряжений, неоднородности распределения усилий и к изменению свойств материала под действием внешних факторов. Поэтому учёт **материальной нелинейности** является необходимым условием корректной оценки их прочности и долговечности

***Ключевые слова**: материальная нелинейность, диаграммы деформирования, модули упругости, оболочки вращения, конечный элемент, девиатор.*

Теоретические основы материальной нелинейности. Материальная нелинейность представляет собой отклонение реального напряжённо-деформированного состояния от линейно-упругой модели, принятой в классической теории упругости. Это отклонение возникает вследствие:

- упруго-пластического деформирования с упрочнением или без него;
- проявления вязко-пластических свойств при скоростном нагружении;
- накопления повреждений и деградации жёсткости материала;
- нелинейно-упругого поведения, характерного для полимеров, композитов и некоторых металлов при высоких температурах.

Каждый из перечисленных механизмов приводит к необратимым изменениям структуры материала, что существенно влияет на распределение напряжений и характер деформирования тонкостенной конструкции.

Особенности работы тонкостенных элементов в условиях материальной нелинейности.

В тонкостенных системах локальные пластические зоны могут возникать при нагрузках, значительно меньших по сравнению с предельными значениями. Это обусловлено:

- малой толщиной стенки и, как следствие, концентрацией напряжений в местах геометрических и силовых неоднородностей;
- сложным сочетанием мембранных и изгибных деформаций;
- присутствием зон локальной потери устойчивости, которые инициируют пластические процессы;
- наличием технологических дефектов, усиливающих влияние нелинейных эффектов.

Формирование локальных пластических областей часто приводит к перераспределению усилий по сечению, снижению эффективной жёсткости, появлению остаточных деформаций и развитию повреждаемости, что невозможно корректно описать в рамках линейной теории.

Значимость учёта материальной нелинейности в инженерных расчётах.

Применение линейно-упругих моделей при анализе тонкостенных конструкций приводит к существенным погрешностям в определении их несущей способности. Пренебрежение материальной нелинейностью вызывает:

- недооценку пластических деформаций и продуктов перераспределения напряжений;
- неверное определение критических нагрузок, особенно при наличии комбинированных режимов воздействия;
- искажённую оценку прочности элементов, подверженных циклическим или ударным нагрузкам;
- ошибочную интерпретацию остаточного ресурса конструкции после перегрузок.

Таким образом, учёт материальной нелинейности позволяет значительно повысить точность расчётов и обеспечить требуемую надёжность тонкостенных систем.

Методы численного моделирования.

Современные подходы к учёту материальной нелинейности основаны на использовании метода конечных элементов с инкрементально-итерационными схемами решения. В таких моделях:

- формируется корректная касательная матрица жёсткости, соответствующая текущему состоянию материала;

- реализуются критерии пластичности, адаптированные для различных типов материалов (Мизеса, Треска, Хилла и др.);
- учитываются модели изотропного, кинематического и комбинированного упрочнения;
- возможно моделирование накопления повреждений и изменения модуля упругости.

При расчётах тонкостенных конструкций особое значение имеют специализированные оболочечные элементы, устойчивые к числовой блокировке и корректно передающие изгибно-мембранное взаимодействие.

Практическая значимость. Корректный учёт материальной нелинейности позволяет:

- повысить достоверность оценки прочности и стабильности тонкостенных элементов;
- оптимизировать массу конструкций без потери безопасности;
- выявлять опасные зоны локального разрушения на ранних этапах проектирования;
- прогнозировать остаточную прочность и ресурс после пластических деформаций;
- обоснованно выбирать технологические параметры изготовления и контроля качества.

Таким образом, материальная нелинейность является ключевым фактором, определяющим точность расчётов и надёжность тонкостенных конструкций в условиях сложного нагружения.

Список использованной литературы

1. Джабраилов А. Ш. Расчет осесимметрично нагруженной оболочки вращения с учетом физической нелинейности при различных вариантах изменения объема // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. Т. 3. С. 270-275.

2. Джабраилов А. Ш., Клочков Ю. В., Николаев А. П. Сравнение вариантов функций формы треугольного дискретного элемента для векторного способа интерполяции перемещений оболочки // Известия вузов. Авиационная техника. 2008. № 2. С. 10-13.

3. Джабраилов А. Ш., Клочков Ю. В., Николаев А. П. Конечно-элементный расчет оболочек вращения с ветвящимся меридианом // Известия вузов. Авиационная техника. 2009. № 1. С. 15-19.

4. Ищанов Т. Р., Клочков Ю. В., Николаев А. П. Учет деформаций поперечного сдвига при конечно-элементном расчете тонкой оболочки в виде эллиптического цилиндра // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2018. № 4. С. 58-65.

5. Ищанов Т. Р. Конечно-элементный расчет тонких оболочек при учете сдвиговых деформаций на основании векторной аппроксимации полей перемещений // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2017. С. 377-382.

6. Постнов В. А., Хархурим И. Я. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций: учебник. Л.: Судостроение, 1974. 344 с.
7. Седов Л. И. Механика сплошной среды: учебник. М.: Наука, 1976. Т. 1. 535 с.
8. Малинин Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести: учебник. М.: Машиностроение, 1975. 400 с.
9. Kattan P. I., Voyiadjis G. Z. Damage Mechanics with Finite Elements // Practical Applications with Computer Tools. 2001. 123 p.
10. Calculation of an elliptic cylindrical shell outside elastic limits based on the FEM with various forms of defining equations / A. S. Dzhabrailov, A. P. Nikolaev, Y. V. Klochkov, T. R. Ishchanov, N. A. Gureeva // Journal of machinery manufacture and reliability. 2020. V. 49. № 6. Pp. 518-529.

УДК 539.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ В ТОНКИХ ОБОЛОЧКАХ: ВЕКТОРНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ В МКЭ

Ищанов Т. Р., *канд. техн. наук, доцент*
Ищанов У. Р., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучена проблема повышения точности численного моделирования тонкостенных конструкций агропромышленного комплекса (зернохранилищ, резервуаров, арочных сооружений). Рассмотрены недостатки классической скалярной аппроксимации перемещений в методе конечных элементов (МКЭ), приводящие к эффектам «мембранного запирания». Обосновано применение векторной интерполяции полей перемещений для корректного учета смещений жесткого целого. Предложен подход, позволяющий повысить надежность расчетов на прочность и устойчивость при проектировании объектов АПК в рамках стратегии цифрового развития отрасли.

Ключевые слова: *тонкие оболочки, метод конечных элементов, векторная аппроксимация, деформации.*

Современная стратегия цифрового развития агропромышленного комплекса (АПК) и сельских территорий неразрывно связана с внедрением передовых инженерных решений и технологий строительства. Значительную часть инфраструктуры АПК составляют тонкостенные оболочечные конструкции: металлические силосы для хранения зерна, резервуары для жидких удобрений и топлива, арочные конструкции теплиц и ангаров для сельскохозяйственной техники.

Обеспечение их эксплуатационной надежности, особенно в условиях возрастающих климатических нагрузок и требований к оптимизации материалоемкости, требует применения высокоточных методов математического моделирования.

Метод конечных элементов (МКЭ) является основным инструментом инженерного анализа подобных сооружений. Однако при расчете криволинейных поверхностей классические конечные элементы часто демонстрируют низкую скорость сходимости и неустойчивость

решений, известную как эффект «запирания» (locking). Целью данной работы является анализ и научное обоснование применения векторной аппроксимации полей перемещений как метода устранения геометрических погрешностей при создании цифровых моделей сельскохозяйственных объектов.

Проблематика скалярной интерполяции в криволинейных координатах.

Традиционный подход к построению конечного элемента оболочки базируется на введении локальной криволинейной системы координат (ξ, η), связанной со срединной поверхностью. Вектор перемещений $\vec{u}$ произвольной точки оболочки обычно раскладывается по базисным векторам (ковариантным или контравариантным), а искомыми неизвестными являются скалярные компоненты этого вектора (прогибы и тангенциальные смещения).

Аппроксимация поля перемещений внутри конечного элемента в скалярном подходе записывается следующим образом:

$$u^k(\xi,\eta) = \sum_{i=1}^{N} \Psi_i(\xi,\eta)(u^k)_i\,, \quad k = 1,2,3, \qquad (1)$$

где u^k – компоненты вектора перемещений в локальном базисе; Ψ_i – полиномиальные функции формы; $(u^k)_i$ – узловые значения компонент; N – число узлов элемента.

Фундаментальная проблема данного подхода заключается в несогласованности аппроксимации геометрии оболочки и поля перемещений. В реальных конструкциях (например, цилиндрическая стенка силоса) перемещение элемента как жесткого целого (Rigid Body Motion – RBM) в декартовом пространстве сопровождается сложным изменением криволинейных компонент вектора перемещения. Использование простых полиномов в формуле (1) не позволяет точно воспроизвести такое движение.

В результате, при попытке смоделировать чистое смещение или поворот элемента без деформации, в численном решении возникают ложные деформации и, как следствие, фиктивные напряжения. Этот эффект особенно критичен для тонких оболочек, характерных для сооружений АПК, где мембранная жесткость значительно превышает изгибную. Ошибки в определении напряженно-деформированного состояния (НДС) могут достигать 20-30 %, что недопустимо при проектировании емкостей высокого давления или крупногабаритных элеваторов.

Метод векторной аппроксимации. Альтернативой скалярному подходу служит векторная аппроксимация, основанная на интерполяции непосредственно вектора перемещений в глобальной декартовой системе координат, независимо от локальной геометрии элемента.

Пусть радиус-вектор точки срединной поверхности в деформированном состоянии $\vec{R}$ определяется как сумма радиус-вектора в исходном состоянии $\vec{r}$ и вектора перемещения $\vec{u}$:

$$\vec{R}(\xi,\eta) = \vec{r}(\xi,\eta) + \vec{u}(\xi,\eta). \quad (2)$$

При векторной аппроксимации интерполируется сам вектор $\vec{u}$:

$$\vec{u}(\xi,\eta) = \sum_{i=1}^{N} L_i(\xi,\eta)\overrightarrow{u_i}, \quad (3)$$

где $\overrightarrow{u_i}$ – векторы перемещений в узлах элемента, заданные в глобальном базисе; L_i – скалярные функции формы.

Такой подход обладает свойством геометрической точности. Поскольку функции формы L_i удовлетворяют условию полноты $(\sum L_i = 1)$, любое поступательное перемещение элемента как жесткого целого $(\overrightarrow{u_i} = const)$ приводит к тождественно равному константе полю перемещений внутри элемента, что автоматически исключает появление ложных деформаций.

Математическая модель деформирования. Для реализации векторной аппроксимации в МКЭ необходимо сформулировать геометрические соотношения оболочки в векторном виде. Деформации срединной поверхности описываются метрическим тензором Грина-Лагранжа. Компоненты тензора деформации $\varepsilon_{\alpha\beta}$ выражаются через изменение метрических коэффициентов поверхности:

$$\varepsilon_{\alpha\beta} = \frac{1}{2}\left(G_{\alpha\beta} - g_{\alpha\beta}\right), \quad (4)$$

где $g_{\alpha\beta} = \overrightarrow{r_\alpha} \cdot \overrightarrow{r_\beta}$ – метрический тензор исходной поверхности; $G_{\alpha\beta} = \overrightarrow{R_\alpha} \cdot \overrightarrow{R_\beta}$ – метрический тензор деформированной поверхности; индексы α, β принимают значения 1, 2 (координаты на поверхности).

Производные радиус-вектора деформированной поверхности с учетом (2) и (3) определяются как:

$$\overrightarrow{R_\alpha} = \overrightarrow{r_\alpha} + \overrightarrow{u_\alpha} = \overrightarrow{r_\alpha} + \sum_{i=1}^{N} \frac{\partial L_i}{\partial \xi^\alpha}\overrightarrow{u_i} \quad (5)$$

Подстановка (5) в (4) позволяет получить выражение для деформаций, которое точно учитывает геометрию элемента. Важно отметить, что при таком подходе вектор нормали $\vec{n}$ также строится естественным образом через векторное произведение касательных векторов, что упрощает учет сдвиговых деформаций (в рамках теории Тимошенко-Рейсснера), актуальных для композитных материалов, применяемых в современном сельхозмашиностроении.

Преимущества применения в задачах АПК. Внедрение алгоритмов, основанных на векторной аппроксимации, в программные комплексы для расчета сооружений АПК открывает следующие возможности.

1. Повышение точности расчета зернохранилищ. Стенки металлических силосов подвергаются сложному нагружению: распирающее давление зерновой массы, вертикальное трение, ветровая нагрузка и неравномерная осадка фундамента. Векторная модель позволяет корректно описывать потерю устойчивости («хлопок») тонкой цилиндрической оболочки, исключая численные артефакты, которые могут быть ошибочно приняты за зоны концентрации напряжений.

2. Проектирование большепролетных теплиц. Современные тепличные комплексы представляют собой сложные многопролетные арочные оболочки. При воздействии снеговых мешков возникают большие перемещения и повороты сечений. Векторная аппроксимация эффективно работает в геометрически нелинейной постановке, обеспечивая сходимость итерационных процессов Ньютона-Рафсона при больших шагах нагружения.

3. Моделирование мягких оболочек. В АПК все чаще применяются гибкие резервуары и биогазовые реакторы из полимерных материалов. Для таких конструкций, не имеющих собственной изгибной жесткости в ненапряженном состоянии, векторный подход является практически безальтернативным, так как позволяет отслеживать значительные изменения геометрии в процессе наполнения.

Сравнительный анализ и результаты. Численные эксперименты, проведенные на тестовых задачах (изгиб цилиндрической панели, выдувание полусферы), показывают, что конечные элементы на базе векторной аппроксимации обеспечивают необходимую точность при сетке, в 2-3 раза более грубой по сравнению со скалярными аналогами [7].

Это обстоятельство имеет решающее значение при создании цифровых двойников крупных агропромышленных объектов, где количество степеней свободы может достигать миллионов. Снижение размерности задачи при сохранении точности позволяет проводить вариантные расчеты и оптимизацию конструкций на персональных компьютерах инженеров непосредственно в проектных бюро, без привлечения суперкомпьютерных мощностей.

Кроме того, использование векторных переменных упрощает процедуру стыковки конечных элементов различной размерности и геометрии (например, соединение цилиндрического корпуса силоса с конической воронкой), что устраняет необходимость в использовании сложных переходных элементов или искусственных кинематических связей.

Выводы

1. Стратегия цифрового развития АПК требует перехода к более совершенным методам математического моделирования физических процессов в несущих конструкциях.

2. Классическая скалярная аппроксимация в МКЭ имеет ограничения при расчете тонких оболочек, связанные с нарушением условий смещения жесткого целого.

3. Векторная аппроксимация полей перемещений является эффективным методом повышения точности расчетов. Она позволяет адекватно моделировать напряженно-деформированное состояние сельскохозяйственных сооружений, снижая риски аварий и материалоемкость строительства.

Перспективным направлением является интеграция разработанных алгоритмов в отечественное программное обеспечение, ориентированное на нужды сельского строительства и машиностроения.

Список использованной литературы

1. Голованов А. И., Тюленева О. Н., Шигабутдинов А. Ф. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций. М.: Физматлит, 2006. 392 с.

2. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975. 541 с.

3. Оптимальные вычислительные технологии в математическом моделировании нелинейных задач механики деформируемого твердого тела / В. Г. Дмитриев, С. И. Жаворонок, Е. К. Коровин, В. Г. Москвитин // Инженерная физика. 2008. № 6. С. 2-5.

4. Определение несущей способности резервуара при наличии недопустимых отклонений стенки / П. В. Чепур, А. А. Тарасенко, З. С. Кутрунова, М. А. Тарасенко, А. А. Колядко // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2025. № 2 (170). С. 124-137.

5. Chapelle D., Bathe K. J. The Finite Element Analysis of Shells – Fundamentals. Springer, 2011. 410 p.

6. Ищанов Т. Р. Теоретико-множественный подход к определению прочностных характеристик дискретной модели цилиндрической оболочки на основе векторной аппроксимации // Прикладная математика & Физика. 2024. Т. 56. № 1. С. 75-82.

7. Андреев А. С. Конечно-элементный алгоритм расчета на прочность тонких оболочек в геометрически нелинейной постановке // Наука и молодѐжь: новые идеи и решения: материалы XV Международной научно-практической конференции молодых исследователей. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2021. Т. 4. С. 272-274.

УДК 539.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ АППРОКСИМАЦИИ В ЧИСЛЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ДЕФОРМАЦИЙ ОБОЛОЧЕК

Ищанов Т. Р., *канд. техн. наук, доцент*
Ищанов У. Р., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлен сравнительный анализ методов аппроксимации, используемых в численном моделировании напряженно-деформированного состояния (НДС) тонких оболочек. Оболочки, как конструктивные элементы с вы-

сокой удельной прочностью, требуют эффективных и точных вычислительных подходов. Рассмотрены теоретические основы моделирования, начиная с трехмерных (3D) моделей и переходя к двумерным теориям (теория Кирхгофа-Лява (ТКЛ) и Рейсснера-Миндлина (ТРМ или FSDT)).

Ключевые слова: *методы аппроксимации, численное моделирование, тонкие оболочки, метод конечных элементов, теория Кирхгофа-Лява, теория Рейсснера-Миндлина, блокировка сдвига (Shear Locking), бессеточные методы.*

Оболочки – это тонкие, изогнутые конструктивные элементы, такие как корпуса самолетов, крыши стадионов, днища кораблей, купола и тонкостенные резервуары. Их главное преимущество: они позволяют перекрывать большие пролеты и выдерживать значительные нагрузки, используя при этом минимум материала [1]. Такая эффективность достигается за счет того, что нагрузка распределяется в основном по срединной поверхности оболочки (мембранное напряженное состояние), а не через изгиб, как в балках или плитах.

Изучение напряженно-деформированного состояния оболочек – ключевая задача в механике. Однако рассчитать НДС для реальной, сложной конструкции (например, с отверстиями, переменной толщиной или сложной нагрузкой) с помощью классических формул практически невозможно. Именно поэтому на помощь приходит численное моделирование.

Аппроксимация – это математическая операция, которая лежит в основе любого численного метода. По сути, мы заменяем реальную, бесконечно сложную (непрерывную) конструкцию, описанную сложными дифференциальными уравнениями, на ее упрощенную (дискретную) модель. В этой модели мы ищем решение только в определенных точках или на определенных небольших участках. Точность и скорость расчета НДС напрямую зависят от того, как именно выполнена эта аппроксимация.

Цель данной обзорной статьи – провести сравнение основных методов аппроксимации, которые используются для численного анализа деформаций и напряжений в тонких оболочках.

Основы механики оболочек: от 3D к 2D

Любая оболочка является, по сути, трехмерным (3D) телом. Однако из-за того, что один ее размер – толщина (h) – значительно меньше двух других размеров (длина L и ширина W), прямое 3D-моделирование становится крайне неэффективным.

Проблема 3D-Моделирования. Если мы попытаемся использовать стандартные 3D-методы, нам придется разбить оболочку на очень мелкие элементы не только вдоль ее поверхности, но и по ее толщине (обычно требуется не менее 3-5 слоев элементов). Поскольку L и W обычно велики, это приводит к миллионам элементов и непомерным вычислительным затратам. Кроме того, при очень тонких

элементах возникают численные проблемы, такие как блокировка объема (volumetric locking) и блокировка сдвига (shear locking), о которых будет сказано ниже.

Теории Оболочек (2D-Подход). Для упрощения задачи механики разработали двумерные (2D) теории, которые позволяют свести 3D-задачу к 2D-задаче, рассматриваемой только на срединной поверхности оболочки. Это достигается путем введения гипотез о том, как ведет себя материал по толщине.

Теоретические Модели Оболочек

Выбор численного метода тесно связан с выбором базовой механической теории, на которой строится аппроксимация.

Классическая Теория Кирхгофа-Лява (ТКЛ). Эта теория, заложенная еще в трудах математиков Лява [2] и Кирхгофа, является самой простой и исторически первой. Она базируется на двух ключевых допущениях.

1. Гипотеза нормали: прямой отрезок, изначально нормальный к срединной поверхности, остается прямым и нормальным к ней после деформации.

2. Гипотеза жесткости по нормали: длина этого отрезка (толщина оболочки) не изменяется.

Следствие: ТКЛ полностью игнорирует деформацию поперечного сдвига (сдвиг слоя материала относительно соседнего слоя в направлении толщины).

Эта теория идеальна только для очень тонких оболочек (соотношение толщины к длине $h/L < 1/50$). В инженерной практике она часто не подходит, так как дает слишком жесткий результат и не учитывает важные эффекты вблизи опор.

Теория первого порядка: Рейсснера-Миндлина (ТРМ). Теория Рейсснера-Миндлина – это усовершенствование ТКЛ, которое стало основой для большинства современных численных моделей оболочек.

Ключевое отличие: нормаль к срединной поверхности после деформации остается прямой, но больше не обязана быть перпендикулярной срединной поверхности. Это означает, что ТРМ учитывает деформацию поперечного сдвига.

Преимущества**:**

- может использоваться для оболочек средней толщины $1/10 \leq h/L \leq 1/50$;
- в отличие от ТКЛ, ТРМ требует только C^0 непрерывности (только перемещения должны быть непрерывны между элементами), что значительно упрощает формулировку в методе конечных элементов.

Недостатки**:** поскольку ТРМ изначально предполагает, что напряжения сдвига распределены равномерно по толщине (что не совсем так), для корректного результата требуется вводить поправочный коэффициент сдвига.

Обзор численных методов аппроксимации

В контексте 2D-теорий оболочек для дискретизации (аппроксимации) пространственной области используются три основных класса методов.

Метод конечных элементов (МКЭ). МКЭ (Finite Element Method, FEM) – это безусловный лидер в коммерческом и научном моделировании НДС [3].

Суть аппроксимации.

1. Разбиение: оболочка разбивается на множество маленьких участков – конечных элементов (например, треугольники или четырехугольники).

2. Базисные функции: внутри каждого элемента перемещение (деформация) $u(x)$ аппроксимируется как сумма произведений узловых значений (перемещений в узлах элемента) u_i и специальных функций, называемых формообразующими (или базисными) функциями N_i:

$$u(x) \approx \sum_{i=1}^{n} N_i(x) u_i.$$

3. Сборка: решение (уравнения равновесия) формулируется для каждого элемента, а затем все уравнения «сшиваются» в общую систему для всей конструкции.

МКЭ особенно удобен для сложной геометрии (криволинейные оболочки) благодаря использованию изопараметрических элементов, где геометрия и поля перемещений описываются одними и теми же функциями [4, 5].

Проблема Блокировки Сдвига (Shear Locking) в МКЭ.

Это самый серьезный численный артефакт, возникающий при использовании стандартных элементов МКЭ, основанных на теории Рейсснера-Миндлина (ТРМ), для очень тонких оболочек.

В теории ТРМ сдвиг γ_{xz} и изгиб κ_{xz} не связаны жестко, в отличие от ТКЛ (где сдвиг всегда равен нулю). Однако, когда толщина h становится очень маленькой, стандартный элемент МКЭ численно пытается удовлетворить условиям ТКЛ (где $\gamma_{xz} = 0$) даже там, где это физически не обязательно. Эта искусственная численная жесткость называется блокировкой сдвига. Модель становится намного жестче, чем реальная оболочка, а прогибы и напряжения оказываются сильно заниженными.

Для борьбы с блокировкой были разработаны специальные методы аппроксимации, такие как:

- Reduced Integration (пониженное интегрирование), использование меньшего числа точек интегрирования для вычисления энергии сдвига, что «смягчает» элемент.

- Assumed Natural Strain (ANS) / F-bar, усовершенствованные формулировки, которые модифицируют поле деформаций сдвига внутри элемента, чтобы обеспечить правильный переход к условиям ТКЛ при уменьшении толщины.

Метод конечных разностей (МКР). МКР (Finite Difference Method, FDM) – один из старейших численных методов [6].

Суть аппроксимации.

1. Сетка: область моделирования покрывается регулярной (прямоугольной) сеткой.

2. Аппроксимация производных: вместо базисных функций, МКР заменяет все частные производные в исходных дифференциальных уравнениях механики на конечно-разностные отношения (разности значений функции в соседних узлах). Например, первая производная du/dx в узле i аппроксимируется как $(u_{i+1} - u_{i-1})/2h$, где h – шаг сетки.

Преимущества: концептуальная и программная простота; высокая точность для задач с регулярной геометрией (например, прямоугольная пластина) и постоянными свойствами.

Недостатки: неприменим для сложной геометрии (из-за требования регулярной сетки МКР крайне сложно использовать для криволинейных оболочек, поверхностей с отверстиями или сложными граничными условиями; трудно реализовать граничные условия на непрямых границах.

Бессеточные методы (Meshless Methods). Это относительно новая группа методов (например, Element-Free Galerkin, EFG [7]), в которых отсутствует классическая сетка конечных элементов.

Суть аппроксимации:

- область разбивается только на узлы, но между ними нет предопределенных элементов;
- аппроксимация строится на основе функций разложения (Moving Least Squares, MLS), которые определяются локально, исходя из некоторой области влияния вокруг каждого узла.

Преимущества: идеально подходят для моделирования процессов с большими деформациями, ростом трещин или разрушением, где сетка МКЭ постоянно рвется и требует перестроения; высокая точность.

Недостатки: значительно более сложная программная реализация (особенно граничных условий); высокая вычислительная стоимость (сложнее формировать матрицы, чем в МКЭ).

Сравнительный анализ методов аппроксимации

Для выбора оптимального метода для анализа оболочек необходимо сравнить их по ключевым параметрам.

Таблица 1 – Сравнительная таблица методов аппроксимации

Критерий сравнения	Метод конечных элементов (МКЭ)	Метод конечных разностей (МКР)	Бессеточные методы (EFG)
Геометрическая сложность	Отлично. Легко адаптируется к любой форме (кривые, отверстия)	Плохо. Требует регулярной (прямоугольной) сетки	Хорошо. Адаптируется узловой сетью, но сложен в реализации
Точность для тонких оболочек	Удовлетворительно/Отлично. Зависит от использования специальных методов (ANS) для устранения блокировки сдвига	Хорошо. Для регулярных областей	Очень хорошо. Потенциально высокая точность.
Программная реализация	Умеренная. Имеются стандартные алгоритмы и коммерческое ПО	Низкая. Проще всего реализовать для простых задач	Высокая. Сложность формирования базисных функций
Обработка нелинейности	Отлично. Широко применяется для пластичности, контакта, больших перемещений	Умеренно. Используется, но менее гибок	Отлично. Особенно хорош для моделирования разрушения
Скорость вычислений	Высокая (хорошо оптимизирован)	Высокая (для простых задач)	Низкая (высокие затраты на построение функций)

Для стандартных инженерных задач (расчет корпуса, резервуара со сложной формой): МКЭ – ваш основной инструмент. Все коммерческие пакеты (ANSYS, ABAQUS) основаны на нем. Главное – выбирать продвинутые элементы (типа TPM с коррекцией), чтобы избежать ошибки «блокировки сдвига».

Для теоретических или учебных задач на простой геометрии (например, квадратная пластина): МКР – самый простой метод для понимания и программирования.

Для будущих исследований в области разрушения, взрыва или сильных ударов бессеточные методы – это перспективное направление, которое обходит главные недостатки МКЭ.

Заключение.Численное моделирование деформаций оболочек невозможно без адекватной аппроксимации. История развития этой области показывает переход от простейших, но ограниченных теорий (Кирхгофа-Лява) к более универсальным моделям (Рейсснера-Миндлина), которые легли в основу численных методов.

На сегодняшний день модифицированный метод конечных элементов, использующий аппроксимацию на базе теории Рейсснера-Миндлина и специальные техники для борьбы с блокировкой сдвига

(ANS, F-bar), представляет собой наиболее сбалансированное и универсальное решение для большинства задач механики оболочек. Развитие бессеточных методов открывает новые горизонты для анализа предельных состояний и сложных физических процессов.

Список использованной литературы

1. Тимошенко С. П., Войновский-Кригер С. Пластины и оболочки. М.: Либроком, 2009. 640 с.

2. Ляв А. Э. Г. Математическая теория упругости. М.: ОНТИ НКТП СССР главная редакция общетехнической литературы и номографии, 1935. 672 с.

3. Zienkiewicz O. C., Cheung Y. K. Finite elements in the solution of field problems // The Engineering. 1965. V. 220. Pp. 507-510.

4. Ищанов Т. Р. Дискретное моделирование тонких оболочек: выбор оптимального метода аппроксимации в МКЭ // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 325-331.

5. Андреев А. С. Расчет осесимметрично нагруженных оболочек вращения с различными значениями прочностных характеристик // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2017. С. 370-377.

6. Самарский А. А., Вабищевич П. Н. Численные методы решения задач математической физики. М.: URSS, 2020. 480 с.

7. Belytschko T., Lu Y. Y., Gu L. Element-free Galerkin methods // International Journal for Numerical Methods in Engineering. 1994. Vol. 37. № 2. Pp. 229-256.

УДК 624.044

ИНЖЕНЕРНЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОБОЛОЧЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

[1]Кирсанова Н. А., *д-р ф.-м. наук, профессор*
[2]Киселёва Р. З., *канд. техн. наук, доцент*
[2]Николаев А. П., *д-р техн. наук, профессор*

[1]ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ»
г. Москва, Россия
[2]ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Исследованы современные численные методики для анализа несущей способности тонкостенных конструкций за пределами упругой работы материала. Рассмотрены ключевые аспекты применения теории пластического течения в сочетании с методом конечных элементов для моделирования оболочек. Особое внимание уделено реализации шагового нагружения и построению матриц, связывающих приращения напряжений и деформаций в условиях сложного напряженного состояния. Представленные подходы направлены на повышение точности прочностных расчетов и оптимизацию проектных решений для инженерных сооружений.

Ключевые слова: *оболочечные конструкции, упругопластический анализ, теория пластического течения, метод конечных элементов, несущая способность.*

Современные требования к экономической эффективности и надежности инженерных сооружений делают необходимым переход от традиционных упругих расчетов к более сложным моделям, учитывающим пластические свойства материалов. Это особенно актуально для тонкостенных оболочечных элементов, широко применяемых в строительстве, авиационной и машиностроительной отраслях. Моделирование их работы за пределом упругости позволяет выявить значительные резервы несущей способности, которые остаются неучтенными при классическом подходе [1, 2].

Особенностью поведения оболочек является сложное пространственное напряженно-деформированное состояние, при котором развитие пластических деформаций носит ярко выраженный локальный характер. Начало пластического течения в наиболее нагруженной зоне не означает исчерпания прочности всей конструкции. Система способна перераспределять усилия и воспринимать дальнейшее увеличение нагрузки до тех пор, пока пластические деформации не охватят критический объем, приводя к образованию механизма разрушения.

Наиболее эффективным инструментом для решения этой задачи на сегодняшний день является численное моделирование на основе метода конечных элементов (МКЭ) в сочетании с теорией пластического течения. Практическая реализация такого подхода требует решения нескольких ключевых инженерных задач: корректного выбора конечно-элементной дискретизации для оболочек, эффективной алгоритмизации шагового (инкрементального) процесса нагружения и точного определения соотношений между приращениями напряжений и деформаций на каждом этапе расчета. Эти соотношения, формализуемые в виде матриц пластичности, являются математическим ядром модели и напрямую влияют на достоверность прогноза предельного состояния конструкции [3-9].

Таким образом, разработка и совершенствование инженерных подходов к моделированию упругопластического деформирования представляет собой актуальную междисциплинарную задачу, находящуюся на стыке механики деформируемого твердого тела, вычислительной математики и проектирования конструкций. Ее решение способствует созданию более безопасных, легких и экономичных инженерных объектов.

1. Соотношения между приращениями деформации и приращениями напряжений на шаге нагружения.

В теории течения принимается во внимание, что приращения деформации на шаге нагружения равны сумме приращений упругих и приращений пластических деформаций [2]

$$\Delta\varepsilon_{ij} = \Delta\varepsilon_{ij}^{e} + \Delta\varepsilon_{ij}^{p}; \quad (i, j = 1,2,3), \tag{1.1}$$

где приращения упругих деформаций $\Delta\varepsilon_{ij}^{e}$ определяются законом Гука [2]

$$\Delta\varepsilon_{11}^{e}=\frac{1}{E}\left(\Delta\sigma_{11}-\nu\Delta\sigma_{22}-\nu\Delta\sigma_{33}\right);$$

$$\Delta\varepsilon_{22}^{e}=\frac{1}{E}\left(\Delta\sigma_{22}-\nu\Delta\sigma_{11}-\nu\Delta\sigma_{33}\right);$$

$$\Delta\varepsilon_{33}^{e}=\frac{1}{E}\left(\Delta\sigma_{33}-\nu\Delta\sigma_{11}-\nu\Delta\sigma_{22}\right); \qquad (1.2)$$

$$2\Delta\varepsilon_{12}^{e}=\frac{1+\nu}{E}\Delta\sigma_{12};\quad 2\Delta\varepsilon_{13}^{e}=\frac{1+\nu}{E}\Delta\sigma_{13};\quad 2\Delta\varepsilon_{23}^{e}=\frac{1+\nu}{E}\Delta\sigma_{23};$$

где E – модуль упругости; ν – коэффициент поперечной деформации.

Приращения пластических деформаций определяются в двух вариантах.

1.1. В теории течения для определения компонент $\Delta\varepsilon_{ij}$ принята гипотеза о пропорциональности компонент тензора приращений пластических деформаций компонентам девиатора напряжений S_{ij}

$$\Delta\varepsilon_{ij}^{p}=\psi S_{ij}=\psi\left(\sigma_{ij}-\sigma_{c}\right), \qquad (1.3)$$

где $\sigma_c=\frac{1}{3}\left(\sigma_{11}+\sigma_{22}+\sigma_{33}\right)$ – среднее нормальное напряжение; ψ – коэффициент пропорциональности, подлежащий определению.

Для определения коэффициента ψ используются следующие инварианты напряженно-деформированного состояния [2]

$$\varepsilon_{ij}^{\Delta p}=\frac{\sqrt{2}}{3}\left\{\left(\Delta\varepsilon_{11}^{p}-\Delta\varepsilon_{22}^{p}\right)^2+\left(\Delta\varepsilon_{22}^{p}-\Delta\varepsilon_{33}^{p}\right)^2+\left(\Delta\varepsilon_{33}^{p}-\Delta\varepsilon_{11}^{p}\right)^2+\right.$$
$$\left.+\frac{3}{2}\left[\left(2\Delta\varepsilon_{12}^{p}\right)^2+\left(2\Delta\varepsilon_{13}^{p}\right)^2+\left(2\Delta\varepsilon_{23}^{p}\right)^2\right]\right\}^{1/2}- \qquad (1.4)$$

- интенсивность приращений пластических деформаций;

$$\sigma_i=S_{ij}\sqrt{\frac{3}{2}S_{ij}S_{ij}} \qquad (1.5)$$

- интенсивность напряжений.

Подставляя выражения (1.3) в (1.4) при учете (1.5), можно найти

$$\psi=\frac{3}{2}\frac{\varepsilon_i^{\Delta p}}{\sigma_i}. \qquad (1.6)$$

При малых деформациях можно принять, что интенсивность приращений пластических деформаций равна приращению интенсивности пластических деформаций

$$\varepsilon_i^{\Delta p} = \Delta\varepsilon_i^p . \qquad (1.7)$$

Так как приращение интенсивности деформации равно сумме приращений интенсивности упругих и приращении пластических деформаций

$$\Delta\varepsilon_i = \Delta\varepsilon_i^e + \Delta\varepsilon_i^p , \qquad (1.8)$$

то величина $\Delta\varepsilon_i^p$ определяется из (1.8) выражением

$$\Delta\varepsilon_i^p = \Delta\varepsilon_i - \Delta\varepsilon_i^e = \Delta\varepsilon_i - \frac{\Delta\sigma_i}{E_1} , \qquad (1.9)$$

где E_1 – модуль начального участка диаграммы деформирования.

Приращение интенсивности деформаций определяется по диаграмме деформирования выражением

$$\Delta\varepsilon_i = \frac{\Delta\sigma_i}{E_x} , \qquad (1.10)$$

где E_x – хордовый модуль диаграммы деформирования.

Так как при выполнения шага нагружения хордовый модуль неизвестен, то его принимают равным касательному модулю

$$E_x = E_к . \qquad (1.11)$$

Теперь по (1.9) с учётом (1.10) и (1.11) можно записать выражение

$$\Delta\varepsilon_i^p = \Delta\varepsilon_i - \Delta\varepsilon_i^e = \frac{\Delta\sigma_i}{E_к} - \frac{\Delta\sigma_i}{E_1} = \Delta\sigma_i\left(\frac{1}{E_к} - \frac{1}{E_1}\right). \qquad (1.12)$$

Принимая во внимание (1.3), (1.6) и (1.12), приращения деформаций на шаге нагружения (1.1) можно представить в соотношением

$$\Delta\varepsilon_{ij} = \Delta\varepsilon_{ij}^e + \frac{3}{2}\frac{\Delta\sigma_i}{\sigma_i}\left(\frac{1}{E_к} - \frac{1}{E_1}\right)\left(\sigma_{ij} - \delta_{ij}\sigma_c\right). \qquad (1.13)$$

Входящее в (1.13) приращение интенсивности напряжений $\Delta\sigma_i$ определяется в таком общем виде

$$\Delta\sigma_i = \frac{\partial\sigma_i}{\partial\sigma_{mn}}\Delta\sigma_{mn}; \quad (m,n = 1,2,3). \qquad (1.14)$$

После подставки (1.14) в (1.13) из полученных соотношений формируется матричная зависимость между приращениями деформаций и приращениями напряжений на шаге нагружения

$$\underset{6\times1}{\{\Delta\varepsilon\}} = \underset{6\times6}{\{C_{П}\}}\underset{6\times1}{\{\Delta\sigma\}}, \tag{1.15}$$

где $\underset{1\times6}{\{\Delta\varepsilon\}^T} = \{\Delta\varepsilon_{11}\ \Delta\varepsilon_{22}\ \Delta\varepsilon_{33}\ 2\Delta\varepsilon_{12}\ 2\Delta\varepsilon_{13}\ 2\Delta\varepsilon_{23}\}$ – строка приращений деформаций; $\underset{1\times6}{\{\Delta\sigma\}^T} = \{\Delta\sigma_{11}\ \Delta\sigma_{22}\ \Delta\sigma_{33}\ \Delta\sigma_{12}\ \Delta\sigma_{13}\ \Delta\sigma_{23}\}$ – строка приращений напряжений.

1.2. Использование гипотезы о пропорциональности компонент тензора пластических деформации компонентам девиатора приращений напряжений

$$\Delta\varepsilon_{ij}^{p} = \varphi\Delta S_{ij} = \varphi\left(\Delta\sigma_{ij} - \Delta\sigma_{c}\right). \tag{2.1}$$

Подставляя (2.1) в соотношение (1.4) и принимая во внимание выражение для интенсивности приращений напряжений

$$\sigma_i^{\Delta} = \sqrt{\frac{3}{2}\,\Delta S_{ij}\Delta S_{ij}}\ , \tag{2.2}$$

можно найти коэффициент пропорциональности φ в виде

$$\varphi = \frac{3}{2}\frac{\varepsilon_i^{\Delta p}}{\sigma_i^{\Delta}} = \frac{3}{2}\frac{\Delta\varepsilon_i^{p}}{\Delta\sigma_i}. \tag{2.3}$$

С учетом (2.3) приращения пластических деформаций (2. 1) определяется соотношениями

$$\Delta\varepsilon_{ij}^{p} = \frac{3}{2}\frac{\Delta\varepsilon_i^{p}}{\Delta\sigma_i}\Delta S_{ij}. \tag{2.4}$$

Приращение интенсивности пластических деформаций на основе (1.9) определяется выражением

$$\Delta\varepsilon_{i}^{p} = \Delta\varepsilon_i - \Delta\varepsilon_i^{e} = \Delta\sigma_i\left(\frac{1}{E_{к}} - \frac{1}{E_1}\right). \tag{2.5}$$

Теперь приращения пластических деформаций (2.1) примут вид

$$\Delta\varepsilon_{ij}^{p} = \frac{3}{2}\left(\frac{1}{E_{к}} - \frac{1}{E_1}\right)\left(\Delta\sigma_{ij} - \Delta\sigma_{c}\right). \tag{2.6}$$

Полные приращения пластических деформаций на шаге нагружения определяются суммированием упругих приращений $\Delta\varepsilon_{ij}^{e}$ (по 1.2) и приращений пластических деформаций (2.6). На основе

полученной суммы формируется матричное соотношение между приращениями деформаций и приращениями напряжений на шаге нагружения

$$\underset{6\times1}{\{\Delta\varepsilon\}} = \underset{6\times6}{\{C'_{П}\}}\underset{6\times1}{\{\Delta\sigma\}} \tag{2.7}$$

Матричные зависимости (1.15) и (2.7) пригодны для использования в численных расчетах прочности инженерных конструкций при упруго-пластическом деформировании.

Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие выводы относительно современных инженерных подходов к моделированию упругопластического деформирования оболочечных конструкций.

Развитие методов численного анализа, в частности, метода конечных элементов в сочетании с теорией пластического течения, предоставило проектировщикам мощный инструмент для оценки истинной несущей способности тонкостенных элементов.

Моделирование, выходящее за рамки упругой стадии, перестало быть чисто теоретической задачей и стало необходимым этапом для обоснования экономичных и безопасных проектных решений. Оно позволяет выявить значительные скрытые резервы конструкции за счет учета перераспределения усилий и прогрессирующего развития пластических зон.

Ключевыми для практической реализации этих подходов являются корректная алгоритмизация инкрементального процесса нагружения и точное определение определяющих соотношений между напряжениями и деформациями в пластической области. От надежности этих математических ядер, реализуемых в виде матриц пластичности, напрямую зависит достоверность прогноза предельного состояния и остаточных деформаций оболочки.

Таким образом, совершенствование инженерных методик упругопластического расчета представляет собой стратегическое направление в механике конструкций. Их дальнейшее развитие и внедрение в промышленные программные комплексы будет способствовать переходу к принципиально новому уровню проектирования – созданию более легких, материалоемких и одновременно надежных инженерных сооружений.

Список использованной литературы

1. Демидов С. П. Теория упругости. М.: Высшая школа, 1979. 432 с.

2. Малинин Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М.: Машиностроение, 1975. 399 с.

3. Векторная аппроксимация в МКЭ для оболочки вращения при учете сдвиговых деформаций / Ю. В. Клочков [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2020 № 4. С. 35-43.

4. Векторная интерполяция полей перемещений в конечно-элементных расчетах оболочек: монография / А. П. Николаев [и др.]. Волгоград, 2012. 264 с.

5. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

6. Kiselyev A., Klochkov Yu., Nikolaev A. The finite elements of a quadrilateral shape for analysis of shells taking into consideration a displacement of a body with rigid body modes // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2011. № 3. С. 49-59.

7. Киселёва Р. З., Киселёв А. П., Николаев А. П. Учет смещения как жесткого целого осесимметрично нагруженной оболочки вращения на основе МКЭ // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. № 6. С. 59-647.

8. Гуреева Н. А., Клочков Ю. В., Николаев А. П. Определяющие соотношения для нелинейно упругих тел и их реализация в расчете осесимметрично нагруженных оболочек вращения на основе смешанного МКЭ // Ученые записки Казанского университета. Серия: Физико-математические науки. 2015. Т. 157. № 2. С. 28-39.

9. Численный анализ напряженно-деформированного состояния тонких оболочек с учетом геометрической нелинейности / Ю. В. Клочков, Т. А. Киселева, А. С. Андреев, А. А. Киселев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2018. Т. 6. № 6 (42). С. 173-176.

УДК 624.044

МАТРИЦА ЖЕСТКОСТИ ОБЪЕМНОГО ПРИЗМАТИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА В СМЕШАННОЙ ФОРМУЛИРОВКЕ ПРИ РЕШЕНИИ ПЛОСКОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

[1]Кирсанова Н. А., *д-р ф.-м. наук, профессор*
[2]Киселёва Р. З., *канд. техн. наук, доцент*
[2]Николаев А. П., *д-р техн. наук, профессор*

[1]ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ»
г. Москва, Россия
[2]ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Разработан и исследован алгоритм формирования матрицы жесткости для объемного призматического конечного элемента в смешанной формулировке, предназначенного для решения плоской задачи теории упругости в трехмерной постановке. Рассмотрена постановка задачи в рамках обобщенного вариационного принципа, позволяющего независимо аппроксимировать поля перемещений и напряжений. Представлена математическая модель элемента, включающая процедуру выбора базисных функций для векторных и тензорных полей, обеспечивающих устойчивость решения при моделировании почти несжимаемых материалов.

Ключевые слова: *призматический конечный элемент, смешанная формулировка, матрица жесткости, плоская задача теории упругости, метод конечных элементов (МКЭ).*

Численное моделирование в механике деформируемого твердого тела сталкивается с рядом принципиальных трудностей при анализе специфических классов задач [1, 2]. Одной из наиболее значимых

является проблема корректного расчёта конструкций, работающих в условиях, близких к условию несжимаемости материала. Типичными примерами служат задачи упругопластического деформирования, где пластическое течение сопровождается сохранением объёма.

Эффективным методом преодоления этого ограничения является переход к смешанным формулировкам МКЭ [3-9], основанным на обобщённых вариационных принципах, таких как принцип Хеллингера-Рейсснера. В этих формулировках поля напряжений и перемещений аппроксимируются независимо, что позволяет точно удовлетворить условию несжимаемости и исключить искусственное завышение жёсткости. Однако практическая реализация смешанных элементов сопряжена с повышенной сложностью: необходимо обеспечить выполнение условий устойчивости для выбранных аппроксимаций, корректно сформировать и решить систему уравнений, а также разработать эффективные алгоритмы построения матриц жёсткости.

Особый практический интерес представляет разработка смешанных элементов для анализа плоских тел с переменной толщиной или сложной геометрией в поперечном сечении. Для дискретизации таких областей традиционные двумерные треугольные и четырёхугольные элементы оказываются недостаточно гибкими. Объёмные призматические элементы с треугольным основанием, экструдированные по толщине, предлагают естественное и эффективное решение. Они позволяют точно аппроксимировать сложную боковую поверхность и одновременно учесть трёхмерное напряжённое состояние, что критически важно для корректного моделирования краевых эффектов и концентраторов напряжений.

Таким образом, разработка устойчивого алгоритма формирования матрицы жёсткости для объёмного призматического конечного элемента в смешанной формулировке является актуальной научно-прикладной задачей. Её решение направлено на создание надёжного инструмента для высокоточной оценки напряжённо-деформированного состояния в широком классе плоских инженерных конструкций, выполненных из материалов, склонных к несжимаемому деформированию.

1. Матричная формулировка соотношений плоской задачи теории упругости

В плоской задаче теории упругости различают два типа напряженно-деформированного состояния [10]:

- плоское напряженное состояние

$$(\sigma_{11} \neq 0;\ \sigma_{22} \neq 0;\quad \sigma_{33} = 0;\ \sigma_{12} \neq 0;\quad \sigma_{13} = 0;\ \sigma_{23} = 0);$$

- плоская деформация

$$(\sigma_{11} \neq 0;\ \sigma_{22} \neq 0;\ \sigma_{33} \neq 0;\ \sigma_{12} \neq 0;\ \sigma_{13} = 0;\quad \sigma_{23} = 0;\ \varepsilon_{33}=0),$$

здесь величины σ_{ij} являются компонентами тензора напряжений.

Соотношение между напряжениями и деформациями [8] представляются матричными соотношениями

$$\{\varepsilon\} = [D]\{\sigma\}, \tag{1}$$

где $\{\varepsilon\}^T = \{\varepsilon_{xx}\ \varepsilon_{yy}\ 2\varepsilon_{xy}\}$ – матрица – строка деформаций;
1x3

$\{\sigma\}^T = \{\sigma_{xx}\ \sigma_{yy}\ \sigma_{xy}\}$ – матрица – строка напряжений.
1x3

Соотношения между перемещениями и деформациями определяются по формулам Коши [10]

$$\varepsilon_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x}; \quad \varepsilon_{yy} = \frac{\partial v}{\partial y}; \quad 2\varepsilon_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}, \tag{2}$$

и представляются в матричной форме

$$\underset{3\times1}{\{\varepsilon\}} = \underset{3\times2}{[L]}\ \underset{2\times1}{\{w\}}, \tag{3}$$

где $\{w\}^T = \{u\ v\}$– матрица – строка перемещений; u, v – перемещения точки тела в направлениях осей 0x и 0y соответственно; [L] – матрица дифференциальных операторов.

Соотношения между деформациями и напряжениями при плоском дефформировании записываются в выражается [10]

$$6_{xx} = \frac{E_1}{1-\mu_1^2}(\varepsilon_{xx} + \mu_1\varepsilon_{yy});$$

$$6_{yy} = \frac{E_1}{1-\mu_1^2}(\mu_1\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy});$$

$$6_{xy} = \gamma_{xy}G_1, \tag{4}$$

где $E_1 = \frac{E}{1-\mu^2}$; $\mu_1 = \frac{\mu}{1-\mu}$; $G_1 = \frac{E_1}{2(1+\mu_1)}$, E – модуль упругости материала при растяжении; μ-коэффициент поперечной деформации.

Соотношения (4) представляются в матричном виде

$$\underset{3\times1}{\{\sigma\}} = \underset{3\times3}{[C]}\ \underset{3\times1}{\{\varepsilon\}}, \tag{5}$$

где $\underset{3\times1}{\{\sigma\}^T} = \{\sigma_{xx}\ \sigma_{yy}\ \sigma_{xy}\}$; $\underset{3\times1}{[C]} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & 0 \\ C_{21} & C_{22} & 0 \\ 0 & 0 & C_{33} \end{bmatrix}$;

$$C_{11} = \frac{E_1}{1-\mu_1^2};\ C_{12} = C_{21} = \frac{\mu_1 E_1}{1-\mu_1^2};\ C_{33} = G_1.$$

2. Матрица деформирования треугольного конечного элемента.

Поперечное сечение объемного призматического элемента представляет собой треугольник с узлами, обозначенными латинскими буквами i, j, k. Декартовы координаты узлов треугольника обозначаются символами x^i, x^j, x^k и y^i, y^j, y^k. Для выполнения численного интегрирования по площади треугольника он отображается на равнобедренный прямоугольный треугольник, локальные координаты которого ξ, η изменяются в пределах от нуля до единицы.

Декартовы координаты внутренней точки треугольного конечного элемента выражаются через их узловые значения с использованием локальных координат ξ, η

$$\begin{aligned} x &= (1-\xi-\eta)x^i + \xi x^j + \eta x^k = \underset{1\times 3}{\{f(\zeta,\eta)\}^T}\ \underset{3\times 1}{\{x_{уз}\}}; \\ y &= (1-\xi-\eta)y^i + \xi y^j + \eta y^k = \underset{1\times 3}{\{f(\zeta,\eta)\}^T}\ \underset{3\times 1}{\{y_{уз}\}}. \end{aligned} \qquad (6)$$

Дифференцированием (6) определяются производные глобальных координат *x, y* в локальной системе координат ξ, η

$$x,_\xi = -x^i + x^j;$$

$$x,_\eta = -x^i + x^k;$$

$$y,_\xi = -y^i + y^j;$$

$$y,_\eta = -y^i + y^k.$$

Для определения производных локальных координат ξ, η в глобальной системе *x, y* дифференцируют по координатам *x, y* систему уравнений (6)

$$1 = \{f,_\xi\}^T \xi,_x \{x_{уз}\} \{f,_\eta\}^T \eta,_x \{x_{уз}\};$$

$$0 = \{f,_\xi\}^T \xi,_x \{y_{уз}\} \{f,_\eta\}^T \eta,_x \{y_{уз}\};$$

$$1 = \{f,_\xi\}^T \xi,_z \{x_{уз}\} \{f,_\eta\}^T \eta,_y \{x_{уз}\};$$

$$0 = \{f,_\xi\}^T \xi,_z \{y_{уз}\} \{f,_\eta\}^T \eta,_y \{y_{уз}\}.$$

Решением полученных систем уравнений получают искомые производные $\xi,_x, \xi,_y, \eta,_x, \eta,_y$.

Перемещения внутренней точки конечного элемента аппроксимируется через их узловые значения также соотношениями (6)

$$u = \underset{1\times3}{\{f(\zeta,\eta)\}^T}\ \underset{3\times1}{\{u_{уз}\}};$$
$$v = \underset{1\times3}{\{f(\zeta,\eta)\}^T}\ \underset{3\times1}{\{v_{уз}\}}. \qquad (7)$$

Соотношения (7) представляются в матричном виде

$$\underset{2\times1}{\{W\}} = \underset{2\times6}{[A]}\ \underset{6\times1}{\{w_{уз}\}}, \qquad (8)$$

где $\underset{1\times6}{\{W_{уз}\}^T} = \{u^i u^j u^k v^i v^j v^k\}$ – строка узловых неизвестных;

$$\underset{2\times6}{[A]} = \begin{bmatrix} \underset{1\times3}{\{f(\zeta,\eta)\}^T} & \underset{1\times3}{\{0\}} \\ \underset{1\times3}{\{0\}} & \underset{1\times3}{\{f(\zeta,\eta)\}^T} \end{bmatrix}.$$

С учетом (3) деформации во внутренней точке конечного элемента определяется матричным выражением

$$\underset{3\times1}{\{\varepsilon\}} = \underset{3\times2}{[L]}\ \underset{2\times6}{[A]}\ \underset{6\times1}{\{w_{уз}\}} = \underset{3\times6}{[B]}\ \underset{6\times1}{\{w_{уз}\}}, \qquad (9)$$

где $\underset{3\times6}{[B]} = \begin{bmatrix} \underset{1\times3}{\{f,_x\}^T} & \underset{1\times3}{\{0\}} \\ \underset{1\times3}{\{0\}^T} & \underset{1\times3}{\{f,_y\}^T} \\ \underset{1\times3}{\{f,_y\}^T} & \underset{1\times3}{\{f,_x\}^T} \end{bmatrix}^T.$

Для получения матрицы жесткости конечного элемента используется функционал Лагранжа, основанный на равенстве работ внешних и внутренних сил в объеме элемента при нагружении:

$$\Pi_{L=} \int_V \underset{1\times3}{\{\sigma\}^T}\ \underset{3\times1}{\{\varepsilon\}}\,\partial V - \int_s \underset{1\times2}{\{w\}^T}\ \underset{2\times1}{\{q\}}\,\partial s, \qquad (10)$$

где $\underset{1\times2}{\{q\}^T} = \{q_x q_y\}$ – вектор внешних поверхностных нагрузок.

При использовании соотношений (1) (2) и (8) функционал (10) запишется выражением:

$$\Pi_{L=} \underset{6\times1}{\{w_{уз}\}^T} \cdot \int_V \underset{6\times3}{[B]^T}\ \underset{3\times3}{[C]}\ \underset{3\times6}{[B]}\,\partial V\ \underset{6\times1}{\{w_{уз}\}} - \underset{6\times1}{\{w_{уз}\}^T} \cdot \int_s \underset{6\times2}{[A]^T}\ \underset{}{\{q\}}\,\partial s. \qquad (11)$$

Входящие в функционал (11) интегралы обозначаются символами:

$\int_V [B]^T_{6\times3}\ [C]_{3\times3}[B]_{3\times6}\,\partial V = [K]_{6\times6}$ – матрица жесткости конечного элемента;

$\int_s [A]^T_{6\times2}\ \{q\}\partial s = \{f_{уз}\}$ – вектор узловых усилий конечного элемента.

С учетом введенных обозначений функционал (11) запишется выражением:

$$П_L = \underset{1\times6}{\{w_{уз}\}^T}\ \underset{6\times6}{[R]}\ \underset{6\times1}{\{w_{уз}\}} - \underset{1\times6}{\{w_{уз}\}^T}\ \underset{6\times1}{\{f_{уз}\}}. \qquad (12)$$

Минимизацией функционала (12) по узловым неизвестным $\{w_{уз}\}^T$ получается система уравнений для определения узловых неизвестных конечного элемента:

$$\frac{\partial П_L}{\{w_{уз}\}^T} = \underset{6\times6}{[K]}\ \underset{6\times1}{\{w_{уз}\}} - \underset{6\times1}{\{f_{уз}\}} = 0. \qquad (13)$$

В практических расчетах расчетная схема сооружения представляется системой треугольных конечных элементов. Матрица жесткости (13) всех конечных элементов и векторы узловых усилий суммируются и получится матрица жесткости всего сооружения:

$$[К]\{w_{уз}\} = \{f_{уз}\}, \qquad (14)$$

где

$[К] = \sum_{i=1}^{n}[R]$;

$\{W_{уз}\} = \sum_{i=1}^{n}\{w_{уз}\}_j$;

$\{F_{уз}\} = \sum_{i=1}^{n}\{f_{уз}\}$;

n – количество конечных элементов.

Решением системы (14) определяется перемещения $\{W_{уз}\}$, а после по (9) определяются деформации в соответствующих узлах и по (8) определяются напряжения.

В результате проведенного исследования разработан, реализован и протестирован вычислительный алгоритм для формирования матрицы жесткости объемного призматического конечного элемента в смешанной формулировке. Полученные результаты позволяют сформулировать следующие основные выводы.

Достигнута основная цель:

- создана математическая модель и устойчивый численный алгоритм, позволяющий корректно решать плоскую задачу теории упругости для тел сложной геометрии и переменной толщины.

- подтверждена эффективность подхода. Установлено, что смешанная призматическая формулировка обеспечивает значительное повышение точности расчета напряжений по сравнению со стандарт-

ными изопараметрическими элементами в перемещениях, особенно в зонах их высокой градиентности и в условиях, близких к несжимаемости материала.

- определена практическая значимость. Предложенный алгоритм расширяет инструментарий инженерного анализа, предлагая эффективное средство для моделирования ответственных конструкций, таких как массивные плиты, основания фундаментов, упругие прокладки и элементы из полимерных композитов. Его применение позволяет перейти от консервативных оценок к точному прогнозированию несущей способности с учетом реальных свойств материала, что ведет к обоснованной оптимизации и снижению материалоемкости.

Список использованной литературы

1. Паймушин В. Н., Камалутдинов А. М. Уточненные геометрически нелинейные уравнения движения удлиненной пластины стержневого типа // Изв. вузов. Матем. 2016. № 9. С. 84-89.

2. Паймушин В. Н. Статические и динамические формы потери устойчивости сферической оболочки под действием внешнего давления // Изв. вузов. Матем. 2016. № 4. С. 46-56.

3. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

4. Kiselyev A., Klochkov Yu., Nikolaev A. The finite elements of a quadrilateral shape for analysis of shells taking into consideration a displacement of a body with rigid body modes // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2011. № 3. С. 49-59.

5. Киселёва Р. З., Киселёв А. П., Николаев А. П. Учет смещения как жесткого целого осесимметрично нагруженной оболочки вращения на основе МКЭ // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. № 6. С. 59-647.

6. Гуреева Н. А., Клочков Ю. В., Николаев А. П. Определяющие соотношения для нелинейно упругих тел и их реализация в расчете осесимметрично нагруженных оболочек вращения на основе смешанного МКЭ // Ученые записки Казанского университета. Серия: Физико-математические науки. 2015. Т. 157. № 2. С. 28-39.

7. Векторная аппроксимация в МКЭ для оболочки вращения при учете сдвиговых деформаций / Ю. В. Клочков [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2020. № 4. С. 35-43.

8. Численный анализ напряженно-деформированного состояния тонких оболочек с учетом геометрической нелинейности / Ю. В. Клочков, Т. А. Киселева, А. С. Андреев, А. А. Киселев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2018. Т. 6. № 6 (42). С. 173-176.

9. Юшкин В. Н. Сравнительный анализ результатов расчета инженерных конструкций с использованием МКЭ в смешанной формулировке и в варианте метода перемещений // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях. Волгоград, 2016. С. 201-209.

10. Самуль В. И. основы теории упругости и пластичности: учебное пособие для студентов вузов. М.: Высш. школа, 1982. 264 с.

УДК 539.3

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ В ДВУХ ВАРИАНТАХ АППРОКСИМАЦИИ ВЕКТОРНОЙ И СКАЛЯРНОЙ НА ОСНОВЕ МКЭ

Киселёв А. П., *канд. техн. наук, доцент*
Киселев А. А., *преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Выполнен сравнительный анализ двух подходов к моделированию напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций: векторной и скалярной аппроксимации в рамках метода конечных элементов (МКЭ). Изучено применение шестигранного конечного элемента. Для каждого подхода подробно рассмотрены теоретические основы, процедуры формирования матриц жесткости и алгоритмы численной реализации. Проанализированы характерные особенности, достоинства и ограничения каждого метода.

Ключевые слова: *метод конечных элементов (МКЭ), шестигранный конечный элемент, напряженно-деформированное состояние (НДС), векторная аппроксимация, скалярная аппроксимация, матрица жесткости.*

Метод конечных элементов (МКЭ) утвердился в качестве основного инструмента численного анализа напряженно-деформированного состояния (НДС) инженерных конструкций, позволяя с высокой детализацией исследовать поведение систем произвольной геометрии и сложности [1-3]. Среди многообразия типов конечных элементов шестигранные элементы занимают особое положение в трехмерном моделировании. Благодаря своей естественной форме и способности эффективно описывать градиенты полей, они широко используются для дискретизации объемных тел в задачах прочности, контактного взаимодействия и нелинейной механики.

Точность и эффективность решения в МКЭ фундаментально зависят не только от типа элемента, но и от выбранной математической схемы аппроксимации неизвестных полей [4-8, 10]. В случае трехмерной задачи теории упругости основным неизвестным является вектор перемещений. Исторически сложились и конкурируют два основных подхода к его представлению на уровне конечного элемента: векторная и скалярная аппроксимация.

Несмотря на широкое применение обоих подходов, в современной литературе отсутствуют систематизированные сравнительные исследования, которые бы на единой методической основе и для одного типа элемента – шестигранного – количественно оценили их сравнительную эффективность. Остается открытым вопрос, при каких условиях (тип нагрузки, граничные условия, свойства материала) один

подход демонстрирует преимущество перед другим в точности определения напряжений и деформаций, скорости сходимости при сгущении сетки, устойчивости и вычислительных затратах.

Таким образом, проведение сравнительного анализа векторной и скалярной аппроксимаций для шестигранного конечного элемента является актуальной научно-практической задачей.

В настоящей работе изложен алгоритм получения матрицы жесткости шестигранного объемного конечного элемента на основе теории упругости без упрощающих гипотез с векторной (инвариантной) аппроксимацией перемещений, использование которой обеспечивает решение проблемы смещения конечного элемента как твердого тела в общем виде.

1. Геометрия нагруженного тела. Положение произвольной точки *M* срединной поверхности произвольно нагруженной оболочки вращения в декартовой системе координат $0x_1x_2x_3$ определяется радиус-вектором (рис. 1)

$$\vec{R} = x^k\left(\theta^m\right)\vec{i}_k, \tag{1.1}$$

где x^k – координаты декартовой системы координат; $\vec{i}_k$ – орты декартовой системы координат; θ^m – криволинейные координаты; $k, m = 1,2,3.$

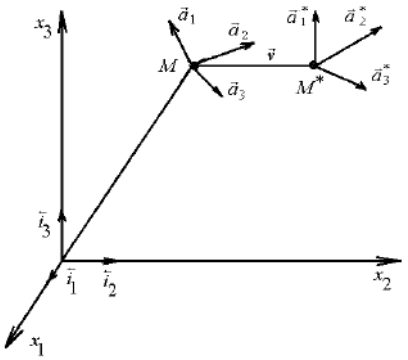

Рисунок 1 – Перемещение точки в результате деформирования оболочки из положения M в положение M^*

Дифференцированием (1) определяются векторы локального базиса точки *M* и представляются в матричном виде

$$\{\vec{a}\} = [s]\{\vec{i}\}, \tag{1.2}$$

где $\{\vec{a}\} = \{\vec{a}_1\ \vec{a}_2\ \vec{a}_3\}; \qquad \{\vec{i}\} = \{\vec{i}_1\ \vec{i}_2\ \vec{i}_3\}.$

Повторным дифференцированием (1.1) при учете (1.2) можно производные базисных векторов $\{\vec{a}_{1,n}\ \vec{a}_{2,n}\ \vec{a}_{3,n}\}$ представить базисе точки *M*

$$\{\vec{a},_n\}=[s,_n]\{\vec{i}\}=[s,_n][s]^{-1}\{a\};\quad n=1,2,3 \tag{1.3}$$

и представить матричными выражениями

$$\{\vec{a},_1\}=[m]\{\vec{a}\};\quad \{\vec{a},_2\}=[n]\{\vec{a}\};\quad \{\vec{a},_3\}=[l]\{\vec{a}\}. \tag{1.4}$$

2. Перемещения, деформации и напряжения. Точка M под действием на тело заданной нагрузки займет положение M^*, которое определяется вектором $\vec{v}$

$$\vec{v}=v^i\vec{a}_i=\{a\}^T\{v\}. \tag{2.1}$$

Производные вектора (2.1) с учетом (1.4) определяются выражениями

$$\vec{v},_m=v,^i_m\vec{a}_i+v^i\vec{a}_i,_m=\vec{a}_i\gamma^i_m=\{\vec{a}_i\}^T\{\gamma_m\}, \tag{2.2}$$

где γ^k_m – функции компонент вектора перемещения и их производных.

Ковариантные компоненты тензора деформации определяются выражениями [9]

$$\varepsilon_{mn}=\frac{1}{2}\left(a^*_{mn}-a_{mn}\right)=\frac{1}{2}\left(\vec{a}_m\cdot\vec{v},_n+\vec{a}_n\cdot\vec{v},_m\right) \tag{2.3}$$

или с учетом (2.2) в матричном виде

$$\underset{6\times1}{\{\varepsilon\}}=\underset{6\times3}{[L]}\underset{3\times1}{\{v\}}, \tag{2.4}$$

где $\{\varepsilon\}^T=\{\varepsilon_{11}\,\varepsilon_{22}\,\varepsilon_{33}\,2\varepsilon_{12}\,2\varepsilon_{13}\,2\varepsilon_{23}\}$; $[L]$ – матрица алгебраических и дифференциальных операторов.

Соотношения между напряжениями и деформациями принимаются в виде [9]

$$\{\sigma\}=[C]\{\varepsilon\}, \tag{2.5}$$

где $\{\sigma\}^T=\{\sigma^{11}\,\sigma^{22}\,\sigma^{33}\,\sigma^{12}\,\sigma^{13}\,\sigma^{23}\}$; $[C]$ – матрица упругости, элементы которой определяются физическими свойствами материала и метрикой пространства в точке.

3. Тип конечного элемента. Объёмный конечный элемент, принимается в виде шестигранника с узлами *i, j, k, l* на нижней грани по координате θ^3 и узлами *m, n, p, h* по верхней грани [2, 4, 6]. Для выполнения численного интегрирования шестигранник отображается на куб с локальными координатами a,b,c, изменяющимися в пределах $-1\le a,b,c\le1$, с использованием трилинейных функций.

4.1. Скалярная аппроксимация компонент вектора перемещения. Узловые неизвестные конечного элемента перемещения в локальной и глобальной системах координат представляются матрицами – строками

$$\begin{aligned}\underset{1\times 32}{\left\{v_y^{\gamma л}\right\}^T} &= \left\{v^{\gamma i}\ldots v^{\gamma h}\ldots v_{,a}^{\gamma i}\ldots v_{,b}^{\gamma i}\ldots v_{,c}^{\gamma i}\ldots v_{,c}^{\gamma h}\right\};\\ \underset{1\times 32}{\left\{v_y^{\gamma Г}\right\}^T} &= \left\{v^{\gamma i}\ldots v^{\gamma h}\ldots v_{,1}^{\gamma i}\ldots v_{,2}^{\gamma i}\ldots v_{,3}^{\gamma i}\ldots v_{,3}^{\gamma h}\right\};\quad \gamma = 1,2,3.\end{aligned} \tag{4.1}$$

Узловые величины (4.1) связаны матричной зависимостью

$$\underset{32\times 1}{\left\{v_y^{\gamma л}\right\}} = \underset{32\times 32}{\left[T\right]}\ \underset{32\times 1}{\left\{v_y^{\gamma Г}\right\}}, \tag{4.2}$$

где элементами матрицы $\left[T\right]$являются производные глобальных координат в локальной системе.

Каждая компонента вектора перемещения внутренней точки конечного элемента аппроксимируется через узловые значения этой же компоненты матричным выражением

$$\left\{v^{\gamma}\right\} = \underset{1\times 32}{\left\{\varphi\right\}^T}\ \underset{32\times 1}{\left\{v_y^{\gamma л}\right\}} = \underset{1\times 32}{\left\{\varphi\right\}^T}\ \underset{32\times 32}{\left[T\right]}\left\{v_y^{\gamma Г}\right\} = \underset{1\times 32}{\left\{\beta\right\}^T}\ \underset{32\times 1}{\left\{v_y^{\gamma Г}\right\}}, \tag{4.3}$$

где $\left\{\varphi\right\}^T$ – аппроксимирующая матрица, элементами которой являются полиномы Эрмита третьей степени.

Недостатком аппроксимации (4.3) является отсутствие параметров, характеризующих метрику пространства в точках конечного элемента, в результате чего каждая компонента вектора перемещения внутренней точки конечного элемента зависит от узловых значений только этой же компоненты.

На основе (2.4) и (2.3) определяется матричное соотношение

$$\underset{6\times 1}{\left\{\varepsilon\right\}} = \underset{6\times 96}{\left[B_c\right]}\ \underset{96\times 1}{\left\{v_y^{Г}\right\}}. \tag{4.3а}$$

4.2. Векторная аппроксимация перемещений. В качестве узловых неизвестных конечного элемента принимаются векторы перемещений узловых точек и их первые производные

$$\begin{aligned}\underset{1\times 32}{\left\{\vec{v}_y^{\,л}\right\}^T} &= \left\{\vec{v}^{\,i}\ldots\vec{v}^{\,h}\ldots\vec{v}_{,a}^{\,i}\ldots\vec{v}_{,b}^{\,i}\ldots\vec{v}_{,c}^{\,i}\ldots\vec{v}_{,c}^{\,h}\right\};\\ \underset{1\times 32}{\left\{\vec{v}_y^{\,Г}\right\}^T} &= \left\{\vec{v}^{\,i}\ldots\vec{v}^{\,h}\ldots\vec{v}_{,1}^{\,i}\ldots\vec{v}_{,2}^{\,i}\ldots\vec{v}_{,3}^{\,i}\ldots\vec{v}_{,3}^{\,h}\right\}.\end{aligned} \tag{4.4}$$

Между столбцами (4.4) имеет место матричное соотношение

$$\{\vec{v}_y^{\,л}\} = [T]\{\vec{v}_y^{\,Г}\}. \tag{4.5}$$

Вектор перемещения внутренней точки конечного элемента аппроксимируется через узловые неизвестные (4.4) инвариантной матричной зависимостью

$$\underset{1\times 3}{\{\vec{v}\}} = \underset{1\times 32}{\{\varphi\}^T}\ \underset{32\times 1}{\{\vec{v}_y^{\,л}\}} = \underset{1\times 32}{\{\varphi\}^T}\ \underset{32\times 32}{[T]}\ \underset{32\times 1}{\{\vec{v}_y^{\,Г}\}} = \underset{1\times 32}{\{\beta\}^T}\ \underset{32\times 1}{\{\vec{v}_y^{\,Г}\}}. \tag{4.6}$$

Его производные определяются дифференцированием

$$\{\vec{v},_m\} = \{\varphi,_m\}^T[T]\{\vec{v}_y^{\,Г}\} = \{\beta,_m\}^T\{\vec{v}_y^{\,Г}\}. \tag{4.7}$$

Столбец узловых неизвестных в глобальной системе координат можно с учетом (2.1) и (2.2) представить матричным выражением

$$\underset{32\times 1}{\{\vec{v}_y^{\,Г}\}} = \underset{32\times 96}{[\vec{G}]}\ \underset{96\times 1}{\{\gamma_y\}}, \tag{4.8}$$

где $\underset{1\times 96}{\{\gamma_y\}^T} = \begin{Bmatrix} v_1^i\ v_2^i\ v_3^i \ldots v_1^h\ v_2^h\ v_3^h : \gamma_1^{1i}\ \gamma_1^{2i}\ \gamma_1^{3i} \ldots \\ \ldots \gamma_2^{1i}\ \gamma_2^{2i}\ \gamma_2^{3i} \ldots \gamma_3^{1i}\ \gamma_3^{2i}\ \gamma_3^{3i} \ldots \gamma_3^{1h}\ \gamma_3^{2h}\ \gamma_3^{3h} \end{Bmatrix}$; $[\vec{G}]$ – матрица, ненулевыми элементами которой являются базисные векторы узловых точек конечного элемента.

На основании соотношений (1.2) базисные векторы узловых точек можно выразить через базисные векторы внутренней точки конечного элемента

$$\{\vec{a}^{\,\omega}\} = [s^{\omega}][s]^{-1}\{\vec{a}\} = [z^{\omega}]\{\vec{a}\}, \tag{4.9}$$

где $[s^{\omega}]$ – матрица, элементы которой определяются параметрами узловой точки ω.

После замены на основе (4.9) базисных векторов узловых точек в матрице $[\vec{G}]$ из (4.6) и (4.7) получается

$$\vec{v} = \underset{1\times 3}{\{\vec{a}\}^T}\left[\beta_1\underset{3\times 3}{[z^i]^T}\ldots\beta_8\underset{3\times 3}{[z^h]^T}\ldots\beta_9\underset{3\times 3}{[z^i]^T}\ldots\beta_{17}\underset{3\times 3}{[z^i]^T}\ldots\beta_{25}\underset{3\times 3}{[z^i]^T}\ldots\beta_{32}\underset{3\times 3}{[z^h]^T}\right] =$$
$$= \underset{1\times 3}{\{\vec{a}\}}\underset{3\times 96}{[H]}\underset{96\times 1}{\{\gamma_y\}}; \quad \vec{v},_m = \{\vec{a}\}[H,_m]\{\gamma_y\}. \tag{4.10}$$

Приравнивая правые части выражений (2.1), (2.2) и (4.10), можно получить аппроксимирующие выражения

$$\underset{3\times 1}{\{v\}} = \underset{3\times 96}{[H]}\ \underset{96\times 1}{\{\gamma_y\}}; \quad \underset{3\times 1}{\{\gamma_m\}} = \underset{3\times 96}{[H,_m]}\ \underset{96\times 1}{\{\gamma_y\}}. \tag{4.11}$$

В аппроксимирующих выражениях (4.11) через (4.9) фигурируют параметры используемой криволинейной системы координат. Каждая компонента вектора перемещения внутренней точки конечного элемента зависит от всех компонент векторов перемещений узловых точек и их производных. Этот факт обеспечивает учет смещения конечного элемента как жесткого тела.

На основе (2.4) и (4.11) формируется матричное соотношение

$$\underset{6\times1}{\{\varepsilon\}} = \underset{6\times96}{[B_w]}\,\underset{96\times1}{\{\gamma_y\}}. \qquad (4.12)$$

Формирование матрицы жесткости шестигранного конечного элемента выполняется по алгоритму [4] на основе (2.5), (4.3а) и (4.12).

В качестве примера рассмотрим оболочку, срединная поверхность которой представляет собой форму усеченного эллипсоида вращения. Оболочка нагружалась равномерно распределенным внутренним давлением интенсивности q. В узлах сечения x=0 устанавливались опоры переменной жесткости, позволяющие смещение конструкции как твердого тела. Были приняты следующие исходные данные: A =1 м; B=0.5 м; D= 0,9 м; E =$2\cdot10^5$ МПа; ν =0.3; h = 0.01 м; q = 4 МПа, (A и B являются главными полуосями эллипса).

Расчеты выполнялись в двух вариантах: в первом реализовывалась традиционная скалярная аппроксимация полей перемещений; во втором – предложенная векторная аппроксимация.

Напряжения при векторной аппроксимации оставались неизменными даже при смещении конструкции вдоль оси на 90 см, в то же время как при скалярной аппроксимации напряжения оказались неприемлемыми уже при смещении на 1 см.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что предложенный способ инвариантной аппроксимации в векторной формулировке полей перемещений объемного конечного элемента обладает существенными преимуществами в сравнении с существующей методикой аппроксимации. Использование векторной аппроксимации полей перемещений конечного элемента, в отличие от существующей скалярной аппроксимации, позволяет решить проблему учета смещения конструкции как жесткого целого и эффективно исследовать их напряженно-деформированное состояние.

Список использованной литературы

1. Бате К. Ю. Методы конечных элементов. М.: Физматлит, 2010. 1022 с.

2. Vector approximation in the roller shells nonlinear calculations on the fem basis / N. Gureeva [et al.] // Materials Science Forum. 2019. V. 974. Pp. 718-722.

3. Голованов А. И., Тюленева О. Н., Шигабудинов А. Ф. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций. М.: Физматлит, 2006. 392 с.

4. Gureeva N. A., Kiseleva R. Z., Nikolaev A. P. Nonlinear deformation of a solid body on the basis of flow theory and realization of FEM in mixed formulation // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific and Practical Conference Engineering Systems. 2019. 012059.

5. Клочков Ю. В., Николаев А. П., Киселева Т. А. Сравнительная оценка скалярной и векторной аппроксимаций искомых неизвестных в МКЭ при расчете произвольных оболочек // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2015. № 2. С. 69-75.

6. Объемный элемент с векторной аппроксимацией искомых величин для нелинейного расчета оболочки вращения / Н. А. Гуреева [и др.] // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2022. Т. 18. № 3. С. 228-241.

7. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

8. Векторная аппроксимация в МКЭ для оболочки вращения при учете сдвиговых деформаций / Ю. В. Клочков [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2020. № 4. С. 35-43.

9. Седов А. И. Механика сплошной среды. М.: «Наука», 1976. Т. 1. 535 с.

10. Численный анализ НДС тонких оболочек в геометрически нелинейной постановке на примере эллиптического цилиндра / Ю. В. Клочков [и др.] // Строительная механика и расчет сооружений. 2020. № 2 (289). С. 40-47.

УДК 539.3.001.24

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОЖИТЕЛЕЙ ЛАГРАНЖА В ТРЕУГОЛЬНОМ КОНЕЧНОМ ЭЛЕМЕНТЕ

Клочков Ю. В., *д-р техн. наук, профессор*
Вахнина О. В., *канд. техн. наук, доцент*
Соболевская Т. А., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлен алгоритм расчета цилиндрической оболочки конечными элементами. Для устранения проблемы несовместности треугольных элементов дискретизации по производным компонент векторов перемещений используются корректирующие множители Лагранжа.

Ключевые слова: *конечно-элементный алгоритм, треугольный конечный элемент, множители Лагранжа.*

Треугольные конечные элементы (ТКЭ) находят широкое применение в конечно-элементном анализе оболочек [1-5]. Однако, наряду с преимуществами, такими как удобства моделирования особенностей конструкций типа пазов, вырезов, отверстий, трещин, ТКЭ обладает и существенными недостатками в виде чрезмерной чувствительности к характеру внешней нагрузки [6-11]. Отмеченные недостатки, в первую очередь, обусловлены несовместностью данного типа элементов по производным компонент векторов перемещений на границах смежных ТКЭ.

В качестве элемента дискретизации выбирается треугольный фрагмент срединной поверхности с узлами *i*, *j*, *k*, отображаемый для удобства численного интегрирования на прямоугольный треугольник с катетами единичной длины $0 \le \xi, \eta \le 1$. Связь глобальных S, θ и локальных ξ, η координат осуществляется с помощью соотношения.

$$Q = (1-\xi-\eta)Q^i + \xi Q^j + \eta Q^k, \qquad (1)$$

где под Q понимается S или θ.

В соотношениях Коши теории тонких оболочек фигурируют компоненты вектора перемещений, а также их первые и вторые производные. Поэтому оптимальным следует считать включение в столбец узловых неизвестных ТКЭ помимо компонент вектора перемещения и их первых производных, также и вторые производные. Таким образом, столбцы узловых варьируемых параметров ТКЭ в локальной и глобальной системах координат могут быть выбраны в виде

$$\underset{1\times 54}{\left\{U_{\text{у}}^{\text{Л}}\right\}^{\text{T}}} = \left\{ \underset{1\times 18}{\left\{v_{\text{у}}^{1\text{Л}}\right\}^{\text{T}}} \underset{1\times 18}{\left\{v_{\text{у}}^{2\text{Л}}\right\}^{\text{T}}} \underset{1\times 18}{\left\{v_{\text{у}}^{\text{Л}}\right\}^{\text{T}}} \right\}, \qquad \underset{1\times 54}{\left\{U_{\text{у}}^{\Gamma}\right\}^{\text{T}}} = \left\{ \underset{1\times 18}{\left\{v_{\text{у}}^{1\Gamma}\right\}^{\text{T}}} \underset{1\times 18}{\left\{v_{\text{у}}^{2\Gamma}\right\}^{\text{T}}} \underset{1\times 18}{\left\{v_{\text{у}}^{\Gamma}\right\}^{\text{T}}} \right\}, \qquad (2)$$

где $\underset{1\times 18}{\left\{q_{\text{у}}^{\text{Л}}\right\}^{\text{T}}} = \left\{q^i q^j q^k q^i_{,\xi} q^j_{,\xi} q^k_{,\xi} q^i_{,\eta} q^j_{,\eta} q^k_{,\eta} q^i_{,\xi\xi} q^j_{,\xi\xi} q^k_{,\xi\xi} q^i_{,\eta\eta} q^j_{,\eta\eta} q^k_{,\eta\eta} q^i_{,\xi\eta} q^j_{,\xi\eta} q^k_{,\xi\eta}\right\},$

$\underset{1\times 18}{\left\{q_{\text{у}}^{\Gamma}\right\}^{\text{T}}} = \left\{q^i q^j q^k q^i_{,S} q^j_{,S} q^k_{,S} q^i_{,\theta} q^j_{,\theta} q^k_{,\theta} q^i_{,SS} q^j_{,SS} q^k_{,SS} q^i_{,\theta\theta} q^j_{,\theta\theta} q^k_{,\theta\theta} q^i_{,S\theta} q^j_{,S\theta} q^k_{,S\theta}\right\}.$

Здесь под q понимается компонента вектора перемещения v^1, v^2 или v.

Между столбцами (2) можно установить матричную зависимость

$$\left\{U_{\text{у}}^{\text{Л}}\right\} = [T]\left\{U_{\text{у}}^{\Gamma}\right\}. \qquad (3)$$

На границах между соседними элементами дискретизации должно выполняться равенство производных нормальных компонент векторов перемещений вдоль нормалей в серединах сторон ТКЭ, касательных к срединной поверхности оболочки

$$\left(\partial v^{(m)}/\partial n_m\right) = \left(\partial v^{(m')}/\partial n_{m'}\right), \quad (m = 1, 2, 3) \qquad (4)$$

которое в силу несовместности ТКЭ точно не выполняется. Поэтому равенство (4) предлагается записывать в виде

$$\lambda^{(m)}\left(\partial v^{(m)}/\partial n_m - \partial v^{(m')}/\partial n_{m'}\right) = 0, \qquad (5)$$

где $\lambda^{(m)}$ – корректирующие множители Лагранжа.

Принимая во внимание, что для смежных элементов дискретизации справедливо $\vec{n}_m = -\vec{n}_{m'}$, для отдельного ТКЭ можно записать следующее соотношение

$$\lambda^{(1)}\left(\partial v^{(1)}/\partial n_1\right) + \lambda^{(2)}\left(\partial v^{(2)}/\partial n_2\right) + \lambda^{(3)}\left(\partial v^{(3)}/\partial n_3\right) = 0. \qquad (6)$$

Входящие в (6) производные $\left(\partial v^{(m)}/\partial n_m\right)$ могут быть выражены через производные нормальных компонент векторов перемещений по координатам S и θ

$$\partial v^{(m)}/\partial n_m = \left(\partial v^{(m)}/\partial S\right)\cos\alpha^{(m)} + \left(\partial v^{(m)}/\partial\theta\right)\cos\beta^{(m)}, \qquad (7)$$

где $\alpha^{(m)}, \beta^{(m)}$ – углы между нормалью $\vec{n}_m$ и векторами локального базиса $\vec{a}_1^{0(m)}, \vec{a}_2^{0(m)}$.

При скалярном варианте аппроксимации полей перемещений производные $\left(\partial v^{(m)}/\partial S\right)$ и $\left(\partial v^{(m)}/\partial\theta\right)$ могут быть выражены через столбец (2)

$$\partial v^{(m)}/\partial S = \left\{ \underset{1\times36}{\{0\}}^{\mathrm{T}} \ \underset{1\times18}{\{\varphi_{,S}^{(m)}\}}^{\mathrm{T}} \right\} \underset{1\times54}{\{U_{\mathrm{у}}^{\mathrm{Л}}\}}; \qquad \partial v^{(m)}/\partial\theta = \left\{ \underset{1\times36}{\{0\}}^{\mathrm{T}} \ \underset{1\times18}{\{\varphi_{,\theta}^{(m)}\}}^{\mathrm{T}} \right\} \underset{1\times54}{\{U_{\mathrm{у}}^{\mathrm{Л}}\}}, \qquad (8)$$

где $\underset{1\times18}{\{\varphi\}}^{\mathrm{T}} = \{\varphi_1\ \varphi_2\ \ldots\ \varphi_{18}\}$ – матрица-строка функций формы, содержащая полные полиномы пятой степени.

Соотношение (6) с учетом (7), (8) может быть представлено в матричной форме

$$\{\lambda\}^{\mathrm{T}}[f][T]\{U_{\mathrm{у}}^{\Gamma}\} = \{\lambda\}^{\mathrm{T}}[Y]\{U_{\mathrm{у}}^{\Gamma}\} = 0, \qquad (9)$$

где $\underset{1\times3}{\{\lambda\}}^{\mathrm{T}} = \{\lambda^{(1)}\ \lambda^{(2)}\ \lambda^{(3)}\}$; $\underset{3\times54}{\{f\}} = \begin{bmatrix} \underset{1\times36}{\{0\}}^{\mathrm{T}} & \underset{1\times18}{\{g^{(1)}\}}^{\mathrm{T}} \\ \underset{1\times36}{\{0\}}^{\mathrm{T}} & \underset{1\times18}{\{g^{(2)}\}}^{\mathrm{T}} \\ \underset{1\times36}{\{0\}}^{\mathrm{T}} & \underset{1\times18}{\{g^{(3)}\}}^{\mathrm{T}} \end{bmatrix}$; $\underset{1\times18}{\{g^{(m)}\}}$ – матрицы-строки, компонуемые из $\{\varphi_{,S}\}^{\mathrm{T}}$, $\{\varphi_{,\theta}\}^{\mathrm{T}}$ при подстановке в них локальных координат узлов 1, 2, 3 соответственно.

Соотношение (6) может быть записано в матричной форме

$$\{\lambda\}^{\mathrm{T}}[\Phi]\{U_{\mathrm{у}}^{\Gamma}\} = 0. \qquad (10)$$

Функционал Лагранжа для ТКЭ с учетом (10) запишется в виде

$$\Pi \equiv \int_V \{\varepsilon_{\alpha\beta}^{\zeta}\}^{\mathrm{T}}\{\sigma^{\alpha\beta}\}\mathrm{d}V - \int_F \{U\}^{\mathrm{T}}\{P\}\mathrm{d}F + \{\lambda\}^{\mathrm{T}}[D]\{U_{\mathrm{у}}^{\Gamma}\} = 0, \qquad (11)$$

где $\{U\}^{\mathrm{T}} = \{v^1\ v^2\ v\}$; $\{\varepsilon_{\alpha\beta}^{\zeta}\}^{\mathrm{T}}$, $\{\sigma^{\alpha\beta}\}^{\mathrm{T}}$ – деформации и напряжения в слое оболочки, отстоящем от срединной поверхности на расстоянии ζ; $\{P\}$ – столбец внешней нагрузки.

Выполняя минимизацию (11) по $\{U_{\mathrm{у}}^{\Gamma}\}$ и $\{\lambda\}^{\mathrm{T}}$ получим систему уравнений

$$\begin{cases} \partial\Pi/\partial\{U_{\text{у}}^{\text{г}}\}^{\text{т}} = [K]_{54\times54}\{U_{\text{у}}^{\text{г}}\}_{54\times1} - \{R\}_{54\times1} + [D]^{\text{т}}_{54\times3}\{\lambda\}_{3\times1} = 0; \\ \partial\Pi/\partial\{\lambda\}^{\text{т}} = [D]_{3\times54}\{U_{\text{у}}^{\text{г}}\}_{54\times1} = 0. \end{cases} \quad (12)$$

Систему (12) можно представить в традиционном для МКЭ виде

$$[K_{\text{р}}]\{U_{\text{ур}}^{\text{г}}\} - \{R_{\text{р}}\} = 0, \quad (13)$$

где $\{U_{\text{ур}}^{\text{г}}\}^{\text{т}}_{1\times57} = \left\{\{U_{\text{у}}^{\text{г}}\}^{\text{т}}_{1\times54}\ \lambda_1\ \lambda_2\ \lambda_3\right\}$; $\{R_{\text{р}}\}^{\text{т}}_{1\times57} = \left\{\{R\}^{\text{т}}_{1\times54}\ \{000\}^{\text{т}}_{1\times3}\right\}$; $[K_{\text{р}}]_{57\times57} = \begin{bmatrix} [K]_{54\times54} & [D]^{\text{т}}_{54\times3} \\ [D]_{3\times54} & [0]_{3\times3} \end{bmatrix}$.

Пример расчета. Был рассчитан цилиндр, загруженный в середине двумя диаметрально противоположными сосредоточенными силами P. Исходные данные: модуль упругости $E = 7.38\cdot10^4$ МПа; коэффициент Пуассона $\nu = 0.3125$; $R = 0.1258$ м; $t = 0.0024$ м; $P = 453.6$ Н; $L = 0.2629$ м. Вследствие наличия плоскостей симметрии рассматривалась 1/8 часть цилиндра.

Расчеты были выполнены в двух вариантах. В первом варианте в качестве элемента дискретизации выбирался ТКЭ 54×54 без множителей Лагранжа. Во втором варианте был использован ТКЭ с корректирующими множителями Лагранжа при скалярной аппроксимации перемещений.

Результаты повариантного расчета представлены в таблице 1, в которой приведены значения прогиба в точке приложения сосредоточенной силы в зависимости от густоты сетки дискретизации.

В правой крайней колонке таблицы 1 показаны значения прогиба, полученные зарубежными авторами при использовании четырехугольных элементов дискретизации.

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает практическое совпадение значений прогиба, полученных во втором варианте расчета с известными решениями.

Таблица 1 – Значения прогиба

Сетка узлов	Вариант расчета		Известное решение
	54×54	57×57	
3×3	0.3008	0.2817	Богнер, Фокс, Шмидт 0.2789
5×5	0.3251	0.2850	
7×7	0.3292	0.2868	Кантин, Клауф 0.2865
9×9	0.3323	0.2876	Ашвел, Сабир 0.2888

Величины прогибов, вычисленные в первом варианте расчета оказались завышенными по сравнению со значениями второго варианта примерно на 14,1…15,5 % (при сетке узлов $5\times5\ldots9\times9$). Если же проанализировать значения напряжений, то погрешность первого варианта расчета оказывается существенно большей погрешности вычисления прогиба.

В таблице 2 представлены численные значения кольцевых напряжений на внутренней $\sigma_к^в$ и наружной $\sigma_к^н$ поверхностях оболочки в точке с координатами $x = L/2, \theta = -\pi/2$.

Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что в первом варианте значения напряжений оказываются завышенными в 1,88…1,71 раз (при сетке узлов $5\times5\ldots9\times9$) по сравнению со вторым вариантом расчета.

Таблица 2 – Значения напряжений

Сетка узлов	Напряжение, МПа	Вариант расчета	
		54×54	57×57
3×3	$\sigma_к^в$	– 66.51	– 40.74
	$\sigma_к^н$	52.37	39.16
5×5	$\sigma_к^в$	– 77.94	– 41.49
	$\sigma_к^н$	65.39	40.90
7×7	$\sigma_к^в$	– 75.50	– 42.43
	$\sigma_к^н$	67.13	41.66
9×9	$\sigma_к^в$	– 73.28	– 42.88
	$\sigma_к^н$	67.12	42.04

Основываясь на анализе табличного материала (табл. 1 и 2), можно сделать вывод о том, что использование корректирующих множителей Лагранжа в алгоритме формирования ТКЭ позволяет существенно повысить точность конечно-элементных решений в расчетах оболочек с локальным характером приложения нагрузок.

Список использованной литературы

1. Calculation of an Ellipsoid-Shaped Shell Based on a Consistent Triangular Discretization Element with an Invariant Interpolation Procedure / Y. V. Klochkov, O. V. Vakhnina, T. A. Sobolevskaya [et al.] // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2022. V. 51. No 3. Pp. 216-229.

2. Численный анализ НДС тонких оболочек в геометрически нелинейной постановке на примере эллиптического цилиндра / Клочков Ю. В., Николаев А. П., Ищанов Т. Р. [и др.]. // Строительная механика и расчет сооружений. 2020. № 2 (289). С. 40-47.

3. Векторная аппроксимация в МКЭ для оболочки вращения при учете сдвиговых деформаций / Ю. В. Клочков, А. П. Николаев, Т. Р. Ищанов, А. С. Андреев // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2020. № 4. С. 35-43.

4. Physically nonlinear shell deformation based on three-dimensional finite elements / Yu. Klochkov, A. Nikolaev, O. Vakhnina [et al.] // Magazine of Civil Engineering. 2022. No 5 (113).

5. Вариативная параметризация эллипсоидальной тонкой оболочки с реализацией на основе МКЭ / Ю. В. Клочков, А. П. Николаев, О. В. Вахнина [и др.] // Ученые записки Казанского университета. Серия: Физико-математические науки. 2023. Т. 165. № 1. С. 49-67.

6. The Calculation of the Ellipsoidal Shell Based FEM with Vector Interpolation of Displacements When the Variable Parameterisation of the Middle Surface / Yu. V. Klochkov, A. P. Nikolaev, T. A. Sobolevskaya [et al.] // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2020. V. 41. No 3. Pp. 373-381.

7. A finite elemental algorithm for calculating the arbitrarily loaded shell using three-dimensional finite elements / Y. V. Klochkov, O. V. Vakhnina, T. A. Sobolevskaya [et al.] // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2020. V. 15. No 13. Pp. 1472-1481.

8. Using Lagrange multipliers in the triangular element of a nonshallow shell under variable interpolation of displacements / Y. V. Klochkov, A. P. Nikolaev, O. V. Vakhnina, T. A. Kiseleva // Journal of Applied and Industrial Mathematics. 2017. V. 11. No 4. Pp. 535-544.

9. Клочков Ю. В., Вахнина О. В., Киселева Т. А. Расчет тонких оболочек на основе треугольного конечного элемента с корректирующими множителями Лагранжа // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. № 5. С. 55-59.

10. Клочков Ю. В., Вахнина О. В., Киселева Т. А. Математическая модель дискретизации цилиндра с эллиптическим днищем из разнородных материалов // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. № 6. С. 56-62.

11. Клочков Ю. В., Николаев А. П., Вахнина О. В. Численный анализ напряженно-деформированного состояния тонких оболочек при использовании треугольного конечного элемента с множителями Лагранжа // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 3 (23). С. 186-192.

УДК 539.3:624.04

ИССЛЕДОВАНИЕ НДС ТРЕХОСНОГО ЭЛЛИПСОИДА, НАХОДЯЩЕГОСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ

Клочков Ю. В., *д-р техн. наук, профессор*
Соболевская Т. А., *канд. техн. наук, доцент*
Вахнина О. В., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Определено напряженно-деформированное состояние трехосного эллипсоида, находящегося под действием внутреннего давления. В качестве элемента дискретизации использован четырехугольный фрагмент срединной поверхности эллипсоида с матрицей жесткости размером 72х72. В процессе расчета на прочность использовались скалярная и векторная интерполяционные процедуры, а также комплекс ANSYS. Был выполнен сравнительный анализ полученных численных результатов.

Ключевые слова: *напряженно-деформированное состояние, трехосный эллипсоид, четырехугольный элемент дискретизации, матрица жесткости, скалярная интерполяционная процедура, векторная интерполяция полей перемещений, ANSYS.*

1. Введение. В современной практике оболочечные конструкции с тонкими стенками и их составляющие находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства и машиностроении. Процесс моделирования и расчета на прочность указанных оболочек опирается на использование разнообразных типов конечных элементов, таких как четырехугольные, треугольные и призматические [1-7]. При этом формирование матриц жесткости зачастую осуществляется посредством традиционной скалярной интерполяционной процедуры. Однако, применение данной процедуры при анализе напряженно-деформированного состояния (НДС) произвольных оболочек с выраженными кривизнами, а также оболочек, допускающих перемещения как абсолютно твердого тела, либо влечет за собой необходимость существенного увеличения числа элементов дискретизации, либо приводит к неприемлемым вычислительным погрешностям [8-10]. Исходя из этого, в рамках данной работы выполнен сравнительный анализ применения скалярной интерполяции, векторной интерполяции и вычислительного комплекса ANSYS для определения НДС трехосного эллипсоида.

2. Постановка задачи.

Рассмотрим трехосный эллипсоид (рис. 1), заданный уравнением

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1. \qquad (1)$$

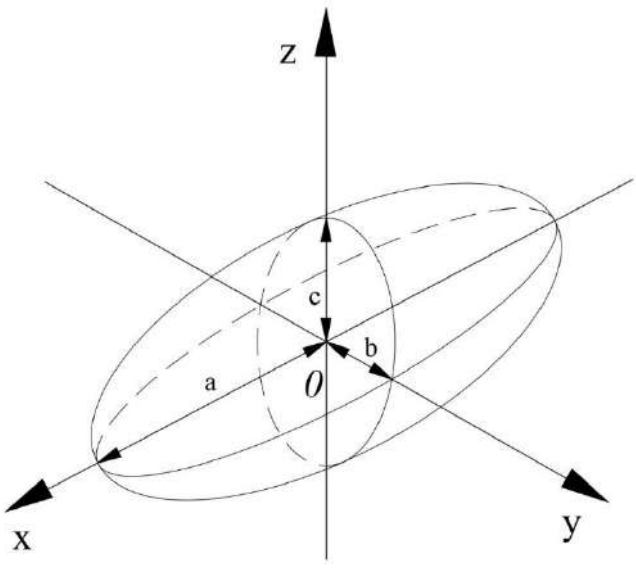

Рисунок 1 – Трехосный эллипсоид

Радиус-вектор эллипсоида зададим с помощью формулы

$$\vec{R}^0 = x\vec{i} + r(x,\theta)\sin\theta\vec{j} + r(x,\theta)\cos\theta\vec{k}, \qquad (2)$$

где θ – угол, отсчитываемый от оси Oz против хода часовой стрелки в плоскости, перпендикулярной оси Ox.

Данную формулу (2) можно также использовать и для описания срединных поверхностей моделей других тонких оболочек.

Входящая в (2) функция $r(x,\theta)$ для трехосного эллипсоида вычисляется по формуле

$$r(x,\theta) = \sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}}\,\frac{bc}{\sqrt{c^2\sin^2\theta + b^2\cos^2\theta}}. \qquad (3)$$

Эллипсоид находился под действием внутреннего давления интенсивности q=5 МПа.

Были приняты следующие исходные данные: $E=2\cdot10^5$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu=0{,}3$, толщина оболочки t=0,01 м; параметры эллипсоида: a=1,3 м, b=0,92 м, c=0,9 м.

Вследствие наличия плоскостей симметрии рассматривалась одна восьмая часть оболочки. Координаты x и θ изменялись в пределах $0 \le x \le 1{,}2м,\ 0 \le \theta \le \frac{\pi}{2}$.

Левый край оболочки был шарнирно закреплен, правый край оставался свободным. В качестве элемента дискретизации принимается произвольный четырехугольный фрагмент эллипсоида с узлами $i,\ j,\ k$ и l. Границы такого дискретного элемента в общем случае могут не совпадать с линиями главных кривизн.

Определение НДС эллипсоида было выполнено в двух вариантах: в первом варианте при формировании матрицы жесткости четырехугольного конечного элемента размером 72x72 использовалась традиционная скалярная интерполяционная процедура; во втором варианте – векторный способ интерполяции перемещений.

В ходе исследования были вычислены значения нормальных напряжений σ_{xx}, $\sigma_{\theta\theta}$ в срединных волокнах в концевом сечении эллипсоида в зависимости от густоты сетки дискретизации.

3. Результаты расчетов.

Из результатов расчетов видно, что в первом варианте напряжения σ_{xx} весьма существенно отличаются от нулевых значений, хотя по условиям задачи они должны быть близки к нулю, так как концевое сечение не загружено. Во втором варианте напряжения σ_{xx} близки к нулю уже при сетке узлов 6x11, тогда как скалярная интерполяцион-

ная процедура не дает близких к нулю напряжений σ_{xx} даже при достаточно густой сетке 10x19. Однако, обе интерполяционные процедуры демонстрируют стабильную сходимость вычислительного процесса.

Сопоставляя значения напряжений $\sigma_{\theta\theta}$ при двух вариантах интерполяции можно отметить более быструю сходимость вычислительного процесса во втором варианте (рис. 2 и рис. 3). Вследствие чего, можно сделать вывод об эффективности векторного способа интерполяции полей перемещений при анализе НДС произвольных оболочек.

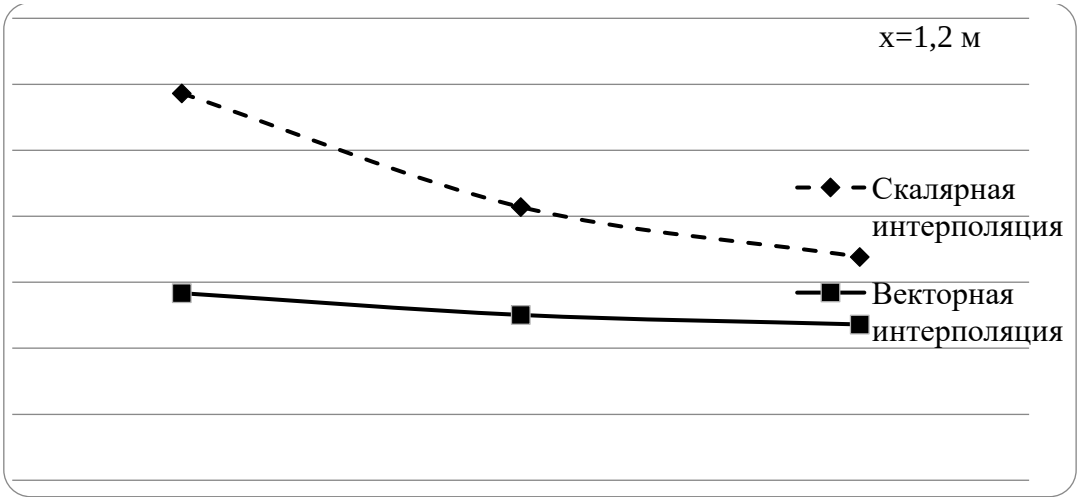

Рисунок 2 – Значения напряжений $\sigma_{\theta\theta}$ в точке (1,2; 0)

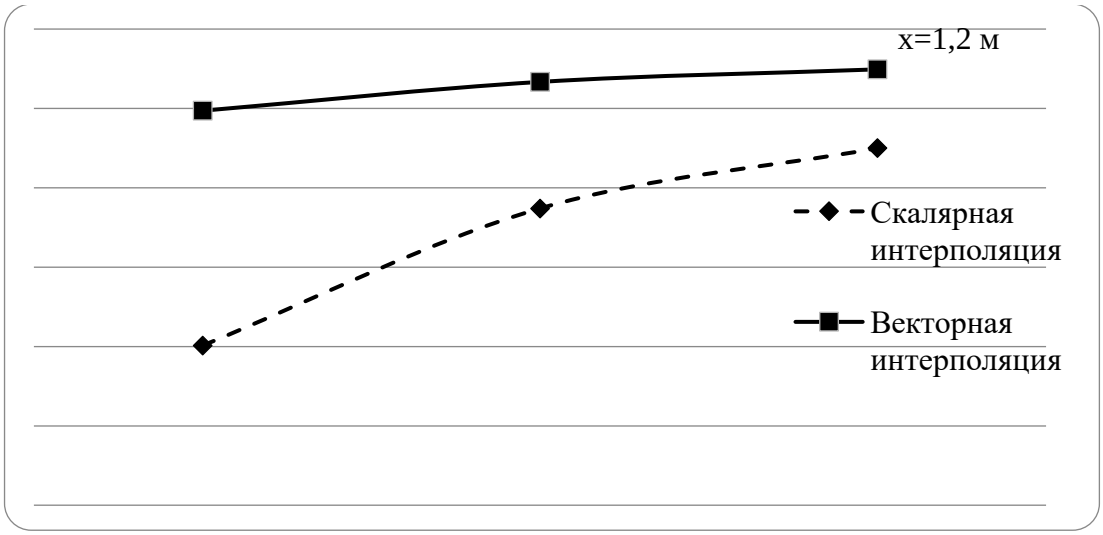

Рисунок 3 – Значения напряжений $\sigma_{\theta\theta}$ в точке (1,2; π/2)

Для верификации разработанного алгоритма данная задача была решена с помощью программного комплекса ANSYS с использованием двух оболочечных элементов «shell 181» и «shell 281». Элемент «shell 181» имеет 4 узла, в каждом из которых 6 неизвестных – это компоненты вектора перемещения и углы поворота. Таким образом,

элемент «shell 181» имеет 24 неизвестные. Оболочечный элемент «shell 281», в отличие от элемента «shell 181», имеет дополнительные узлы в серединах сторон, то есть он обладает 48 неизвестными.

С использованием комплекса ANSYS вычислялись значения нормальных напряжений σ_{xx} и $\sigma_{\theta\theta}$ на внутренней и наружной поверхностях эллипсоида в концевом сечении в зависимости от густоты сетки дискретизации при использовании оболочечных элементов «shell 181» и «shell 281».

Анализируя полученные данные, заметим существенное более чем в 2 раза различие напряжений $\sigma_{\theta\theta}$ при использовании разных типов оболочечных элементов. Также отметим, что на порядок большее число узлов, чем при расчетах со скалярной и векторной интерполяциями, не дает более быстрой сходимости вычислительного процесса. Необходимо отметить, что разработанный алгоритм, основанный на векторной интерполяционной процедуре, дает близость к нулю напряжения σ_{xx} уже при сетке узлов 6x11, имея при этом 3600 неизвестных. В то время как комплекс ANSYS не дает близости к нулю напряжений σ_{xx} даже при сетке узлов 120x120, причем элементы «shell 181» и «shell 281» имеют соответственно 339864 и 679728 неизвестных, что на два порядка больше числа неизвестных в разработанном алгоритме (рис. 4).

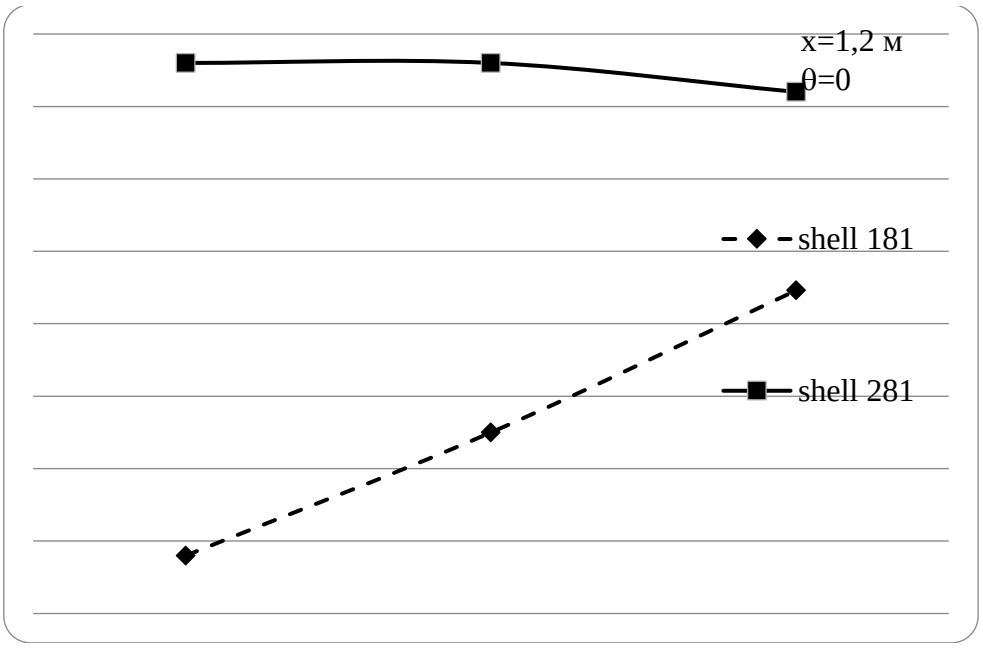

Рисунок 4 – Значения напряжений σ^{e}_{xx} в точке (1,2; 0)

4. Заключение. В ходе сравнительного исследования эффективности применения конечных элементов с различными наборами узловых варьируемых параметров для решения задач прочностного анали-

за тонких оболочек были установлены следующие закономерности. Точность конечно-элементного моделирования, при прочих равных, обусловлена двумя факторами: плотностью сетки (количеством дискретных элементов) и сложностью используемого конечного элемента (количеством узловых степеней свободы). Установлено, что более высокая эффективность достигается при использовании меньшего числа высокоточных конечных элементов с большим числом степеней свободы, по сравнению с применением большего количества более простых дискретных элементов.

Список использованной литературы

1. Векторная аппроксимация в МКЭ для оболочки вращения при учете сдвиговых деформаций / Ю. В. Клочков, А. П. Николаев, Т. Р. Ищанов, А. С. Андреев // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2020. № 4. С. 35-43.

2. Численный анализ НДС тонких оболочек в геометрически нелинейной постановке на примере эллиптического цилиндра / Ю. В. Клочков, А. П. Николаев, Т. Р. Ищанов, А. С. Андреев, М. Ю. Клочков // Строительная механика и расчет сооружений. 2020. № 2 (289). С. 40-47.

3. Клочков Ю. В., Николаев А. П., Вахнина О. В. Численный анализ напряженно-деформированного состояния тонких оболочек на основе совместного конечного элемента треугольной формы // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2019. Т. 15. № 2. С. 117-126.

4. Klochkov Y. V., Vakhnina O. V., Nikolaev A. P. Calculation of rotation shells using finite triangular elements with Lagrange multipliers in variative approximation of displacements // Journal Of Machinery Manufacture And Reliability. 2016. V. 45. № 1. Pp. 51-58.

5. Klochkov Y. V., Vakhnina O. V., Nikolaev A. P. Finite element analysis of shells of revolution using triangular discretization elements with corrective Lagrange multipliers // Moscow University Mechanics Bulletin. 2016. V. 71. № 5. Pp. 114-117.

6. Stress-strain state analysis of shells of revolution based on the triangular discretization element with the Lagrange multipliers / Y. V. Klochkov, A. P. Nikolaev, O. V. Vakhnina, R. I. Malovichko // Russian Aeronautics. 2012. V. 55. № 1. Pp. 5-13.

7. Клочков Ю. В., Николаев А. П., Вахнина О. В. Численный анализ напряженно-деформированного состояния тонких оболочек при использовании треугольного конечного элемента с множителями Лагранжа // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 3 (23). С. 186-192.

8. Учет геометрической нелинейности в конечно-элементных прочностных расчетах тонкостенных конструкций типа оболочек / Ю. В. Клочков, А. П. Николаев, Т. Р. Ищанов и др. // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2020. Т. 16. № 1. С. 31-37.

9. Клочков Ю. В., Николаев А. П., Вахнина О. В. Варианты определяющих соотношений деформационной теории пластичности в расчете оболочки вращения на основе метода конечных элементов // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2019. Т. 15. № 4. С. 315-322.

10. Клочков Ю. В., Николаев А. П., Вахнина О. В. Совершенствование расчетов тонких оболочек вращения на основе высокоточного треугольного конечного элемента дискретизации с корректирующими множителями Лагранжа // Вестник Машиностроения. 2015. № 2. С. 33-36.

УДК 627.824.33

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАМЕННО-НАБРОСНОЙ ПЛОТИНЫ

Лёвкин М. А., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Плотина – гидротехническое сооружение, перегораживающее водоток для подъема уровня воды, также служит для создания водохранилища. Каменно-набросные плотины крепче и долговечнее, чем обычные грунтовые плотины за счет наличия в составе плотины скального грунта. Дополнительные противофильтрационные элементы позволяют меньше пропускать воду через фильтрацию сквозь тело плотины. Такие противофильтрационные элементы размещаются на теле плотины и к ним относятся: жесткие экраны, железобетонные плиты, суглинистые слои.

Ключевые слова: *плотины, набросные плотины, водотоки, водохранилища, гидротехнические сооружения.*

Современное гидротехническое строительство в условиях растущих требований к надежности, экономической эффективности и экологической безопасности предъявляет высокие требования к выбору типа и методов проектирования сооружений [1-6]. Особое место среди них занимают каменно-набросные плотины, которые, благодаря своей массивной конструкции, демонстрируют выдающуюся прочность, адаптивность к сложным геологическим условиям и потенциально более низкую стоимость по сравнению с бетонными аналогами при использовании местных материалов. Исследование и совершенствование методов их проектирования является ключевой научно-практической задачей, направленной на обеспечение долговечности и безаварийной эксплуатации этих ответственных объектов.

Каменно-набросные плотины – грунтовые плотины, основа которых состоит из разрыхленного взрывным способом скального грунта. Одно из преимуществ данного вида плотины – возможность сооружения в сложных инженерно-геологических условиях [7-10].

Данный вид плотин является самым масштабным из грунтовых плотин. Из-за особенности возведения данных плотин, процесс их строительства простой и требует мало времени. А также он дешевле и прочее других видов, что позволяет эксплуатировать каменно-набросные плотины дольше и в более суровых условиях.

Однако каменно-набросные плотины активно фильтруют воду, поэтому в их состав и конструкцию необходимо внедрять противофильтрационные элементы.

В связи с этим, необходимо проводить исследования по проектированию каменно-набросных плотин с разными противофильтрационными устройствами.

В горном ущелье, сложенном известняком, намечается постройка водохранилищной каменно-набросной плотины с отметкой уровня воды перед ней 137,0 м. Перед ущельем долина реки расширяется, образуя емкую чащу водохранилища; за ущельем следует несколько расширенный участок реки с уклоном 0,01. В створе плотины дно реки покрыто слоем галечниковых наносов мощностью до 3 м; известняк на глубину 2-3 м выветрился; верхний двухметровый слой выветрившегося известняка с площади основания плотины удаляем.

Поперечное сечение ущелья в створе плотины показано на рисунке 1.

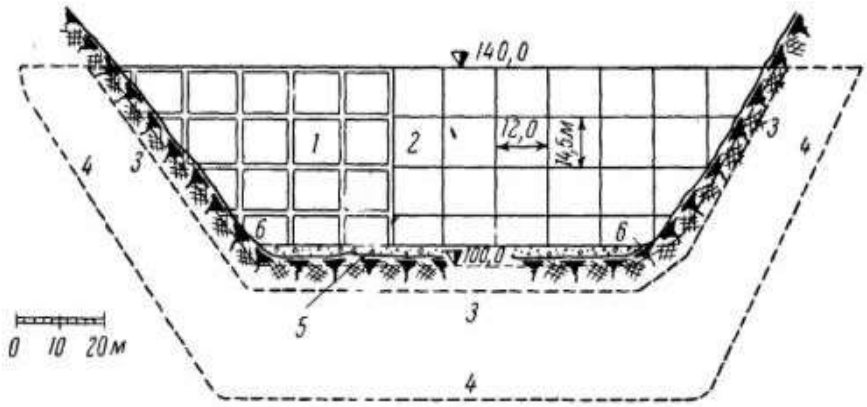

Рисунок 1 – Профиль по створу плотины:
1 – железобетонная решетка; 2 – плиты; 3 – контур подошвы зуба;
4 – границы цементационной завесы; 5 – галечник; 6 – подошва плотины

Расход расчетного паводка реки равен 975 м^3/сек, меженный расход – 25 м^3/сек, расход паводка строительного периода – 110 м^3/сек. Расход реки и призма сработки водохранилища (14,0 м) используется на деривационной гидроэлектростанции с установленной мощностью 20 тыс. кВ; за гидроэлектростанцией вода отводится на орошение в предгорном районе с попутным использованием энергии воды на ирригационных ГЭС.

Пропуск расчетного паводка в нижний бьеф осуществляется через траншейный сброс и быстроток; величина сбросного расхода, с учетом аккумуляции части поводочного стока в водохранилище, составляла 445 м^3/сек.

Пропуск расхода строительного периода осуществляется через туннель диаметром 4,2 м. Туннель с уклоном 0,01 оканчивается за плотиной временным быстротоком, устраиваемым в скале без облицовки ее бетоном и переводящим воду от конца строительного туннеля до реки. Расход реки поступает в туннель вследствие подъема уровня реки гравелисто-галечниковой перемычкой высотой 13,0 м с суглинистым экраном, понуром длиной 35 м и каменным банкетом с низовой стороны (рис. 2). Отметка порога входного портала туннеля

110,2 м назначена с учетом заиления водохранилища. Перемычку возводят методом насыпи в текущую воду. Перед перемычкой размещается входной портал туннеля, защищенный железобетонной решеткой.

Для предупреждения поступления донных наносов в водохранилище на реке и ее притоках перед водохранилищем ставим небольшие фильтрующие каменно-гравелистые плотины, возобновляемые при заилении их верхнего бьефа. Требуется составить поперечный профиль плотины в следующих вариантах: вариант каменно-набросной плотины с жестким бетонным экраном с гибким (слоистым) железобетонным экраном и с пластичным экраном из суглинка.

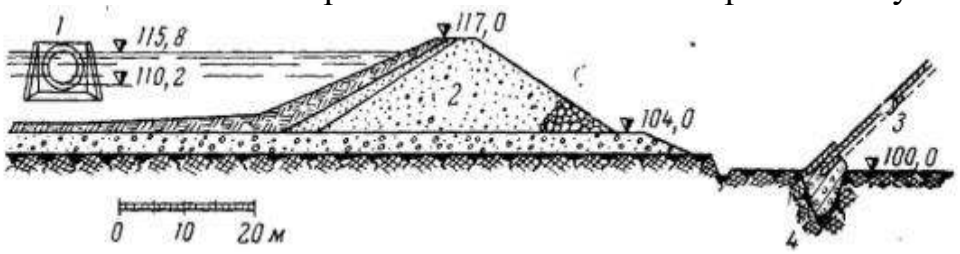

Рисунок 2 – Продольный разрез по русло реки:
1 – входной портал туннеля; 2 – перемычка;
3 – каменно-набросная плотина; 4 – скважина цементации

Рассмотрим конструкцию плотины с жестким экраном. Поперечный профиль плотины показан на рисунке 3. Подошва плотины закладывается на здоровой, достаточно прочной скале, на отметке 100 м. Трехметровый гравелисто-галечниковый слой и двухметровый слой выветрившейся скалы удаляем с площадки основания плотины (большей частью в перемычку). Низовой откос разделен бермами шириной 3 м на три участка с заложением 1,0; 1,2 и 1,4.

Верховой откос покрыт экраном из бетонных плит, укладываемых по решетке из железобетонных балок. Заложение верхового откоса постепенно уполаживается книзу от заложения $m = 1{,}0$ вверху до $m = 1{,}15$ внизу; отметки мест изменения заложения откосов, указанные на рисунке 3, подобраны так, чтобы между ними укладывалась целая бетонная плита экранов, плотно ложащаяся на бетонную подготовку откоса плотины, и балки железобетонной решетки. Горизонтальные балки решетки укладывают в местах изменения заложения верхового откоса плотины (рис. 1). Размер плит $14{,}5 \times 12{,}0$ м; толщина их увеличивается книзу 0,3-0,4-0,5-0,6 м на отметках, указанных на рисунке 3; около шва верхние более тонкие плиты утолщаются (рис. 4).

Решетку составляют из железобетонных балок сечением $1{,}5 \times 0{,}6$ м по откосу и $1{,}3 \times 0{,}6$ м по горизонтали. Толщина слоя подэкранной кладки насухо увеличивается с 1,5 м вверху до 40 м внизу; в ней оставляются борозды для балок решетки (рис. 4)

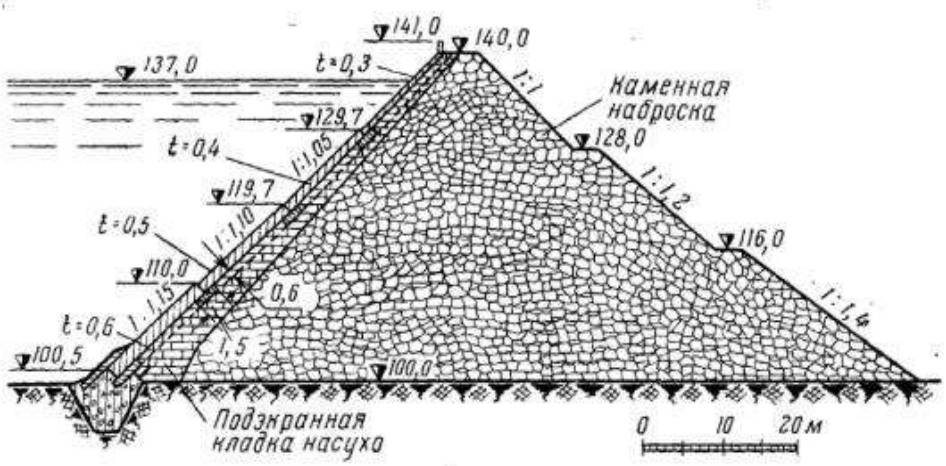

Рисунок 3 – Поперечный разрез каменно-набросной плотины с жестким экраном

Под решетку и под экран укладывают слой бетона в 15 см для выравнивания поверхности; этот слой покрывают горячи бутимом. Внизу экран опирается на бетонный зуб глубиной 5,5 м и шириной понизу 3,0 м. С целью предупреждения трещин железобетонную решетку и экран укладывают после возведения плотины и осадки ее от собственного веса. Осадка от гидростатического давления невелика (не более 0,5 %) и будет восприниматься экраном без образования в нем трещин, вследствие возможных перемещений плит экрана по бетонному слою подготовки, покрытому смазкой – битумом.

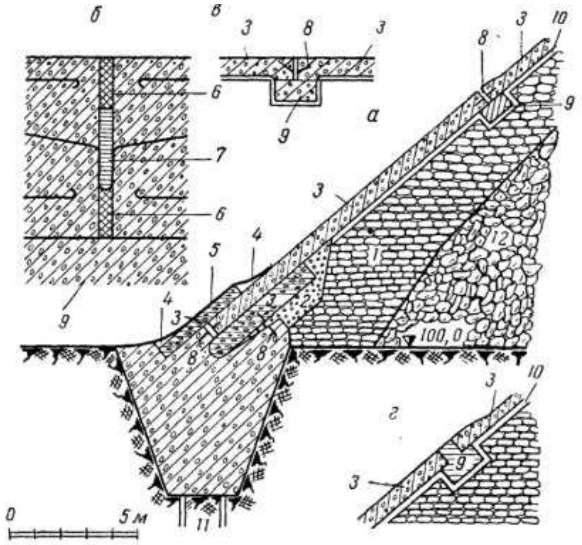

Рисунок 4 – Сопряжение зуба с жестким экраном плотины и швы экрана:
1 – кладка насухо; 2 – промытая мелкая галька; 3 – плиты; 4 – асфальт; 5 – битумный лист; 6 – просмоленный войлок; 7 – битум; 8 – пластинки из нержавеющей стали; 9 – железобетонные балки опорной решетки; 10 – бетонная подготовка; 11 – скважины цементации; 12 – каменная наброска

Соединение экрана с бетонным зубом плотины шарнирное (рис. 4); с подошвы зуба в скале устраивают цементационную завесу из двух рядов скважин на глубину до 25 м в долине и до 15 м в берегах от подошвы зуба. Для контроля работы завесы целесообразно в зубе устроить потерну.

Размер плит, балок, решетки, заложения откосов плотины еще не поддаются расчеты и выбраны по аналогии с хорошо работающими плотинами.

Конструкция усадочного горизонтального шва показана на рисунке 4(б), а температурного шва по откосу – на рисунке 4(а).

На рисунке 4(г) показан вариант укладки плит в отдельные ячейки, образованные клеткой решетки. Здесь нет швов с листами нержавеющей стали, но зато конструктивная форма решетки сложнее и армирование ее сильнее, чем в варианте на рисунке 43(г).

Учитывая осадку плотины от давления воды в поперечном профиле, верховому откосы плотины придают слегка вогнутое очертание. Под действием гидростатического давления наибольшие прогибы по горизонтали будут на гребне плотины и верховой откос ее примет более пологое очертание; первично приданная вогнутость его будет предохранять горизонтальные швы от раскрытия. Ширину вертикальных швов назначаем конструктивно 3 см из условий размещения изогнутой пластинки из нержавеющей стали, заполнения шва битумом и конопаткой из просмоленного войлока.

Ширина горизонтальных осадочных швов должна быть достаточна для восприятия температурных деформаций, например при коэффициенте линейного расширения железобетона $\beta = 0{,}00001$, длине плиты 14,5 м и амплитуде колебания температуры 35 градусов ширина шва не должна быть меньше $14{,}5 \times 0{,}00001 \times 35 \times 1000 = 5$ мм.

Шов поверх пластинки из нержавеющей стали заполняют битумом.

Рассмотрим конструкцию плотины с слоистым экраном. Слоистый экран составляется из железобетонных плит размерам $5{,}0 \times 5{,}0 \times 0{,}12$ м, изготовленных на строительной площадке.

Внизу плотины укладывают четыре ряда плит до отметки 113,0 м, далее до отметки 126,0 м – три ряда плит и выше – два ряда. Первый ряд плит кладут на бетонную подготовку по сухой кладке (рис. 5), покрытый горячим битумом первый ряд плит и т.д. Плиты укладывают впритык с перевязкой швов по горизонтали и по вертикали. Щели между плитами заливают горячим битумом.

Плиты должны плотно прилегать к бетонной подготовку и друг к другу, поэтому, со стороны воды откос плотины устраиваем одинакового заложения от верха плотины до ее подошвы, равным среднему из указанных на рисунке 3, именно $m = 1{,}1$. Со стороны сухого от-

коса очертание каменно-набросной плотины оставляем прежним (см. рис. 3). Слоистый экран обладает гибкостью, и его можно укладывать, не ожидая полной осадки плотины.

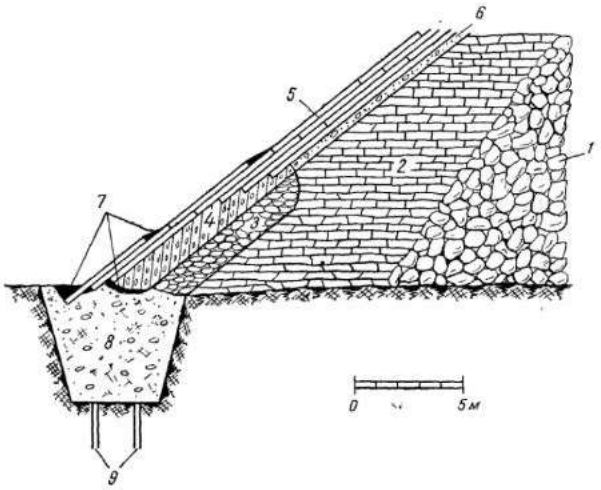

Рисунок 5 – Сопряжение зуба со слоистым экраном:
1 – каменная наброска; 2 – кладка насухо; 3 – промытая мелкая галька;
4 – железобетонная опорная плита; 5 – экран из железобетонных плит;
6 – бетонная подготовка; 7 – асфальт; 8 – бетонный зуб;
9 – скважины цементации

Рассмотрим конструкцию плотины с суглинистым экраном. Рассматриваемая конструкция плотины приведена на рисунке 6. Каменная наброска с стороны сухого откоса имеет прежнее очертание. Со стороны воды откосу наброски также придаем то же заложение, что и в случае слоистого экрана, т.е. $m = 1{,}1$, и прикрываем его трехслойным фильтром, состоящим из щебня, гравия и слоя смеси разнозернистых песков. Толщина каждого слоя фильтра наверху по 0,5 м, внизу по 1,0 м. Подэкранная кладка насухо не устраивается. Заложение откосов суглинистого экрана показана на рисунке 6; откосы защищаются от волнобоя слоем каменной наброски 0,6 м по слою гребня с гравием 0,5 м.

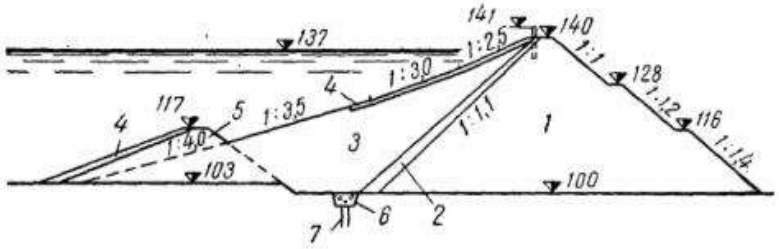

Рисунок 6 – Поперечный разрез каменно-набросной плотины
с суглинистым экраном:
1 – каменная наброска; 2 – фильтр; 3 – суглинистый экран;
4 – крепление откосов; 5 – перемычка; 6 – бетонный зуб;
7 – скважины цементации

В рассматриваемом варианте перед плотиной также возводится грунтовая перемычка (см. рис. 6), включаемая потом в состав суглинистого экрана.

По результатам исследования было спроектирована каменно-набросная плотина с 3-мя видами противофильтрационных элементов, способные противодействовать фильтрации воды. Они различаются способами возведения фильтрационных элементов, как следствие разными фильтрационными свойствами.

При сравнении вариантов можно прийти к выводу, что строительство перемычек в 1-м и 2-м вариантах будет иметь больший объем, чем в третьем, так как здесь большая часть входит в состав суглинистого экрана плотины. Превышение объема перемычки в 1-м и 2-м вариантах над объемом варианта составит 300 м^3 на пог. м длины плотины.

На основании исследования можно сделать следующие выводы: каменно-набросные плотины, возможно, спроектировать с противофильтрационными элементами чтобы избежать фильтрацию воды сквозь тело плотины.

Список использованной литературы

1. Гидротехнические сооружения / А. П. Николаев, Р. З. Киселёва, А. П. Киселёв, В. Н. Юшкин. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2020. 84 с.

2. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

3. Юшкин В. Н. Реализация МКЭ в смешанной формулировке для расчета гидротехнических сооружений // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях. Волгоград, 2016. С. 196-201.

4. Юшкин В. Н. Расчет гидротехнических сооружений в смешанной формулировке на основе МКЭ // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Волгоград, 2017. С. 358-365.

5. Гидротехнические сооружения водохозяйственного назначения / А. П. Николаев, Р. З. Киселёва, А. П. Киселёв, Н. А. Гуреева. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2020. 96 с.

6. Гуреева Н. А., Киселева Р. З., Николаев А. П., Рябуха В. В. Напряженно-деформированное состояние элементов гидротехнических сооружений // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации. Волгоград, 2022. С. 100-104.

7. Гришин М. М. Гидротехнические сооружения. Москва: Изд-во Высшая школа, 1979. Ч. 2. 336 с.

8. Годес Э. Г. Строительство в водной среде. Ленингард: Изд-во Стройиздат, 1989. 527 с.

9. Кириенко И. И., Химерик Ю. А. Гидротехнические сооружения. Проектирование и расчет. Киев: Изд-во Вища школа, 1987. 255 с.

10. Ляпичев Ю. П. Гидротехнические сооружения: учебное пособие. Москва: РУДН, 2008. 302 с.

УДК 626.823

РЕКОНСТРУКЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПЕРЕГОРАЖИВАЮЩЕГО СООРУЖЕНИЯ РАЙГОРОДСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ПК229+30

Марченко Л. А., *магистрант*
Шишкин И. И., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрено перегораживающее сооружение. Описаны различные типы перегораживающих сооружений. Изучены требования, предъявляемые к перегораживающему сооружению.

Ключевые слова: *перегораживающее сооружение, шлюз-регулятор, водопропускные сооружения, требования к гидротехническим сооружениям, винтовые подъёмники.*

В современной гидротехнике, особенно в условиях нарастания экстремальности климата и увеличения нагрузки на существующие инфраструктурные объекты, особую актуальность приобретают задачи обеспечения надежности и безопасности перегораживающих сооружений (дамбы, плотины, дамбы обвалования). Многие из этих объектов были построены десятилетия назад по нормам и с использованием технологий, не в полной мере соответствующих современным представлениям о гидродинамических и статических нагрузках [1-6].

Современные тенденции развития, ремонта и реконструкции перегораживающих сооружений, способствуют улучшению существующих сооружений, требующие повышения эксплуатационных качеств, надежности работы. Приводится некоторые типы перегораживающих сооружений. Указываются технические, технологические решения, мероприятия при реконструкции, ремонте перегораживающего сооружения.

Перегораживающие сооружения являются ключевыми гидравлическими структурами в системах орошения, предназначенными для эффективного управления водными ресурсами [7]. Их основное назначение – регулирование расхода воды, поддержание заданного уровня в каналах и обеспечение равномерного распределения воды между потребителями и орошаемыми участками [8]. Эти сооружения играют критическую роль в предотвращении потерь воды, защите от переливов и эрозии, а также в обеспечении стабильного водоснабжения сельскохозяйственных угодий.

Виды перегораживающих сооружений:

1. Плотина – это капитальное сооружение, полностью или частично перекрывающее русло канала. Она создает подпор воды, повышая уровень выше по течению для отвода воды в боковые каналы или для поддержания необходимого напора. Конструктивно могут быть глухими или иметь пропускные отверстия с затворами.

2. Шлюз-регулятор – представляет собой гидротехническое сооружение, оснащенное подвижными затворами, позволяющими точно контролировать расход воды и поддерживать заданный уровень в канале. Они могут быть глубинными или поверхностными, используются для распределения воды по системе и сброса излишков.

3. Водослив – это сооружение, предназначенное для пропуска воды над гребнем. Часто используется для поддержания постоянного уровня воды в верхнем бьефе или для измерения расхода воды. Различают практические и широкие водосливы, а также с различной формой порога.

4. Затворы – являются рабочими элементами шлюзов-регуляторов и водосбросов. Они бывают различных типов: плоские, сегментные, щитовые и другие. Управление затворами (подъем, опускание) позволяет регулировать размер пропускного отверстия и, следовательно, расход воды.

Материалы, используемые для строительства перегораживающих сооружений, варьируются в зависимости от их размера, назначения и условий эксплуатации. Наиболее распространены бетон и железобетон, обеспечивающие высокую прочность и долговечность. Металлические конструкции (сталь, чугун) применяются для изготовления затворов, механизмов подъема и креплений. В некоторых случаях, особенно для временных или небольших сооружений, может использоваться дерево. Современные решения также включают полимерные материалы и геосинтетики [9].

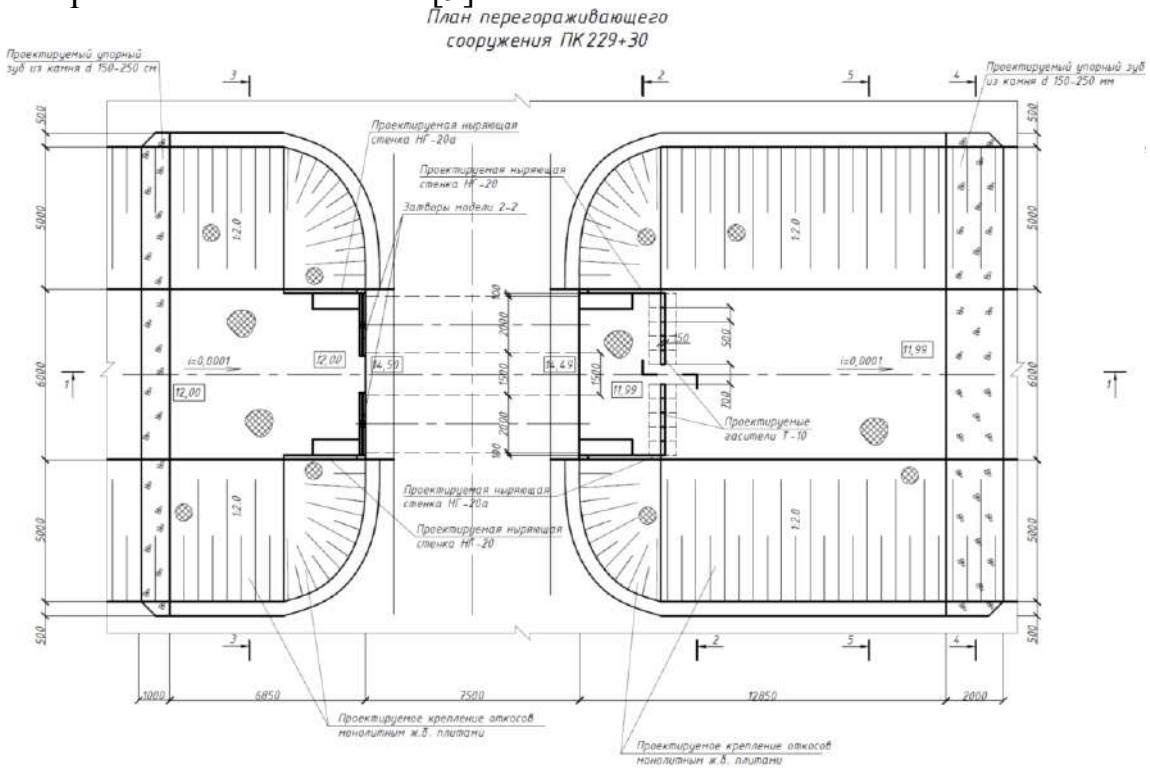

Рисунок 1 – План перегораживающего сооружения ПК229+30

Функции этих сооружений многообразны: от точного регулирования расхода воды для обеспечения потребностей орошения до поддержания стабильного уровня в каналах, что критически важно для работы насосных станций и водозаборных устройств. Они также обеспечивают эффективное распределение воды по сети оросительных каналов, позволяя направлять водные потоки к нужным участкам и сбрасывать избыточную воду в дренажные системы.

Эксплуатация перегораживающих сооружений требует регулярного контроля и обслуживания. Это включает осмотр конструкций на предмет повреждений, очистку от наносов и растительности, смазку подвижных частей затворов, а также проверку работоспособности подъемных механизмов и автоматики. Своевременное обслуживание обеспечивает надежность работы всей ирригационной системы и продлевает срок службы сооружений [10].

Согласно проекту, перегораживающее сооружение на ПК229+30 канала оросительно-обводнительной системы расчётным расходом 10 $м^3$/с состоит из двух монолитных железобетонных водопропускных труб сечением 1,7х2 м, длиной 7,5 м каждая. В верхнем бьефе сооружения установлены 2 затвора 2х2 м с ручными винтовыми подъёмниками.

Проектом предусматривается замена двух существующих затворов с рамами на затворы ПС 200-200 по серии 3.820.2-37 с ручными винтовыми подъёмниками типа 5В. Производится реконструкция железобетонного крепления верхнего и нижнего бьефов сооружения. Существующее бетонное крепление демонтируется и вместо него устраивается крепление армированным монолитным бетоном (арматура ø10 А500с с шагом 200 мм) класса В25, F150, толщиной 200 мм по дну и 100 мм по откосам канала. Монолитное железобетонное крепление устраивается по бетонной подготовке толщиной 50 мм, устраиваемой по слою щебня, толщиной 100 мм. Предусмотрено устройство деформационных швов, с прокладкой пеноплекса толщиной 25 мм. При креплении откосов и дна канала предусматривается установка гасителей Т-10 по серии 3.820-6 в количестве 10 шт. и замена ныряющих стенок (согласно заключению о техническом состоянии строительных конструкций комплекса линейных объектов с гидротехническими сооружениями Райгородской оросительно-обводнительной системы в Светлоярском районе Волгоградской области. (8/1-20-ИО)). В конце крепления устраивается упорный зуб из камня М600 d=150-250 мм. Все металлические конструкции окрашиваются эмалью ХС-759 по грунтовке ХС-059.

Перед реконструкцией перегораживающего сооружения, производится демонтаж частей существующего. Бетонные части сооружения разбиваются пневматическими молотками. Разбитый бетон по-

гружается в самосвалы экскаватором емк. ковша 0,5 м^3 и транспортируется автосамосвалами на полигон ТБО. Металлические элементы утилизируются.

Реконструкция сооружения выполняется в следующей последовательности:

- Планировка основания бульдозером 130 кВт.
- Устройство бетонной подготовки с помощью автобетоносмесителя SHACMAN F3000 и автобетононасоса СБ-170-1.
- Монтаж гасителей Т-10.
- Установка рам под затворы с помощью автокрана.
- Устройство ныряющих стенок входной и выходной части.
- Устройство железобетонного крепления канала с помощью автобето-носмесителя и автобетононасоса.
- Установка плоских затворов автокраном.
- Монтаж винтовых подъемников.
- Антикоррозионная обработка.

Крепление входной и выходной части сооружения выполняется автобетоносмесителем на полную высоту. Подача бетона осуществляется непрерывно в подготовленную опалубку. После набора прочности бетоном, опалубка разбирается.

Требования к перегораживающим сооружениям на оросительно-обводнительной сети [8] включают нормы, регламентирующие конструкцию и эксплуатацию таких объектов. Эти требования направлены на обеспечение исправного состояния сооружений, предотвращение их повреждений и обеспечение их работы в соответствии с назначением.

Конструкционные требования к перегораживающим сооружениям:

- Бетонные и железобетонные сооружения не должны иметь трещин, разломов, каверн, оголённой арматуры.
- Бетон не должен быть подвержен коррозии.
- Деревянные сооружения и конструкции не должны быть подвержены гнили и грибковым заболеваниям.
- Фильтрационная вода через шпунтовые ряды и заборные стенки не должна выносить грунт.
- Вдоль фундаментов и стен сооружений должны отсутствовать пустоты, провальные и осадочные воронки.
- Крепления входной и выходной части сооружений и откосов каналов не должны иметь повреждений.
- Щиты подпорных сооружений должны не пропускать воду, а механизмы и приспособления для подъёма щитов – находиться в исправном состоянии.

Эксплуатационные требования к перегораживающим сооружениям:

- Своевременная подготовка каналов к пропуску паводка и безаварийный сброс максимальных расходов расчётной обеспеченности.
- Регулирование уровней воды в каналах для увлажнения корнеобитаемого слоя почвы.
- Своевременная очистка русел каналов от древесной и травяной растительности, завалов, топляков и других посторонних предметов.
- Проведение планово-предупредительного ремонта русел каналов, креплений и сооружений на них.
- Наблюдения за уровнем воды, а при необходимости – измерение и определение расходов воды, уклонов водной поверхности и коэффициентов шероховатости.

Изучение проектных решений по реконструкции и ремонту перегораживающих сооружений показал варианты, технологии, технику реконструкции и ремонта гидротехнических сооружений в области перегораживающих сооружений на оросительно-обводнительных системах, способствующих повышению надежности эксплуатации в тяжёлых условиях.

Проблема износа и обветшания перегораживающих сооружений на оросительно-обводнительных системах сегодня является особенно важной, представляя серьезную угрозу для устойчивости аграрного сектора. Несвоевременная реконструкция и ремонт таких объектов напрямую влияют на эффективность водопользования, приводя к значительным потерям воды, снижению урожайности и увеличению операционных расходов. Экономические последствия неисправных сооружений выражаются не только в прямых убытках от недополученной продукции, но и в косвенных затратах на аварийные ремонты и борьбу с последствиями техногенных катастроф. В связи с этим, инвестиции в модернизацию инфраструктуры становятся критически важными.

Современные технологии реконструкции, включающие использование высокопрочных материалов, автоматизированных систем управления и геоинформационных технологий, позволяют значительно повысить надежность и долговечность сооружений, а также оптимизировать процессы распределения водных ресурсов. Перспективы развития и модернизации оросительных систем неразрывно связаны с внедрением инновационных решений, направленных на повышение их адаптивности к изменению климата и росту потребностей в воде. Крайне важен акцент на превентивное обслуживание и регулярный мониторинг состояния сооружений, что является залогом их бесперебойной работы и устойчивого развития сельского хозяйства в целом. Только комплексный подход к управлению водными ресурсами и инфраструктурой орошения обеспечит продовольственную безопасность и экономическую стабильность.

Список использованной литературы

1. Гидротехнические сооружения / А. П. Николаев, Р. З. Киселёва, А. П. Киселёв, В. Н. Юшкин. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2020. 84 с.

2. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

3. Юшкин В. Н. Реализация МКЭ в смешанной формулировке для расчета гидротехнических сооружений // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях. Волгоград, 2016. С. 196-201.

4. Юшкин В. Н. Расчет гидротехнических сооружений в смешанной формулировке на основе МКЭ // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Волгоград, 2017. С. 358-365.

5. Гидротехнические сооружения водохозяйственного назначения / А. П. Николаев, Р. З. Киселёва, А. П. Киселёв, Н. А. Гуреева. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2020. 96 с.

6. Гуреева Н. А., Киселева Р. З., Николаев А. П., Рябуха В. В. Напряженно-деформированное состояние элементов гидротехнических сооружений // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации. Волгоград, 2022. С. 100-104.

6. Воскобойников А. Е., Доровских Г. И. Основы гидротехники и гидротехнические сооружения: учебное пособие. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2014. 288 с.

7. Водные ресурсы. Гидротехнические сооружения. Термины и определения: ГОСТ 26775-97. М.: Изд-во стандартов, 1998. 12 с.

8. Гришин М. М. Гидротехнические сооружения. Специальные сооружения на каналах. М.: Стройиздат, 1986. 310 с.

9. Иванов П. С. Автоматизированные системы управления водными ресурсами в оросительных системах: монография. М.: Наука, 2019. 345 с.

10. Козлов А. Н. Новые материалы и технологии в строительстве и ремонте гидротехнических сооружений. СПб.: Политехника, 2022. 180 с.

УДК 627.41

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ И ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Милованов С. Г., *канд. с-х. наук, доцент*
Ломов А. Д., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены берегоукрепительные и защитные сооружения в мелиоративном строительстве. Перечислены причины необходимости строительства защитных сооружений. Расписаны виды берегоукрепительных сооружений с их особенностями и задачами. Описаны критерии выбора сооружений и их проектирования.

Ключевые слова: *берегоукрепительные сооружения, гидротехника, волнорезы, водная эрозия, гидрологические изыскания.*

Развитие и эксплуатация инфраструктуры в береговой зоне – будь то морские порты, речные транспортные артерии, объекты энергетики или жилая застройка – неразрывно связаны с необходимостью

обеспечения долговременной и надежной защиты территории от разрушительного воздействия водной среды. Берегоукрепительные и защитные гидротехнические сооружения (БЗС) выступают ключевым элементом обеспечения безопасности и устойчивости прибрежных территорий. Их функциональная надежность и долговечность напрямую зависят от одного фундаментального свойства – прочности [1-6].

Берегоукрепительные и защитные сооружения играют ключевую роль в обеспечении безопасности прибрежных зон и устойчивом развитии территорий, прилегающих к морям и океанам [7-9]. Они предназначены для защиты береговой линии от различных негативных воздействий, таких как эрозия, наводнения, штормы и подъем уровня моря. В условиях глобального изменения климата, усиления частоты и интенсивности экстремальных погодных условий, вопросы, связанные с проектированием и строительством этих объектов, становятся особенно актуальными. Данная статья рассматривает основные виды берегозащитных сооружений, методы их проектирования, экологические аспекты и примеры успешных практик.

Водные природные угрозы представляют собой опасные явления, связанные с водными ресурсами, которые могут вызвать значительный ущерб экосистемам, инфраструктуре и человеческому населению. Береговая зона является одной из наиболее уязвимых для воздействия природных факторов [10]. К основным угрозам, с которыми особенно часто сталкиваются прибрежные районы, относятся:

Эрозия береговой линии, этот процесс обусловлен действием механических сил, таких как волны, течения, ветры и осадки. Эрозия может приводить к серьезным потерям земли, разрушению объектов инфраструктуры и изменению экосистем.

Наводнения: Повышение уровня воды во время штормов и при высоких приливах может приводить к затоплению прибрежных территорий, что часто усугубляется разрушением искусственных защитных сооружений.

Штормовые волны: Они способны вызывать значительные разрушения, как для объектов недвижимости, так и для экосистем, приводя к потере морской флоры и фауны.

Изменение климата: Глобальное потепление влияет на уровень моря и приводит к увеличению частоты и силы стихийных бедствий, таких как ураганы и тайфуны. Это создает дополнительные вызовы для проектирования берегоукрепительных сооружений.

Техногенные факторы: Строительство и развитие прибрежной инфраструктуры также играют значительную роль в изменении естественных процессов, что может привести к ускорению эрозии и другим негативным последствиям.

Рассмотрим типы берегозащитных сооружений**.** Берегозащитные сооружения играют ключевую роль в охране прибрежных территорий от негативного воздействия водных масс. Их правильное проек-

тирование и строительство могут значительно снизить риски для населения и экосистем. В условиях изменения климата и увеличения частоты экстремальных погодных явлений необходимость в таких сооружениях будет только возрастать. Интеграция современных технологий и экологических подходов в проектирование берегозащитных сооружений позволит создать устойчивую и безопасную прибрежную инфраструктуру.

Существует несколько основных типов берегозащитных сооружений, каждое из которых имеет свои уникальные особенности и области применения. Эти конструкции направлены на минимизацию воздействия волн и улучшают устойчивость береговой линии:

1. Пирсы и волнорезы. Эти конструкции устанавливаются перпендикулярно берегу и предназначены для смягчения ударов волн. Пирсы – это конструкции, выступающие в воду, используемые для швартовки судов, рыбалки, прогулок и доступа к водоемам. Они могут быть построены из различных материалов, таких как бетон, древесина или металл. Волнорезы – это гидротехнические сооружения, предназначенные для защиты берега или портовой инфраструктуры от волн и морских течений. Они могут быть построены как из камня, так и бетона, и помогают уменьшить эрозию береговой линии.

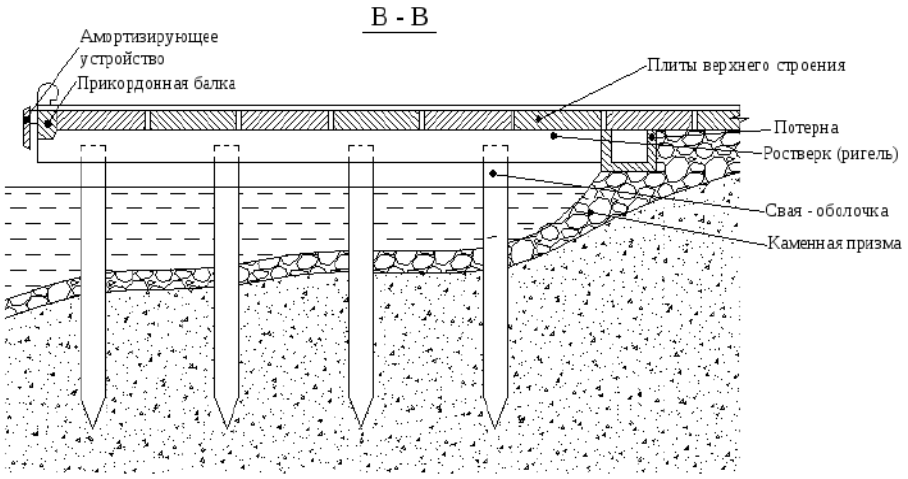

Рисунок 1 – Схема устройства пирса

2. Береговые насыпи (или дамбы) представляют собой конструкции, предназначенные для защиты территорий от затопления и эрозии, а также для стабилизации береговой линии. Они могут состоять из различных материалов, часто используются для укрепления рек и морских берегов, а также для предотвращения затопления земель вблизи водоемов.

3. Габионные сооружения – это конструкции, состоящие из сетчатых контейнеров, заполненных камнями или грунтом. Они широко применяются в гидротехнике и инженерии для защиты берегов,

укрепления склонов, предотвращения эрозии и улучшения дренажа. Габионные сооружения являются экологически безопасными и позволяют интегрировать природу в инженерные работы.

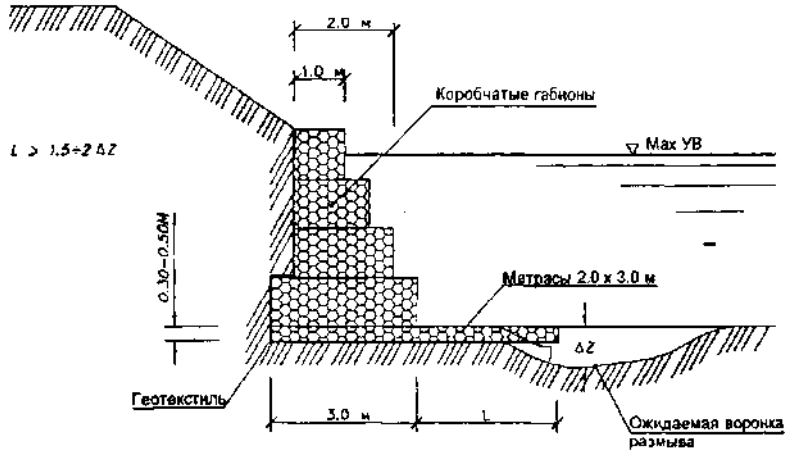

Рисунок 2 – Укрепление береговой линии с помощью габионной конструкции

4. Промышленные и природные крепления Промышленные крепления – это конструкции, созданные для защиты от эрозии, которые часто используют бетонные плиты, стены и другие искусственные материалы. Они применяются в портах, на промышленных территориях и вдоль транспортных путей. Природные крепления – это методы, использующие природные материалы и биологические способы защиты берегов. Это может включать посадку растений, создание биобарьеров и использование натуральных камней. Природные крепления способствуют сохранению экосистем и обеспечивают устойчивую защиту от эрозии.

5. Зеленая инфраструктура включает в себя комплекс природных и полуприродных решений, которые помогают управлять водными ресурсами, улучшают качество воздуха и общее состояние окружающей среды. Это может быть связано с созданием зеленых крыш, парковых зон, водоемов и других элементов, которые способствуют устойчивому развитию городских и пригородных территорий. Зеленая инфраструктура способствует сохранению биоразнообразия, снижению температуры в городах и улучшению качества жизни горожан.

Рассмотрим проектирование берегозащитных сооружений**.** Проектирование берегозащитных сооружений требует комплексного подхода и глубокого анализа природных и техногенных факторов. Основные этапы проектирования включают:

1. Геологические и гидрологические исследования: Перед началом проектирования необходимо провести анализ почвы, состава грунта и характеристик морских вод. Эти данные помогут определить наиболее эффективные решения для проекта.

2. Оценка сил и направлений волн и течений: Изучение этих факторов позволяет выбрать оптимальное местоположение и тип защитных конструкций. Это также важно для минимизации негативного воздействия на соседние участки побережья.

3. Анализ исторических данных: Историческая информация о наводнениях, штормовых воздействиях и эрозии в конкретном регионе поможет определить вероятность возникновения экстремальных событий.

4. Экономическая целесообразность: Оценка затрат на строительство и обслуживание защитных сооружений должна сочетаться с оценкой возможных убытков от разрушительных естественных явлений.

5. Социальные и экологические последствия: Важно учитывать мнение местного населения и экологические риски, связанные с проектированием и строительством. Взаимодействие с общественностью может помочь выявить дополнительные потребности и ожидания, а также выявить возможные опасения.

Экологические аспекты**.** Берегоукрепительные сооружения могут оказать значительное влияние на окружающую среду, и это необходимо учитывать на этапе проектирования. Важно обеспечить баланс между защитой берегов и сохранением экосистем. Разработка экологически чистых технологий, применение природных материалов и активное участие сообществ могут минимизировать негативное влияние. Ключевые моменты, которые необходимо учитывать:

– уничтожение естественной среды обитания: Проектирование и строительство защитных сооружений могут разрушать естественные экосистемы, что негативно сказывается на биоразнообразии.

– изменение миграционных путей: Штормовые барьеры и другие конструкции могут препятствовать движению морских организмов, что может негативно повлиять на рыбные запасы и местные экосистемы.

– увеличение плодородия и накопление осадка: В некоторых случаях конструкции могут привести к изменению потоков осадков, что может оказать как положительное, так и отрицательное влияние на местную флору.

– сохранение местного биоразнообразия: Применение зеленой инфраструктуры и использование местных растений может помочь в создании устойчивых экосистем.

Примеры успешных решений**.** Несколько стран и регионов реализовали успешные проекты по созданию берегозащитных сооружений, которые могли бы служить примерами для других:

1. Национальный парк «Пинхейле» в Австралии: Здесь применяются габионные конструкции, которые обеспечивают стабильность береговой линии. Эти сооружения могут сохранять экосистему и способствуют восстановлению природной среды.

2. Нидерланды: Нидерланды – это страна, известная всемирно признанными практиками управления водными ресурсами. Они используют современную экологически чистую технологию, комбинируя дамбы, зеленую инфраструктуру и защитные сооружения. Эта система позволяет минимизировать риск наводнений и повышает устойчивость к изменению климата.

3. Проект защиты побережья в штатах США (Флорида): Здесь были реализованы проекты по восстановлению природных барьеров, таких как мангровые леса, которые укрепляют берега и улучшают экосистему, уменьшая при этом воздействие волн.

4. В Санкт-Петербурге существует множество значительных берегозащитных сооружений, которые предназначены для защиты города от наводнений и штормовых волн. Система укреплений и контроля включает в себя: Ладожскую дамба, Зеленогорскую дамбу, волнорезы и защитные стены, системы дренажа и водоотведения и пр.

В результате исследования методов проектирования берегоукрепительных и защитных сооружений были выявлены ключевые подходы и технологии, способствующие эффективной защите береговой линии от эрозии и воздействия природных факторов. К примеру, использование природных материалов, например, применение камня, гравия и растительности для создания естественных барьеров.

Технические сооружения-проектирование волноломов, дамб и пирсов, которые уменьшают силу волн и защищают берег.

Гидротехнические конструкции: Внедрение современных технологий, таких как геосетки и геотекстили, для укрепления грунта и предотвращения его размыва.

Экологические подходы – интеграция экосистемных решений, таких как восстановление мангровых лесов и солонцов, для повышения устойчивости берегов.

Исследование показало, что комплексный подход, сочетающий инженерные и природные методы, обеспечивает наилучшие результаты в долгосрочной перспективе. Рекомендуется дальнейшее изучение и внедрение инновационных технологий для повышения эффективности проектирования берегозащитных сооружений.

Берегоукрепительные и защитные сооружения являются критически важными для защиты прибрежных экосистем, населённых пунктов и инфраструктуры. С учетом изменений климата и увеличения числа экстренных погодных условий следует адаптировать подходы к проектированию и строительству, внедряя инновационные технологии и учитывая экологические последствия. Это позволит обеспечить безопасность береговых зон в будущем и сохранить природные ресурсы для следующего поколения. Создание устойчивых и экологичных берегозащитных решений требует комплексного подхо-

да и взаимодействия всех заинтересованных сторон, что является ключевым фактором для обеспечения долгосрочной защиты прибрежных территорий.

Список использованной литературы

1. Гидротехнические сооружения / А. П. Николаев, Р. З. Киселёва, А. П. Киселёв, В. Н. Юшкин. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2020. 84 с.

2. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

3. Юшкин В. Н. Реализация МКЭ в смешанной формулировке для расчета гидротехнических сооружений // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях. Волгоград, 2016. С. 196-201.

4. Юшкин В. Н. Расчет гидротехнических сооружений в смешанной формулировке на основе МКЭ // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Волгоград, 2017. С. 358-365.

5. Гидротехнические сооружения водохозяйственного назначения / А. П. Николаев, Р. З. Киселёва, А. П. Киселёв, Н. А. Гуреева. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2020. 96 с.

6. Гуреева Н. А., Киселева Р. З., Николаев А. П., Рябуха В. В. Напряженно-деформированное состояние элементов гидротехнических сооружений // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации. Волгоград, 2022. С. 100-104.

7. Гришин М. М. Гидротехнические сооружения. Москва: Изд-во Высшая школа, 1979. Ч. 2. 336 с.

8. Ляпичев Ю. П. Гидротехнические сооружения: учебное пособие. Москва: РУДН, 2008. 302 с.

9. Кириенко И. И., Химерик Ю. А. Гидротехнические сооружения. Проектирование и расчет. Киев: Изд-во Вища школа, 1987. 255с.

10. Годес Э. Г., Нарбут Р. М. Строительство в водной среде. Ленинград: Изд-во Стройиздат, 1984. 384 с.

УДК 624.04

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ФОРМУЛИРОВКЕ МЕТОДА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Овчинников А. С., *академик РАН, д-р с.-х. наук, профессор*
Киселёв А. П., *канд. техн. наук, доцент*
Киселёв А. А., *преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучен ключевой этап реализации МКЭ в форме метода перемещений – алгоритмическому построению матрицы жесткости для стандартного объемного шестигранного элемента. Представленная последовательность вычислений обеспечивает корректное интегрирование свойств материала и геометрии элемента в общую систему уравнений. Методика ориентирована на практическое применение в программных комплексах для численного анализа, используемых при проектировании и экспертизе строительных конструкций.

Ключевые слова: *метод конечных элементов (МКЭ), матрица жесткости, объемный восьмиузловой элемент, прочностной анализ, численное моделирование.*

Современные задачи проектирования и модернизации инженерных сооружений, включая объекты агропромышленного комплекса, требуют высокой точности оценки их надежности и ресурса. Одним из приоритетов является оптимизация конструкций, направленная на снижение материалоемкости без ущерба для безопасности. Эффективное решение этой задачи возможно только при использовании современных и достоверных методов инженерного анализа.

Расчетные методы должны служить основой для принятия экономически обоснованных и технически эффективных проектных решений. Особенно высокие требования к точности и надежности расчетов предъявляются при работе с ответственными сооружениями, эксплуатация которых регламентируется специальными нормативами и законодательством в области безопасности.

В этих условиях необходим комплексный подход, сочетающий аналитические методы с возможностями компьютерного моделирования. Наиболее универсальным инструментом для решения трехмерных задач механики деформируемого твердого тела является метод конечных элементов (МКЭ) [1-5, 7, 8]. Его применение позволяет с высокой детализацией оценивать напряженно-деформированное состояние сложных конструкций.

Данная работа посвящена ключевому этапу реализации МКЭ в форме метода перемещений – алгоритмическому построению матрицы жесткости для стандартного объемного шестигранного элемента. Представленная последовательность вычислений обеспечивает корректное интегрирование свойств материала и геометрии элемента в общую систему уравнений. Методика ориентирована на практическое применение в программных комплексах для численного анализа, используемых при проектировании и экспертизе строительных конструкций.

*1. Геометрия элемента***.** В качестве конечного элемента выбирался произвольный объемный шестигранный восьмиузловой элемент с узловыми точками *1(i), 2(j), 3(k), 4(l), 5(m), 6(n), 7(p), 8(h)*. Положение узловых точек конечного элемента определялось координатами – x^1, x^2, x^3.

Для выполнения численного интегрирования по объему конечного элемента произвольный шестигранник отображался на куб в системе координат ξ,η,ζ. Локальные координаты кубического элемента изменялись в пределах $-1 \le \xi,\eta,\zeta \le 1$.

Зависимость между глобальными координатами x^1,x^2,x^3 и локальными ξ,η,ζ конечного элемента имеет вид

$$
\begin{aligned}
x^{\alpha} = x_i^{\alpha}\frac{(1-\xi)(1-\eta)(1-\zeta)}{8} + x_j^{\alpha}\frac{(1+\xi)(1-\eta)(1-\zeta)}{8} + \\
x_k^{\alpha}\frac{(1+\xi)(1+\eta)(1-\zeta)}{8} + x_l^{\alpha}\frac{(1-\xi)(1+\eta)(1-\zeta)}{8} + \\
+ x_m^{\alpha}\frac{(1-\xi)(1-\eta)(1+\zeta)}{8} + x_n^{\alpha}\frac{(1+\xi)(1-\eta)(1+\zeta)}{8} + \\
+ x_p^{\alpha}\frac{(1+\xi)(1+\eta)(1+\zeta)}{8} + x_h^{\alpha}\frac{(1-\xi)(1+\eta)(1+\zeta)}{8},
\end{aligned}
\tag{1}
$$

где $\alpha=1,2,3$; $x_i^{\alpha}, x_j^{\alpha}, x_k^{\alpha}, x_l^{\alpha}, x_m^{\alpha}, x_n^{\alpha}, x_p^{\alpha}, x_h^{\alpha}$ – координаты узловых точек конечного элемента в глобальной системе координат.

Производные x^1,x^2,x^3 определяются дифференцированием (1) в локальной системе координат

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial x^a}{\partial \xi} \equiv x_{,\xi}^{\alpha} = \left(-x_i^{\alpha} + x_j^{\alpha}\right)\frac{(1-\eta)(1-\zeta)}{8} + \left(x_k^{\alpha} - x_l^{\alpha}\right)\frac{(1+\eta)(1-\zeta)}{8} + \\
+ \left(-x_m^{\alpha} + x_n^{\alpha}\right)\frac{(1-\eta)(1+\zeta)}{8} + \left(x_p^{\alpha} - x_h^{\alpha}\right)\frac{(1+\eta)(1+\zeta)}{8}; \\
\frac{\partial x^{\alpha}}{\partial \eta} \equiv x_{,\eta}^{\alpha} = \left(-x_i^{\alpha} + x_l^{\alpha}\right)\frac{(1-\xi)(1-\zeta)}{8} + \left(-x_j^{\alpha} + x_k^{\alpha}\right)\frac{(1+\xi)(1-\zeta)}{8} + \\
+ \left(-x_m^{\alpha} + x_h^{\alpha}\right)\frac{(1-\xi)(1+\zeta)}{8} + \left(-x_n^{\alpha} + x_p^{\alpha}\right)\frac{(1+\xi)(1+\zeta)}{8}; \\
\frac{\partial x^{\alpha}}{\partial \zeta} \equiv x_{,\zeta}^{\alpha} = \left(-x_i^{\alpha} + x_m^{\alpha}\right)\frac{(1-\xi)(1-\eta)}{8} + \left(-x_j^{\alpha} + x_n^{\alpha}\right)\frac{(1+\xi)(1-\eta)}{8} + \\
+ \left(-x_k^{\alpha} + x_p^{\alpha}\right)\frac{(1+\xi)(1+\eta)}{8} + \left(-x_l^{\alpha} + x_h^{\alpha}\right)\frac{(1-\xi)(1+\eta)}{8}.
\end{aligned}
\tag{2}
$$

Решив систему уравнений (1) относительно ξ,η и ζ, можно получить производные локальных координат в глобальной системе.

2. Выбор узловых неизвестных. За узловые неизвестные конечного элемента выбирались компоненты вектора перемещений u,v,w и их первые производные в глобальной системе координат.

Вектор перемещений узловых точек конечного элемента в глобальной системе координат будет иметь вид

$$
\begin{aligned}
\underset{96X1}{\left\{V_y^{\Gamma}\right\}} = \{u^1,u^2,u^3,u^4,u^5,u^6,u^7,u^8,u_{,1}^1,u_{,1}^2,u_{,1}^3,u_{,1}^4,u_{,1}^5,u_{,1}^6,u_{,1}^7,u_{,1}^8, \\
u_{,2}^1,u_{,2}^2,u_{,2}^3,u_{,2}^4,u_{,2}^5,u_{,2}^6,u_{,2}^7,u_{,2}^8,u_{,3}^1,u_{,3}^2,u_{,3}^3,u_{,3}^4,u_{,3}^5,u_{,3}^6,u_{,3}^7,u_{,3}^8,v^1,\ldots,w^1,\ldots\}.
\end{aligned}
\tag{3}
$$

Вектор узловых неизвестных в локальной системе координат можно получить путем перемножения вектора узловых неизвестных в глобальной системе координат на матрицу преобразования

$$\underset{96X1}{\left\{V_y^{Л}\right\}} = \underset{96X96}{\left[R\right]} \underset{96X1}{\left\{V_y^{Г}\right\}}, \tag{4}$$

где

$$\underset{96X1}{\left\{V_y^{Л}\right\}} = \left\{u^1, u^2, u^3, u^4, u^5, u^6, u^7, u^8, u^1_{,\xi}, u^2_{,\xi}, u^3_{,\xi}, u^4_{,\xi}, u^5_{,\xi}, u^6_{,\xi}, u^7_{,\xi}, u^8_{,\xi},\right.$$
$$\left. u^1_{,\eta}, u^2_{,\eta}, u^3_{,\eta}, u^4_{,\eta}, u^5_{,\eta}, u^6_{,\eta}, u^7_{,\eta}, u^8_{,\eta}, u^1_{,\zeta}, u^2_{,\zeta}, u^3_{,\zeta}, u^4_{,\zeta}, u^5_{,\zeta}, u^6_{,\zeta}, u^7_{,\zeta}, u^8_{,\zeta}, v^1, \ldots, w^1, \ldots\right\}; \tag{5}$$

[R] – матрица преобразования координат.

С помощью аппроксимирующих функций определяются перемещения внутренних точек конечного элемента через перемещения узловых точек [6]

$$\begin{aligned} q(\xi,\eta,\zeta) = {} & h_1(\xi)h_1(\eta)h_1(\zeta)q^i + h_2(\xi)h_1(\eta)h_1(\zeta)q^j + h_2(\xi)h_2(\eta)h_1(\zeta)q^k + \\ & + h_1(\xi)h_2(\eta)h_1(\zeta)q^l + h_1(\xi)h_1(\eta)h_2(\zeta)q^m + h_2(\xi)h_1(\eta)h_2(\zeta)q^n + \\ & + h_2(\xi)h_2(\eta)h_2(\zeta)q^p + h_1(\xi)h_2(\eta)h_2(\zeta)q^h + h_3(\xi)h_1(\eta)h_1(\zeta)q^i_{,\xi} + \\ & + h_4(\xi)h_1(\eta)h_1(\zeta)q^j_{,\xi} + h_4(\xi)h_2(\eta)h_1(\zeta)q^k_{,\xi} + h_3(\xi)h_2(\eta)h_1(\zeta)q^l_{,\xi} + \\ & + h_3(\xi)h_1(\eta)h_2(\zeta)q^m_{,\xi} + h_4(\xi)h_1(\eta)h_2(\zeta)q^n_{,\xi} + h_4(\xi)h_2(\eta)h_2(\zeta)q^p_{,\xi} + \\ & + h_3(\xi)h_2(\eta)h_2(\zeta)q^h_{,\xi} + h_1(\xi)h_3(\eta)h_1(\zeta)q^i_{,\eta} + h_2(\xi)h_3(\eta)h_1(\zeta)q^j_{,\eta} + \\ & + h_1(\xi)h_3(\eta)h_1(\zeta)q^i_{,\eta} + h_2(\xi)h_3(\eta)h_1(\zeta)q^j_{,\eta} + h_2(\xi)h_4(\eta)h_1(\zeta)q^k_{,\eta} + \\ & + h_1(\xi)h_4(\eta)h_1(\zeta)q^l_{,\eta} + h_1(\xi)h_3(\eta)h_2(\zeta)q^m_{,\eta} + h_2(\xi)h_3(\eta)h_2(\zeta)q^n_{,\eta} + \\ & + h_2(\xi)h_4(\eta)h_2(\zeta)q^p_{,\eta} + h_1(\xi)h_4(\eta)h_2(\zeta)q^h_{,\eta} + + h_1(\xi)h_1(\eta)h_3(\zeta)q^i_{,\zeta} + \\ & + h_2(\xi)h_1(\eta)h_3(\zeta)q^j_{,\zeta} + h_2(\xi)h_2(\eta)h_3(\zeta)q^k_{,\zeta} + h_1(\xi)h_2(\eta)h_3(\zeta)q^l_{,\zeta} + \\ & + h_1(\xi)h_1(\eta)h_4(\zeta)q^m_{,\zeta} + h_2(\xi)h_1(\eta)h_4(\zeta)q^n_{,\zeta} + h_2(\xi)h_2(\eta)h_4(\zeta)q^p_{,\zeta} + \\ & + h_1(\xi)h_2(\eta)h_4(\zeta)q^h_{,\zeta}, \end{aligned} \tag{6}$$

где под q – понимается любая из трех компонент вектора перемещений.

Функции $h_i(\xi)$, $h_i(\eta)$ и $h_i(\zeta)$, $(i=1,2,3,4)$ определяются из выражений, основанных на полиномах Эрмита третьей степени

$$\begin{aligned} & h_1(\lambda) = \frac{1}{4}\left(\lambda^3 - 3\lambda + 2\right); \quad h_2(\lambda) = -\frac{1}{4}\left(\lambda^3 - 3\lambda - 2\right); \\ & h_3(\lambda) = \frac{1}{4}\left(\lambda^3 - \lambda^2 - \lambda + 1\right); \; h_4(\lambda) = \frac{1}{4}\left(\lambda^3 + \lambda^2 - \lambda - 1\right), \end{aligned} \tag{7}$$

где $\lambda \equiv \xi, \eta, \zeta$.

Соотношение (6) для каждой компоненты вектора перемещений можно представить в матричном виде

$$u = \underset{1X\,32}{\{\varphi\}^T}\ \underset{32\,X\,1}{\{u_У^Л\}};\quad v = \underset{1X\,32}{\{\varphi\}^T}\ \underset{32\,X\,1}{\{v_У^Л\}};\quad w = \underset{1X\,32}{\{\varphi\}^T}\ \underset{32\,X\,1}{\{w_У^Л\}}; \tag{8}$$

где $\{\varphi\}-$ матрица, компоненты которой представляют собой произведения аппроксимирующих функций $h_i(\xi)h_i(\eta)h_i(\zeta)$, *(i=1,2,3,4).*

Учитывая (8) вектор перемещений внутренней точки конечного элемента можно выразить через вектор узловых перемещений локальной системы координат

$$\underset{3X1}{\{V\}} = \underset{3X96}{[A]}\ \underset{96X1}{\{V_У^Л\}} \tag{9}$$

$$\underset{1X3}{\{V\}^T} = \{u, v, w\};$$

где $$\underset{3X96}{[A]} = \begin{bmatrix} \underset{1X32}{\{\varphi\}^T} & 0 & 0 \\ 0 & \underset{1X32}{\{\varphi\}^T} & 0 \\ 0 & 0 & \underset{1X32}{\{\varphi\}^T} \end{bmatrix}.$$

3. Матрица жесткости. Матрица жесткости конечного элемента формируется на основе условия равенства работ суммы внутренних и внешних сил. Интегрирование, необходимое при формировании матрицы жесткости конечного элемента выполнялось численно при помощи точечных квадратур Гаусса в локальной системе координат *ξ, η, ζ*. Формула численного интегрирования имеет вид

$$\begin{aligned} &\iiint f(x^1, x^2, x^3)\,dx^1 dx^2 dx^3 = \int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1} f(x^1, x^2, x^3)\left|\Delta(\xi, \eta, \zeta)\right| d\xi d\eta d\zeta = \\ &= \sum_{m=1}^{m}\sum_{n=1}^{n}\sum_{h=1}^{h} H_m H_n H_h f(\xi_m, \eta_n, \zeta_h)\left|\Delta(\xi_m, \eta_n, \zeta_h)\right|, \end{aligned} \tag{10}$$

где $\left|\Delta(\xi_m, \eta_n, \zeta_h)\right|$ – абсолютная величина Якобиана; ξ_m, η_n, ζ_h – локальные координаты точек интегрирования по объему конечного элемента; H_m, H_n, H_h – весовые коэффициенты; *m, n, h* – точки интегрирования в направлениях осей координат *ξ, η, ζ*.

Заключение. Предложен четкий, структурированный и пригодный для программной реализации алгоритм. Этот алгоритм служит фундаментальным «строительным блоком» для трехмерного прочностного анализа методом конечных элементов (МКЭ), позволяя корректно интегрировать свойства материала и геометрию отдельного элемента в глобальную систему уравнений.

Решена практическая задача: Разработанная методика напрямую отвечает на современные требования инженерной практики, связанные с необходимостью точного и надежного расчета ответственных сооружений. Она предоставляет инструмент для перехода от качественных оценок к количественному анализу напряженно-деформированного состояния в объемных телах сложной формы.

Обеспечена значимость для АПК: Внедрение данного алгоритма в расчетную практику проектных организаций, специализирующихся на объектах агропромышленного комплекса (таких как элеваторы, хранилища, водоподпорные и мелиоративные сооружения), позволит:

- повысить достоверность оценок прочности и безопасности;
- обосновать оптимизацию конструкций, ведущую к снижению материалоемкости и стоимости;
- обеспечить соответствие расчетного сопровождения строгим требованиям нормативных документов по безопасности.

Таким образом, представленный алгоритм является не просто теоретической конструкцией, а практически ориентированным инструментом. Его применение в составе современных программных комплексов способно стать основой для принятия более обоснованных, экономичных и безопасных проектных решений в области строительства и реконструкции сооружений агропромышленного комплекса и за его пределами.

Список использованной литературы

1. Векторная аппроксимация в МКЭ для оболочки вращения при учете сдвиговых деформаций / Ю. В. Клочков [и др.] // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2020. № 4. С. 35-43.

2. Голованов А. И. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций. М.: Физматлит, 2006. 391 с.

3. Инвариантная аппроксимация перемещений в МКЭ для учета смещения конечного элемента как твердого тела / А. П. Киселев [и др.] // Фундаментальные исследования. 2016. № 10-1. С. 37-41.

4. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

5. Овчинников А. С., Киселёв А. П. Напряженно-деформированное состояние арочных бетонных плотин с использованием высокоточных конечных элементов // Материалы национальной научно-практической конференции. 2017. Т. 2. С. 235-241.

6. Седов Л. И. Механика сплошной среды. М.: Наука, 1976. 574 с.

7. Численный анализ напряженно-деформированного состояния тонких оболочек с учетом геометрической нелинейности / Ю. В. Клочков, Т. А. Киселева, А. С. Андреев, А. А. Киселев // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2018. Т. 6. № 6 (42). С. 173-176.

8. Юшкин В. Н. Сравнительный анализ результатов расчета инженерных конструкций с использованием МКЭ в смешанной формулировке и в варианте метода перемещений // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях. Волгоград, 2016. С. 201-209.

УДК 631.2

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АГРАРНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ

Середа М. В., *канд. с.- х. наук, доцент*
Хаев А. А., *магистрант*

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ г. Новочеркасск, Россия

Аннотация. Рассмотрены ключевые направления внедрения инновационных технологий в сферу аграрного строительства в России. Проанализированы современные подходы к проектированию и возведению агропромышленных объектов, включая использование BIM-технологий, строительство «умных ферм» и вертикальных агрокомплексов. Освещены энергоэффективные решения и автоматизированные системы управления микроклиматом, кормлением и доением. Особое внимание уделено роботизации полевых работ и принципам экологичного строительства.

Ключевые слова: *аграрное строительство, умные фермы, BIM технологии, вертикальное земледелие, энергоэффективность, экологичное строительство, цифровые технологии в сельском хозяйстве, инновационные агрокомплексы.*

В условиях возрастающих требований к эффективности сельскохозяйственного производства и необходимости снижения антропогенной нагрузки на экосистему аграрный сектор России вступает в фазу активной технологической модернизации. Актуальность трансформации аграрного строительства обусловлена тремя ключевыми вызовами: потребностью в повышении продуктивности сельхозпроизводства, необходимостью сокращения операционных издержек и требованием минимизации экологического воздействия агропромышленных объектов. В ответ на эти вызовы формируется новый стандарт агропромышленного комплекса, интегрирующий цифровые технологии и энергосберегающие решения на всех этапах – от проектирования и возведения объектов до управления производственными процессами.

Современные инновации охватывают широкий спектр направлений: автоматизацию животноводческих комплексов, внедрение точного земледелия, развитие вертикального выращивания культур, применение технологий Big Data и геоинформационных систем, использование цифровых двойников и BIM-моделирования. Эти технологические решения не просто модернизируют отдельные процессы, но формируют целостную экосистему умного аграрного производства, способного отвечать на вызовы XXI века – от продовольственной безопасности до устойчивого развития. Настоящая статья рассматривает ключевые векторы технологической трансформации аграрного строительства в России, анализирует наиболее перспективные инновационные решения и оценивает их вклад в повышение эффективности и

экологичности сельскохозяйственного производства.

Ключевым направлением становится строительство «умных ферм» – комплексов, интегрированных с системами автоматизированного управления. Такие объекты оснащаются датчиками микроклимата, автоматическими системами кормления и поения, роботизированными доильными установками. Например, на птицефабриках внедряются роботы зоотехники, контролирующие восемь параметров микроклимата, распределяющие корм и корректирующие поведение птицы [1].

В сфере растениеводства революционным решением стало точное земледелие, основанное на геоинформационных системах (ГИС) и Big Data. Спутниковый мониторинг и дроны собирают данные о рельефе, влажности почвы, содержании белка в культурах (рис. 1). На основе этих сведений формируются 3D модели полей и ортофотопланы, позволяющие:

– оптимизировать внесение удобрений;
– корректировать графики полива;
– прогнозировать урожайность с погрешностью менее 5 %.

Рисунок 1 – Дрон для мониторинга почвы и растений

Инновационная технология Big Data (большие данные) представляет собой данные огромных объемов, которые применяются для принятия решений, статистики и прогнозов. Сведения обрабатываются автоматически. Big Data может использоваться в сельском хозяйстве для увеличения объемов урожая, повышения продуктивности животных [6].

Географические информационные системы, сокращенно – ГИС, позволяют мониторить сельхозугодья для оценки факторов урожайности. Такие функции выполняют GPS-навигаторы, сенсоры высадки семян, технологии гидрологического модулирования и т.д.

Вертикальное земледелие играет особую роль в агропромышленном комплексе. Технология вертикального земледелия позволяет выращивать культуры в многоярусных установках с искусственным микроклиматом [2]. Такие фермы:

– экономят до 95 % воды за счёт замкнутых гидропонных систем;

– дают до 10 урожаев в год;

– исключают потребность в пестицидах благодаря контролируемой среде.

В животноводстве внедряются цифровые двойники ферм – виртуальные модели, имитирующие биологические и технологические процессы.

Цифровой двойник фермы – это виртуальная модель хозяйства, которая обновляется в реальном времени с помощью данных с датчиков, дронов, метеостанций и спутников. Это «цифровой близнец» фермы, который живёт в компьютере и помогает тестировать решения до того, как аграрии применяют их на практике.

Особенность цифрового двойника – прогнозирование развития событий. Например, если изменить интенсивность света или уровень полива, программа «просчитает», как это повлияет на рост культуры, её урожайность и сроки созревания [3].

В строительстве используют BIM технологии (Building Information Modeling), представляющие собой революционный подход к проектированию, строительству, эксплуатации и демонтажу объектов инфраструктуры, кардинально отличающийся от традиционных методов работы с двухмерными чертежами. Суть BIM заключается в создании единой цифровой информационной модели здания или сооружения, которая объединяет не только трёхмерную геометрию объекта, но и обширный массив связанных с ним данных: характеристики материалов, сметную стоимость, календарные графики, параметры инженерных систем, эксплуатационные показатели и многое другое (рис. 2).

Рисунок 2 – BIM модель проектирования здания

В основе BIM процесса лежит принцип централизованного хранения и обработки информации. Все участники проекта – архитекторы, конструкторы, инженеры, подрядчики, заказчики и эксплуатационные службы – работают с одной и той же моделью, что исключает разночтения, сокращает количество ошибок и повышает прозрачность взаимодействия [4]. Каждый элемент модели является «умным» объектом с набором атрибутов: например, стена содержит данные о толщине, материале, теплосопротивлении, стоимости и сроках монтажа. При изменении любого параметра система автоматически обновляет все связанные элементы и документацию, обеспечивая целостность проекта.

Процесс создания BIM модели включает несколько этапов. Сначала собираются исходные данные: результаты геодезических изысканий, обмеры, технические условия, требования заказчика. Затем разрабатывается концептуальная модель с вариантами планировок и объёмных решений. На следующем этапе модель детализируется: прорабатываются конструкции, инженерные сети, отделочные материалы. После этого проводится координация разделов, проверка на коллизии и оптимизация решений. Далее система автоматически генерирует рабочую документацию – чертежи, спецификации, сметы. Готовая модель передаётся строителям для реализации проекта и впоследствии используется эксплуатирующими службами.

Ключевые преимущества BIM заключаются в снижении проектных ошибок, сокращении сроков проектирования, точном прогнозировании затрат, улучшении коммуникации между участниками и повышении энергоэффективности объектов. Технология позволяет ещё на этапе моделирования оценить альтернативные решения, выбрать оптимальные материалы, спрогнозировать эксплуатационные расходы. Для заказчиков это означает уменьшение непредвиденных затрат и повышение качества конечного продукта [7].

Энергосберегающие технологии становятся обязательным элементом аграрного строительства. Среди востребованных решений [5]:

– светопрозрачные конструкции с селективным покрытием – пропускают солнечный свет, но удерживают тепло;

– тепловые насосы на основе геотермальных источников – снижают затраты на обогрев в 2-3 раза;

– солнечные коллекторы для подогрева воды – окупаются за 5-7 лет;

– рекуперация воздуха в животноводческих помещениях – возвращает до 60 % тепла от вытяжного потока.

Аграрное строительство в России переживает технологическую трансформацию за счёт внедрения цифровых и энергосберегающих решений. В животноводстве развиваются «умные фермы» с автомати-

зированными системами и роботизированными установками, а в растениеводстве – точное земледелие на базе ГИС и Big Data, позволяющее прогнозировать урожайность с погрешностью менее 5 %. Вертикальное земледелие экономит до 95 % воды и даёт до 10 урожаев в год. Цифровые двойники ферм помогают моделировать и прогнозировать последствия управленческих решений, а BIM технологии оптимизируют проектирование и строительство за счёт единой цифровой модели, снижая ошибки и сокращая сроки работ. Энергосберегающие решения (селективные конструкции, геотермальные насосы, солнечные коллекторы, рекуперация воздуха) существенно уменьшают эксплуатационные затраты. В совокупности эти инновации повышают продуктивность, снижают издержки и минимизируют экологическое воздействие сельского хозяйства.

Список использованной литературы

1. Жевнерович К. Особенности инновационного развития агропромышленного комплекса // Конкурентоспособность и эффективность АПК в контексте оптимизации материально-технического и финансового обеспечения: материалы XV Международной научно-практической конференции. Минск: "Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси", 2023. С. 91-94.

2. Кутаева Т. Н., Кондратьева Н. Н., Самарина В. А. Развитие инноваций в сельском хозяйстве // Учетно-аналитические инструменты развития цифровой экономики: материалы и доклады III Международной научно-практической конференции. Княгинино: Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 2022. С. 280-281.

3. Мартынушкин А. Б., Мартынушкин П. В. Развитие инновационных технологий в АПК России // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: материалы VI Международной научно-практической конференции. Рязань, 2022. С. 108-112.

4. Серегин И. А. Инновационные технологии в сельском хозяйстве // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся. Санкт-Петербургский ГАУ, 2024. С. 902-904.

5. Середа М. В., Бондарев А. С. Основные направления цифровых технологий в строительной отрасли // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования – 2023: сборник докладов IV Национальной научной конференции. Москва: Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет), 2024. С. 837-841.

6. Середа М. В., Савченко Е. Д. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства на основе цифровизации управления агротехнологиями // Проблемы взаимосвязи науки и экономики: особенности современного этапа: материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ им. В. М. Кокова, 2025. С. 197-202.

7. Фунтиков Э. И., Михеев Д. С., Рембалович Г. К. Инновационные технологии в сельском хозяйстве // Научно-исследовательские решения высшей школы: материалы студенческой научной конференции. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. С. 71-72.

УДК 626.823

РЕКОНСТРУКЦИЯ ВОДОВЫПУСКА НА ПК 467+15 КАНАЛА РАЙГОРОДСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНО-ОБВОДНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В СВЕТЛОЯРСКОМ РАЙОНЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Суханов Д. А., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрен проект реконструкции аварийного водовыпуска на канале Райгородской оросительно-обводнительной системы в Волгоградской области. Проведён анализ причин дефектов, вызванных природными и эксплуатационными факторами. Предложено техническое решение, описаны этапы производства работ, применяемые материалы и требования к качеству.

Ключевые слова: *водовыпуски, реконструкция гидротехнических сооружений, техническое состояние ГТС, водопропускные трубы.*

Реконструкция водовыпусков – гидротехнических сооружений, предназначенных для сброса сточных, ливневых или промышленных вод в водные объекты, – представляет собой сложную инженерную задачу, актуальность которой в современных условиях только возрастает. Повышенные экологические требования, старение фонда инфраструктуры, изменение гидрологических режимов и возрастающие нагрузки вследствие урбанизации делают реконструкцию существующих водовыпусков не просто капитальным ремонтом, а комплексным проектом по модернизации и адаптации объекта к новым условиям эксплуатации.

Проектирование реконструкции осложняется тем, что работы часто ведутся на действующем объекте без возможности его полного вывода из эксплуатации. Это накладывает жесткие ограничения на технологию производства работ, выбор материалов и методов усиления. Традиционные подходы к расчету прочности, основанные на нормативных документах прошлых лет, могут не учитывать реального технического состояния конструкций, выявленного в ходе детального обследования, или современных высокопрочных материалов [1-6].

Волгоградская область находится в зоне рискованного земледелия, где дефицит влаги является одним из основных факторов, ограничивающих развитие сельского хозяйства. Орошение играет ключевую роль в повышении продуктивности агроэкосистем, стабилизации урожайности сельскохозяйственных культур. Однако современное состояние мелиоративного комплекса области характеризуется рядом проблем, включая высокий уровень износа инфраструктуры, неэффективное водопользование и необходимость адаптации к изменяющимся климатическим условиям. В этой связи исследование современных

методов и технологий орошения, а также разработка рекомендаций по их совершенствованию в условиях Волгоградской области представляются особенно актуальными.

Цель работы – создание технически обоснованных решений для реконструкции гидротехнического сооружения, направленных на обеспечение его длительной и безотказной работы. В процессе исследования проведен всесторонний анализ эксплуатационного состояния объекта, разработаны оптимальные конструктивные подходы, предложены эффективные строительные технологии.

Сооружение на канале ПК 467+15 является водовыпуском, предназначенным для отвода воды из основного канала Р-1 в хозяйственные каналы. Его основные функции включают [7-10]:

- регулирование водного потока – обеспечивает контролируемый сброс воды в хозяйственные каналы для нужд сельскохозяйственного орошения;
- защита от переполнения – предотвращает перелив воды в основном канале;
- улучшение управления водными ресурсами – позволяет распределять воду в различные участки системы;

В проекте предусмотрено строительство нового водовыпуска, включая:

- установку железобетонной водопропускной трубы диаметром 1 м;
- монтаж затвора ГС 100-150 р с ручным управлением для регулирования потока;
- устройство крепления верхнего и нижнего бьефов армированным бетоном для защиты от размыва;

Это сооружение относится к IV классу гидротехнических сооружений и соответствует требованиям безопасности и экологичности. План водовыпуска на ПК 467+15 показан на рисунке 1.

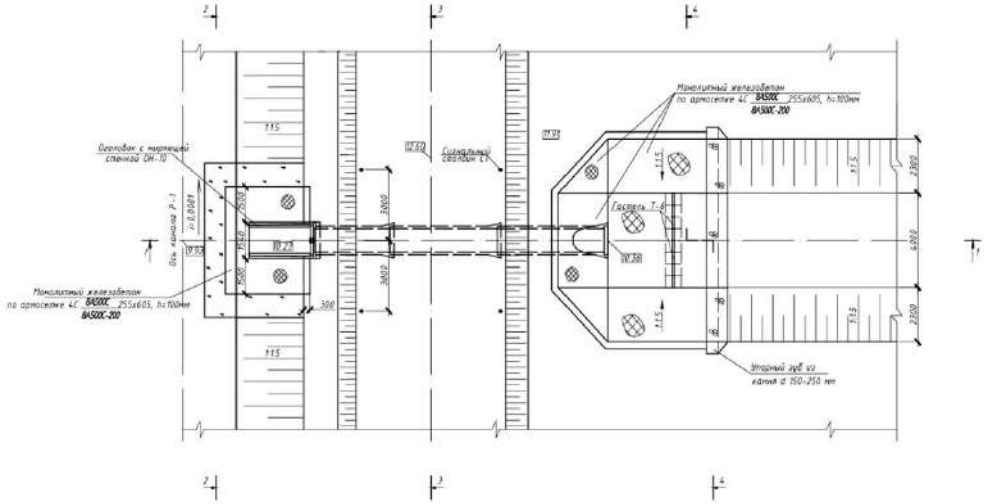

Рисунок 1 – План водовыпуска на ПК 467+15

Причины возникновения дефектов

Водовыпуск на канале Р-1 ПК 467+15 эксплуатируется многие годы, и его аварийное состояние вызвано комплексом факторов:

- природные воздействия;
- эксплуатационные нагрузки.

Согласно рекомендациям заключения о техническом состоянии строительных конструкций комплекса линейных объектов с гидротехническими сооружениями каналов Р-1 и Р-3 Райгородской оросительно-обводнительной системы в Светлоярском районе Волгоградской области техническому заданию водовыпуск на ПК 467+15 подлежит демонтажу и строительству на его месте нового сооружения, аналогичного по характеристикам существующему. Проектом предусмотрено устройство 3-х водовыпусков, идентичных по конструкции. Водовыпуски предусмотрены из железобетонных водопропускных труб диаметром 1 м, длиной 13,4 м (одна труба на водовыпуск). В верхнем бьефе сооружения устанавливается сборный железобетонный оголовок с ныряющими стенками ОН-10 по серии 3.820-6 и затвор ГС 100-150 р по серии 3.820.2-43 с ручными винтовыми подъёмниками типа 1В (исполнение затвора ГС 100.00.000.-05). Водопропускные трубы водовыпуска сооружения выполняются из сборных железобетонных труб ТС 100.50-2 (2 шт.) и ТС100.35-2 (1 шт.) по ГОСТ 6482-2021 [1] и укладываются на бетонную подготовку из бетона кл В7,5 толщиной 100 мм. Обратная засыпка труб производится суглинистым грунтом с послойным уплотнением до плотности грунта в сухом состоянии g=1,65 т/м³. Наружная поверхность водопропускных труб обмазывается мастикой технониколь № 24 (или эквивалент). Предусмотрено устройство крепления верхнего и нижнего бьефа сооружения армированным монолитным бетоном толщиной 100 мм (армирование сеткой из арматуры ø8 А500с с шагом 200х200 мм) класса В25, F150, с установкой в нижнем бьефе гасителей Т-6 по серии 3.820-6 в количестве 8 шт. Монолитное железобетонное крепление устраивается по щебёночной подготовке толщиной 100 мм. Предусмотрено устройство деформационных швов между дном и откосами закрепляемого отводящего канала, с прокладкой пеноплекса толщиной 25 мм [3]. В конце крепления устраивается упорный зуб из камня М600 d=150-250 мм. Все металлические конструкции окрашиваются эмалью ХС-759 по грунтовке ХС-059.

Принятыми классами и марками бетона (по прочности, водонепроницаемости, морозостойкости), а также классов арматуры. Класс бетона по прочности принят согласно п.5.6 СП 41.13330.2020 – В25 [3], как для бетонов рассчитываемых на воздействие много-кратно повторяющейся нагрузки (поток воды). Марка бетона по морозостойкости принята по таблице 1 СП 41.13330.2020 – F150 [3] (для умеренных климатических условий и числом циклов замораживания и оттаивания

65 (карта А3 СП 131.13330.2024) [2]. Марка бетона по водонепроницаемости принята по таблице 2 СП 41.13330.2020 – W4 [3] (для температуры воды свыше 30°С и градиенте напора до 5 м). Бетоны на сооружениях применены гидротехнические на сульфатостойких цементах.

Принятыми марками щебня и бутового камня. При реконструкции гидротехнических сооружений применён щебень марки по прочности М600, фракции 20-40, марки по морозостойкости М150 (или более), с коэффициентом размягчаемости не менее 0,75, с водопоглощением не более 2 %, плотностью сложения в сухом состоянии 1500-1800 кг/м^3. Камень бутовый марки по прочности М600, размером 150-250 мм, марки по морозостойкости М150 (или более), с коэффициентом размягчаемости не менее 0,75, с водопоглощением не более 2 %, из горных пород с плотностью выше 1800 кг/м^3, содержание кусков размером менее наименьшей крупности и более наибольшей крупности не должно превышать 15 % по массе [4].

Правильно подобранными конструктивной схемой, достаточной для восприятия действующих нагрузок и воздействий, геометрическими размерами элементов сооружения, прочностными и деформационными характеристиками материалов строительных конструкций.

При бетонировании основания сооружения необходимо применять мероприятия, обеспечивающие необходимую температуру и влажность для нормального твердения бетона.

На участках канала Р-1 в качестве грунта для формирования откосов используется ИГЭ-2 – суглинок твердый, легкий, в основании ниже суглинка расположен ИГЭ-6 глина твердая легкая.

Реконструкция сооружения выполняется в следующей последовательности:

- планировка основания бульдозером 130 кВт;
- устройство бетонной подготовки с помощью автобетоносмесителя SHACMAN F3000 и автобетононасоса СБ-170-1;
- установка сборных ж/б труб с помощью автокрана г/п 40 тн;
- монтаж входного оголовка ОН-10 с подготовленными закладными под затвор с помощью автобетоносмесителя и автобетононасоса;
- установка рам под затворы с помощью автокрана;
- обратная засыпка грунта с помощью экскаватора с емк. ковша 0,5 м^3 с уплотнением мототрамбовками;
- планировка основания сечения канала с помощью экскаватора с емк. ковша 0,5 м^3 и бульдозера 130 кВт;
- устройство бетонной подготовки с помощью автобетоносмесителя и автобетононасоса;
- устройство железобетонного крепления канала с помощью автобетоносмесителя и автобетононасоса;
- установка плоских затворов автокраном;

- монтаж винтовых подъемников;

- антикоррозионная обработка. Крепление выходной части сооружения выполняется автобетоносмесителем на полную высоту. Подача бетона осуществляется непрерывно в подготовленную опалубку. После набора прочности бетоном, опалубка разбирается.

Указания по производству работ по монтажу водопропускных труб.

Перед монтажными работами все сборные элементы трубы осматривают для проверки соответствия их марок, размеров, а также пригодности для укладки в сооружение. Допускаемые отклонения от проектных размеров составляют:

а) в размерах блоков фундамента и оголовка по Высоте 5 мм по остальным размером 10 мм;

б) В размерах звеньев труб по толщине стенок (8) 0,05 В, но не более 10 мм по длине звеньев + 0-10 мм, по остальным размерам ±10 мм. Поверхность укладываемых элементов очищают, о поверхности, сопрягаемые на цементном растворе, тщательно промывают. При монтаже элементов трубы автокран КС-65719-К перемещается вдоль котлована на расстоянии не менее 1 м от края котлована до ближайшего аутригера. На каждой стоянке автокрана установка его на дополнительные. Выносные опоры (аутригеры) обязательна. Монтажные работы начинают с выходного оголовка. Перед установкой к каждому блоку привязывают по две расчалки из пенькового каната длиной 6-8 м для удержания блока от раскачивания и наведения блока на место установки Звенья трубы сложенные в вертикальном положении на расстоянии 4,5 м от края котлована, устанавливают автокраном при помощи монтажной скобы. Для того, чтобы установить звено в проектное положение. Вначале необходимо расклинить монтажную скобу, перестропить и повернуть звено в горизонтальное положение, после чего начать вертикальный подъем звена. Звено рихтуют ломиками на весу в том момент, когда зазор между нижней поверхностью элемента и плоскостью фундамента составляет 5-10 см. Звенья трубы устанавливают на деревянные (неудаляемые) клинья. Зазор между звеньями и основанием шириной не менее 2 см заполняют цементным раствором марки не ниже 150 с подвижностью в пределах 11-13 см [6].

Заключительная стадия реконструкции водовыпуска на ПК311+96 представляет собой комплекс тщательно спланированных мероприятий, обеспечивающих полное соответствие объекта проектным нормам и требованиям безопасной эксплуатации. На этом этапе выполняются все необходимые работы для приведения сооружения в готовность к вводу в эксплуатацию, включая:

Финальные строительно-отделочные работы:

Завершение монтажа гидромеханического оборудования:

- осуществляется установка затворов и подъемных механизмов с точной центровкой по проектным осям;
- проводится крепление всех соединений с контролем затяжки ответственных узлов;
- выполняется подключение к системам управления и электропитания;

Окончательная заливка бетонных конструкций:

- производится заполнение всех оставшихся полостей и швов бетонной смесью;
- обеспечивается непрерывная подача бетона с соблюдением технологических перерывов;
- контролируется качество уплотнения смеси и соблюдение проектных толщин слоев;

Установка и регулировка системных элементов:

- монтируются датчики положения и системы мониторинга;
- выполняется точная регулировка механизмов (ход штоков, усилие закрытия);
- проводится тестовая проверка работоспособности всех систем.

Комплексное тестирование и проверки:

Гидравлические испытания на герметичность:

- поэтапное заполнение системы водой с контролем уровня подъема;
- выдержка под рабочим давлением в течение 24 часов;
- визуальный осмотр на предмет протечек в;
- местах сопряжения бетонных конструкций;
- уплотнениях затворов стыках трубопроводов;
- замер фактических величин фильтрации (не более допустимых по проекту).

Проверка работоспособности механизмов управления:

- тестирование в трех режимах: Ручное управление, локальное автоматическое, дистанционное (при наличии);
- контрольные параметры: Время полного цикла открытия/закрытия, усилие на приводе, точность позиционирования, срабатывание аварийной сигнализации;
- геодезическая проверка: Отметки ключевых точек, смещения конструкций, инструментальный контроль, толщиномером – защитные покрытия, ультразвуком - качество бетона, термографией – электрооборудование;
- диагностика: Вибрационная – механизмы, электрическая – цепи управления.

Благоустройство прилегающей территории:

Восстановление грунтового покрытия.

Этот пункт включает работы по ремонту и выравниванию грунтовых поверхностей, которые могли быть повреждены в результате эрозии, движения техники или других факторов.

Мероприятия могут включать:

- засыпку ям и промоин;
- уплотнение грунта для повышения его устойчивости;
- нанесение нового слоя плодородной почвы или укрепляющих материалов;
- посев травы или другие методы защиты от размыва;
- укрепление береговых откосов.

Работы направлены на предотвращение размыва и обрушения береговых склонов.

Методы укрепления могут включать:

- установку габионов (сетчатых конструкций с камнями);
- использование георешеток или геоматов для фиксации грунта;
- посадку растений с мощной корневой системой (ива, тростник);
- укладку камня или бетонных блоков в особо уязвимых местах;
- приведение в порядок рабочей зоны.

Подразумевает организацию и очистку территории, где ведутся работы, для безопасности и эффективности;

Может включать:

- уборку строительного мусора и посторонних предметов;
- разметку и ограждение опасных участков;
- организацию временных подъездных путей для техники;
- обеспечение временного водоотвода.

В ходе исследования был выполнен детальный анализ причин аварийного состояния сооружения, включая природные и эксплуатационные факторы. На основе этого анализа был разработан технически обоснованный план реконструкции. Проект включает в себя использование современных материалов и технологическую последовательность работ.

Выполненная работа вносит практический вклад в решение проблемы модернизации мелиоративного комплекса и может служить основной для реализации подобных проектов.

Список использованной литературы

1. Гидротехнические сооружения / А. П. Николаев, Р. З. Киселёва, А. П. Киселёв, В. Н. Юшкин. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2020. 84 с.

2. Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёва Р. З. Усовершенствованный метод расчета элементов инженерно-мелиоративных систем // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 108-115.

3. Юшкин В. Н. Реализация МКЭ в смешанной формулировке для расчета гидротехнических сооружений // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях. Волгоград, 2016. С. 196-201.

4. Юшкин В. Н. Расчет гидротехнических сооружений в смешанной формулировке на основе МКЭ // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Волгоград, 2017. С. 358-365.

5. Гидротехнические сооружения водохозяйственного назначения / А. П. Николаев, Р. З. Киселёва, А. П. Киселёв, Н. А. Гуреева. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2020. 96 с.

6. Гуреева Н. А., Киселева Р. З., Николаев А. П., Рябуха В. В. Напряженно-деформированное состояние элементов гидротехнических сооружений // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации. Волгоград, 2022. С. 100-104.

7. Трубы железобетонные безнапорные: ГОСТ 6482-2021. М.: Стандартинформ, 2022. 17 с.

8. Строительная климатология: СП 131.13330.2024. М.: Стандартинформ, 2024. С. 5, 196.

9. Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений: СП 41.13330.2020. М.: Стандартинформ, 2021 С. 3-7.

10. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2021). С. 6.

УДК 539.3

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ СМЕШАННОГО МКЭ

Юшкин В. Н., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Разработан и реализован алгоритм оценки прочности и устойчивости элементов мелиоративных систем (включая дренажные коллекторы, укреплённые откосы, шлюзовые и регуляторные сооружения) на основе смешанной формулировки метода конечных элементов. В рамках подхода узловыми неизвестными конечного элемента приняты как перемещения (и их первые производные – для учета изгибных деформаций), так и компоненты внутренних усилий (нормальные и касательные напряжения, изгибающие и крутящие моменты).

Ключевые слова: *мелиоративные системы, оценка прочности, устойчивость конструкций, смешанная формулировка МКЭ, функционал Рейсснера.*

1. Основные соотношения теории пластин

Рассматривается пластинка в декартовой системе координат 0xyz. В произвольной точке оболочки, отстоящей на расстоянии z от срединной поверхности деформации определяются соотношениями [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]

$$\underset{3\times1}{\left\{\varepsilon^z\right\}} = z\underset{3\times1}{\left\{\chi\right\}}, \tag{1}$$

где $\underset{1\times3}{\left\{\varepsilon^z\right\}^T} = \left\{\varepsilon_{xx}^z, \varepsilon_{yy}^z, 2\varepsilon_{xy}^z\right\}$; $\underset{1\times3}{\left\{\chi\right\}^T} = \left\{\chi_{xx}, \chi_{yy}, 2\chi_{xy}\right\}$ – искривление срединной поверхности пластинки.

Компоненты тензора искривлений срединной поверхности, определяются выражениями [пластины]

$$\chi_{xx} = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}; \chi_{yy} = \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}; 2\chi_{xy} = 2\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}. \tag{2}$$

Искривление срединной поверхности можно представить в матричном виде

$$\underset{3\times1}{\left\{\chi_{xy}\right\}} = \underset{3\times1}{\left\{L\right\}} w, \tag{3}$$

где $\underset{3\times1}{\left\{L\right\}}$ – матрица дифференциальных операторов.

Напряжения в произвольной точке пластинки определяются законом Гука

$$\left\{\sigma\right\} = \left[D\right]\left\{\varepsilon^\zeta\right\}. \tag{4}$$

На основании соотношений (1) и (4) можно определить моменты, отнесенные к срединной плоскости пластины

$$\underset{3\times1}{\left\{M_{xy}\right\}} = \int\limits_V z\underset{3\times1}{\left\{\sigma^z\right\}}dV = \int\limits_S \left[\int\limits_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} z^2 dz\right]\underset{3\times1}{\left\{\chi_{xy}\right\}}dS = \underset{3\times3}{\left[C\right]}\underset{3\times1}{\left\{\chi_{xy}\right\}}. \tag{5}$$

Для пластинки функционал Лагранжа имеет вид

$$\Pi_L \equiv \frac{1}{2}\int\limits_S \left\{M_{xy}\right\}^T \left\{\chi_{xy}\right\}dS - \frac{1}{2}\int\limits_S wqdS, \tag{7}$$

где первое слагаемое означает работу внутренних сил, а второе – внешних сил.

При физически линейном деформировании материала можно работу внутренних сил представить разностью полной и дополнительной работ

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}\left\{M_{xy}\right\}^T\left\{\chi_{xy}\right\} &= \left\{M_{xy}\right\}^T\left\{\chi_{xy}\right\} - \frac{1}{2}\left\{M_{xy}\right\}^T\left\{\chi_{xy}\right\} = \\ &= \left\{M_{xy}\right\}^T\left\{L\right\}w - \frac{1}{2}\left\{M_{xy}\right\}^T\left[C\right]^{-1}\left\{M_{xy}\right\}.\end{aligned} \tag{8}$$

С учетом (8) функционал (7) можно представить в смешанной формулировке

$$\Pi_L \equiv \int_S \{M_{xy}\}^T \{L\} w dS - \frac{1}{2}\int_S \{M_{xy}\}^T [C]^{-1} \{M_{xy}\} dS - \frac{1}{2}\int_S wq dS . \qquad (9)$$

Применяя для (9) интегрирование по частям, получим

$$\begin{aligned}\Pi_L \equiv & \int_0^{y_0}\int_0^{x_0} \left[\left(M_{xx,x}+M_{xy,y}\right)w_{,x} + \left(M_{yy,y}+M_{xy,x}\right)w_{,y}\right] dS + \\ & + \int_0^{y_0} M_{xx}(x_0) w_{,x}(x_0) dy - \int_0^{y_0} M_{xx}(0) w_{,x}(0) dy + \\ & + \int_0^{x_0} M_{yy}(y_0) w_{,y}(y_0) dx - \int_0^{x_0} M_{yy}(0) w_{,y}(0) dx + \\ & + \int_0^{y_0} M_{xy}(x_0) w_{,y}(x_0) dy - \int_0^{y_0} M_{xy}(0) w_{,y}(0) dy + \\ & + \int_0^{x_0} M_{yx}(y_0) w_{,x}(y_0) dx - \int_0^{x_0} M_{yx}(0) w_{,x}(0) dx - \\ & - \frac{1}{2}\int_S \{M_{xy}\}^T [C]^{-1} \{M_{xy}\} dS - \frac{1}{2}\int_S wq dS .\end{aligned} \qquad (10)$$

2. Конечный элемент пластины в формулировке метода перемещений.

В качестве конечного элемента принимается произвольный четырехугольник на срединной поверхности пластинки, с узлами *i, j, k, l*.

Для выполнения численного интегрирования он отображается на квадрат с локальными координатами ξ, η, изменяющимися в пределах $-1 \le \xi, \eta \le 1$.

Декартовые координаты внутренней точки конечного элемента определяются через их узловые значения с использованием билинейных аппроксимирующих функций [монография Николаев]

$$x = \{f\}^T \{x_y\};\ y = \{f\}^T \{y_y\}, \qquad (11)$$

где $\{x_y\}, \{y_y\}$ – значения декартовых координат в узлах *i, j, k, l* конечного элемента.

Дифференцированием (11) определяются производные декартовых координат в локальной системе $x_{,\xi}, x_{,\eta}, y_{,\xi}, y_{,\eta}$ и локальных координат в декартовой системе $\xi_{,x}, \xi_{,y}, \eta_{,x}, \eta_{,y}$.

Векторы узловых неизвестных принимаются в виде

$$\underset{1\times 24}{\left\{w_y^{\pi}\right\}^T}=\left\{w^i,\, w^j,\, w^k,\, w^l,\right.$$
$$w^i_{,\xi},\, w^j_{,\xi},\, w^k_{,\xi},\, w^l_{,\xi},\, w^i_{,\eta},\, w^j_{,\eta},\, w^k_{,\eta},\, w^l_{,\eta},$$
$$w^i_{,\xi\xi},\, w^j_{,\xi\xi},\, w^k_{,\xi\xi},\, w^l_{,\xi\xi},\, w^i_{,\eta\eta},\, w^j_{,\eta\eta},\, w^k_{,\eta\eta},\, w^l_{,\eta\eta}, \qquad (12)$$
$$\left. w^i_{,\xi\eta},\, w^j_{,\xi\eta},\, w^k_{,\xi\eta},\, w^l_{,\xi\eta}\right\};$$

$$\underset{1\times 24}{\left\{w_y^{\pi}\right\}^T}=\left\{w^i,\, w^j,\, w^k,\, w^l,\;\; w^i_{,x},\, w^j_{,x},\, w^k_{,x},\, w^l_{,x},\, w^i_{,y},\, w^j_{,y},\, w^k_{,y},\, w^l_{,y},\right.$$
$$w^i_{,xx},\, w^j_{,xx},\, w^k_{,xx},\, w^l_{,xx},\, w^i_{,yy},\, w^j_{,yy},\, w^k_{,yy},\, w^l_{,yy}, \qquad (13)$$
$$\left. w^i_{,xy},\, w^j_{,xy},\, w^k_{,xy},\, w^l_{,xy}\right\}$$

Для определения матричной зависимости между векторами (12) и (13) используются дифференциальные соотношения

$$\frac{\partial w}{\partial \xi}=\frac{\partial w}{\partial x}x_{,\xi}+\frac{\partial w}{\partial y}y_{,\xi};$$
$$\frac{\partial w}{\partial \eta}=\frac{\partial w}{\partial x}x_{,\eta}+\frac{\partial w}{\partial y}y_{,\eta};$$
$$\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2}=\frac{\partial}{\partial \xi}\left[\frac{\partial w}{\partial \xi}\right]=\frac{\partial}{\partial \xi}\left[\frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial \xi}+\frac{\partial w}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial \xi}\right]=$$
$$=\left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\frac{\partial x}{\partial \xi}+\frac{\partial^2 w}{\partial x\partial y}\frac{\partial y}{\partial \xi}\right)\frac{\partial x}{\partial \xi}+\frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial^2 x}{\partial \xi^2}+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x\partial y}\frac{\partial x}{\partial \xi}+\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\frac{\partial y}{\partial \xi}\right)\frac{\partial y}{\partial \xi}+\frac{\partial w}{\partial y}\frac{\partial^2 y}{\partial \xi^2}\right];$$
$$\frac{\partial^2 w}{\partial \eta^2}=\frac{\partial}{\partial \eta}\left[\frac{\partial w}{\partial \eta}\right]=\frac{\partial}{\partial \eta}\left[\frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial \eta}+\frac{\partial w}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial \eta}\right]= \qquad (13)$$
$$=\left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\frac{\partial x}{\partial \eta}+\frac{\partial^2 w}{\partial x\partial y}\frac{\partial y}{\partial \eta}\right)\frac{\partial x}{\partial \eta}+\frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial^2 x}{\partial \eta^2}+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x\partial y}\frac{\partial x}{\partial \eta}+\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\frac{\partial y}{\partial \eta}\right)\frac{\partial y}{\partial \eta}+\frac{\partial w}{\partial y}\frac{\partial^2 y}{\partial \eta^2}\right];$$
$$\frac{\partial^2 w}{\partial \xi\partial \eta}=\frac{\partial}{\partial \xi}\left[\frac{\partial w}{\partial \eta}\right]=\frac{\partial}{\partial \xi}\left[\frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial \eta}+\frac{\partial w}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial \eta}\right]=$$
$$=\left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\frac{\partial x}{\partial \xi}+\frac{\partial^2 w}{\partial x\partial y}\frac{\partial y}{\partial \xi}\right)\frac{\partial x}{\partial \eta}+\frac{\partial w}{\partial x}\frac{\partial^2 x}{\partial \xi\partial \eta}+\right.$$
$$\left.+\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x\partial y}\frac{\partial x}{\partial \xi}+\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\frac{\partial y}{\partial \xi}\right)\frac{\partial y}{\partial \eta}+\frac{\partial w}{\partial y}\frac{\partial^2 y}{\partial \xi\partial \eta}\right].$$

С использованием (13а) можно написать соотношение

$$\left\{ w_y^{л} \right\} = \left[R \right] \left\{ w_y^{г} \right\}. \tag{14}$$

Перемещения внутренней точки конечного элемента через узловые неизвестные аппроксимируются выражением

$$w = \underset{1\times 24}{\left\{ \varphi \right\}^T} \underset{24\times 1}{\left\{ w_y^{л} \right\}}, \tag{15}$$

где элементами функции формы $\left\{ \varphi \right\}$ являются полиномы Эрмита пятой степени.

Вторые производные входящие в матрицу дифференциальных операторов $\left\{ L \right\}$ представим выражениями

$$\begin{aligned}
\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} &= \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{\partial w}{\partial x}\right] = \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{\partial w}{\partial \xi}\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial \eta}\frac{\partial \eta}{\partial x}\right] = \\
&= \left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2}\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial^2 w}{\partial \xi \partial \eta}\frac{\partial \eta}{\partial x}\right)\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial \xi}\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \right. \\
&\quad \left. + \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \xi \partial \eta}\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial^2 w}{\partial \eta^2}\frac{\partial \eta}{\partial x}\right)\frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial \eta}\frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2}\right]; \\
\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} &= \frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{\partial w}{\partial y}\right] = \frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{\partial w}{\partial \xi}\frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial \eta}\frac{\partial \eta}{\partial y}\right] = \\
&= \left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2}\frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial^2 w}{\partial \xi \partial \eta}\frac{\partial \eta}{\partial y}\right)\frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial \xi}\frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \right. \\
&\quad \left. + \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \xi \partial \eta}\frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial^2 w}{\partial \eta^2}\frac{\partial \eta}{\partial y}\right)\frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial \eta}\frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2}\right]; \\
\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} &= \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{\partial w}{\partial y}\right] = \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{\partial w}{\partial \xi}\frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial \eta}\frac{\partial \eta}{\partial y}\right] = \\
&= \left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial \xi^2}\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial^2 w}{\partial \xi \partial \eta}\frac{\partial \eta}{\partial x}\right)\frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial \xi}\frac{\partial^2 \xi}{\partial x \partial y} + \right. \\
&\quad \left. + \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \xi \partial \eta}\frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial^2 w}{\partial \eta^2}\frac{\partial \eta}{\partial x}\right)\frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial \eta}\frac{\partial^2 \eta}{\partial x \partial y}\right].
\end{aligned} \tag{16}$$

Выражение (3) с учетом (16) и аппроксимации (15) примет вид

$$\underset{3\times1}{\left\{\chi_{xy}\right\}} = \underset{3\times1}{\{L\}}\underset{1\times24}{\{\varphi\}^T}\underset{24\times1}{\left\{w_y^л\right\}} = \underset{3\times24}{[B]}\underset{24\times1}{\left\{w_y^л\right\}}. \tag{17}$$

Используя соотношения (5), (14), (15) и (16), из функционала (7) получаем выражение

$$\begin{aligned} П_L \equiv \left\{w_y^е\right\}^T [R]^T \int_S [B]^T [C][B] dS [R] \left\{w_y^е\right\} - \\ - \frac{1}{2}\left\{w_y^е\right\}^T [R]^T \int_S \{\varphi\} q dS \,. \end{aligned} \tag{18}$$

После минимизации (17) по узловым неизвестным $\left\{w_y^е\right\}^T$ получаем

$$[K]\left\{w_y^е\right\} = \{F\}, \tag{19}$$

где $[K] = [R]^T \int_S [B]^T [C][B] dS [R]$ – матрица жесткости четырехугольного конечного элемента; $\{F\} = [R]^T \int_S \{\varphi\} q dS$ – вектор сил четырехугольного конечного элемента.

3. Матрица деформирования конечного элемента в смешанной формулировке

В качестве узловых неизвестных четырехугольного конечного элемента принимаются перемещения узловых точек и моменты M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}.

Перемещения внутренней точки конечного элемента выражаются с использованием билинейных аппроксимирующих функций

$$\lambda = \underset{1\times4}{\{\varphi\}^T}\underset{4\times1}{\left\{\lambda_y^л\right\}}, \tag{20}$$

где $\underset{4\times1}{\left\{\lambda_y^л\right\}^T} = \left\{\lambda^i, \lambda^j, \lambda^k, \lambda^l\right\}$.

Под символом λ могут пониматься перемещения и моменты M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}.

С использованием (20) запишем матричное соотношение

$$\underset{3\times1}{\{M\}} = \underset{3\times12}{[G]}\underset{12\times1}{\{M_y\}}, \tag{21}$$

где $\underset{1\times3}{\{M\}^T} = \{M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}\}$;

$$\underset{3\times12}{[G]} = \begin{bmatrix} \{\varphi\}^T & 0 & 0 \\ 0 & \{\varphi\}^T & 0 \\ 0 & 0 & \{\varphi\}^T \end{bmatrix}_{3\times12};$$

$$\underset{1\times12}{\{M_y\}^T} = \{M^i_{xx}, M^j_{xx}, M^k_{xx}, M^l_{xx}, M^i_{yy}, M^j_{yy}, M^k_{yy}, M^l_{yy},$$

$$M^i_{xy}, M^j_{xy}, M^k_{xy}, M^l_{xy}\}.$$

Используя аппроксимацию (20, 21), функционал (10) можно представить следующим выражением

$$\underset{1\times12}{\{M_y\}^T}\left(\underset{12\times4}{[Q]} + \underset{12\times4}{[S]}\right)\underset{4\times1}{\{w_y\}} - \frac{1}{2}\underset{1\times12}{\{M_y\}^T}\underset{12\times12}{[H]}\underset{12\times1}{\{M_y\}} - \frac{1}{2}\underset{1\times4}{\{w_y\}^T}\underset{4\times1}{\{F\}}, \tag{22}$$

где $\underset{12\times4}{[Q]} = \int\limits_S \left[\left(\{f_{,x}\}^T + \{f_{,y}\}^T\right)\{f_{,x}\} + \left(\{f_{,y}\}^T + \{f_{,x}\}^T\right)\{f_{,y}\}\right]dS$;

$$\underset{12\times4}{[S]} = \left[\underset{12\times4}{[\beta_1]} - \underset{12\times4}{[\beta_2]} + \underset{12\times4}{[\beta_3]} - \underset{12\times4}{[\beta_4]} + \underset{12\times4}{[\beta_{51}]} - \underset{12\times4}{[\beta_6]} + \underset{12\times4}{[\beta_7]} - \underset{12\times4}{[\beta_8]}\right];$$

$$\underset{12\times12}{[H]} = \int\limits_S [G]^T [C]^{-1} [G] dS.$$

Выполняя минимизацию функционала (21) по узловым неизвестным $\{M_y\}^T$ и $\{w_y\}^T$ получим систему уравнений

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi}{\partial \{M_y\}^T} &= [Q_1]\{w_y\} - [H]\{M_y\} = 0; \\ \frac{\partial \Pi}{\partial \{w_y\}^T} &= [Q]^T \{M_y\} - [F] = 0. \end{aligned} \tag{23}$$

Эту систему можно представить в традиционной конечно-элементной форме

$$\underset{16\times16}{[K]}\underset{16\times1}{\{z_y\}}=\underset{16\times1}{\{F_э\}}\,, \tag{24}$$

где $\underset{16\times16}{[K]}=\begin{bmatrix}-\underset{12\times12}{[H]} & \underset{12\times4}{[Q]}\\ \underset{4\times12}{[Q]^T} & \underset{4\times4}{[0]}\end{bmatrix}_{16\times16}$; $\underset{1\times16}{\{z_y\}^T}=\left\{\underset{1\times12}{\{M_y\}^T}\;\middle|\;\underset{1\times4}{\{w_y\}^T}\right\}$; $\underset{1\times16}{\{F_э\}^T}=\left\{\underset{1\times12}{\{0\}^T}\;\middle|\;\underset{1\times4}{\{F\}^T}\right\}$.

Список использованной литературы

1. Николаев А. П., Клочков Ю. В., Киселев А. П., Гуреева Н. А. Векторная интерполяция перемещений в конечно-элементных расчетах оболочек. Волгоград, 2012. 262 с.

2. Галагер Р. Метод конечных элементов. Основы. М.: Мир, 1984. 428 с.

3. Баженов В. Г., Чекмарев Д. Т. Вычислительные модели нелинейных задач динамики пространственных конструкций // Актуальные проблемы механики оболочек. Казань, 2000. С. 50-64.

4. Голованов А. И., Гурьянова О. Н. Исследование критических деформаций оболочек // Актуальные проблемы механики оболочек. Казань, 2000. С. 178-183.

5. Гнитько В. И., Еселева Е. В. Термоупругопластические деформирование разветвленных оболочек вращения при несимметричном нагружении // Актуальные проблемы механики оболочек. Казань, 2000. С. 173-177.

6. Рукин Ю. Б., Радченко Н. Г., Чернышева Е. Ю. Исследование динамических состояний оболочек со срединными поверхностями вращения на основе трапециевидных конечных элементов // Изв. вузов. Сер.: Машиностроение. 2000. № 4. С. 3-11.

7. Серазутдинов М. Н., Сахбиев О. М. Построение равновесных конечных элементов с использованием непрямого метода конечных элементов // Актуальные проблемы механики оболочек. Казань, 2000. С. 374-379.

8. Серазутдинов М. Н., Хайруллин Ф. С. Сравнительный анализ конечных элементов оболочек высокой степени аппроксимации // Актуальные проблемы механики оболочек. Казань, 2000. С. 231.

9. Якупов Н. М., Хисамов Р. З. Моделирование зон концентрации напряжений сложных оболочечных систем // Актуальные проблемы механики оболочек. Казань, 2000. С. 478-483.

10. Гуреева Н. А. Гибридных четырехугольный элемент осесимметрично нагруженного тела вращения с неизвестными перемещениями и напряжениями в узлах // Изв. вузов СевероКавказский регион. Серия: Технические науки. 2007. № 1. С. 31-33.

УДК 539.3

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НДС ЭЛЕМЕНТОВ МЕЛИОРАТИВНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ В РАМКАХ СМЕШАННОЙ МКЭ-ФОРМУЛИРОВКИ

Юшкин В. Н., *канд. техн. наук, доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Выполнено численное исследование напряжённо-деформированного состояния (НДС) элементов мелиоративных инженерных сооружений – таких как дренажные трубы, укреплённые откосы и подпорные стен-

ки – с применением смешанной формулировки метода конечных элементов (МКЭ). В качестве базового конечного элемента использован восьмиузловой шестигранник, для которого в смешанной формулировке в качестве узловых неизвестных одновременно задаются перемещения и компоненты напряжённого состояния. Матрица деформирования элемента построена на основе функционала Рейсснера, а аппроксимация полей перемещений и напряжений осуществлялась с помощью трилинейных функций.

Ключевые слова: *смешанная формулировка МКЭ, функционал Рейсснера, восьмиузловой шестигранник, напряжённо-деформированное состояние, мелиоративные сооружения.*

Расчету конструкций с применением конечно-элементных формулировок уделяется особое внимание. В работах представлены [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] методы расчетов таких конструкций.

В настоящей работе проведен сравнительный анализ использования объемных конечных элементов в формулировке метода перемещений и в смешанной формулировке при определении НДС твердых тел в декартовой системе координат.

1. Соотношения теории упругости. При упругом деформировании твердого тела, нагруженного заданной нагрузкой, деформации и перемещения связаны соотношениями Коши

$$\begin{gathered}\varepsilon_{xx}=\frac{\partial u}{\partial x};\ \varepsilon_{yy}=\frac{\partial v}{\partial y};\ \varepsilon_{zz}=\frac{\partial w}{\partial z};\\ 2\varepsilon_{xy}=\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x};\ 2\varepsilon_{xz}=\frac{\partial u}{\partial z}+\frac{\partial w}{\partial x};\\ 2\varepsilon_{yz}=\frac{\partial v}{\partial z}+\frac{\partial w}{\partial y},\end{gathered} \tag{1.1}$$

где $\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{zz}, 2\varepsilon_{xy}, 2\varepsilon_{xz}, 2\varepsilon_{yz}$ – компоненты тензора деформаций в произвольной точке тела; u, v, w – компоненты вектора перемещения вдоль координатных осей Ox, Oy, Oz соответственно.

Соотношения (1.1) записываются в матричном виде:

$$\underset{6\times1}{\{\varepsilon\}}=\underset{6\times3}{[L]}\underset{3\times1}{\{S\}}, \tag{1.2}$$

где $\underset{1\times6}{\{\varepsilon\}^T}=\{\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{zz}, 2\varepsilon_{xy}, 2\varepsilon_{xz}, 2\varepsilon_{yz}\}$ – строка компонент тензора деформаций; $\underset{6\times3}{[L]}$ – матрица дифференциальных операторов; $\underset{1\times3}{\{S\}^T}=\{u, v, w\}$ – строка компонент вектора перемещения.

Сформируем матричные соотношения

$$\underset{6\times1}{\{\varepsilon\}} = \underset{6\times6}{[C]}\underset{6\times1}{\{\sigma\}}, \ \underset{6\times1}{\{\sigma\}} = \underset{6\times6}{[D]}\underset{6\times1}{\{\varepsilon\}}, \tag{1.3}$$

где $\underset{1\times6}{\{\sigma\}^T} = \{\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}\}$ – строка компонент тензора напряжений; $[D] = [C]^{-1}$.

2. Для формирования матрицы жесткости конечного элемента используется функционал Лагранжа, выражающий равенство действительных работ внешних и внутренних сил в виде

$$\Pi_L = \frac{1}{2}\int_V \underset{1\times6}{\{\sigma\}^T}\underset{6\times1}{\{\varepsilon\}}dV - \frac{1}{2}\int_S \underset{1\times3}{\{S\}^T}\underset{3\times1}{\{q\}}dS, \tag{2.1}$$

где V – объем деформируемого тела, S – площадь поверхности тела с заданными внешними нагрузками; $\underset{3\times1}{\{q\}^T} = \{q_1, q_2, q_3\}$ – строка компонент внешних нагрузок.

3. Для формирования матрицы деформирования конечного элемента используется смешанный функционал, получаемый путем замены действительной работы внутренних сил разностью полной и дополнительной работы

$$\Pi = \int_V \left[\underset{1\times6}{\{\sigma\}^T}\underset{6\times3}{[L]^T}\underset{3\times1}{\{S\}} - \frac{1}{2}\underset{1\times6}{\{\varepsilon\}^T}\underset{6\times1}{\{\sigma\}} \right] dV - \int_S \underset{3\times1}{\{S\}^T}\underset{1\times3}{\{q\}}dS. \tag{3.1}$$

Пример. Рассматривалась балка, загруженная равномерно распределенным давлением по плоскости поверхности. За исходные данные приняты: длина *L=0.5 м,* высота *h=0.1 м*, толщина *t=0.01 м*, модуль упругости материала $E=2.0\times10^5$ *МПа*, интенсивность давления $q=20.0$ *кН/м*^{2}. Вследствие наличия плоскости симметрии задачи, рассматривалась половина балки, идеализированной восьмиугольными объемными элементами с независимой аппроксимацией полей перемещений внутренних точек конечного элемента.

Результаты вычислительного процесса показаны в таблицах № 1 (на основе функционала, основанного на разности действительных работ внешних и внутренних сил) и № 2 (на основе смешанного функционала), где приведены значения нормальных напряжений в крайних волокнах поперечного сечения заделки (назовем точка a) и сечения, расположенного на расстоянии 5 см от заделки (назовем точка b), в зависимости от числа конечных элементов при дискретизации консольной балки.

Таблица 1 – Численные значения параметров напряженно-деформированного состояния при использовании элементов в формулировке метода перемещений

Дискретизация	Элемент 24x24		
	Напряжение σ_{xx}, кПа (точка a)	Напряжение σ_{xx}, кПа (точка b)	Перемещение w, см (точка c)
10x1	1212,77	1014,64	0,0969
20x1	1222,44	1011,31	0,0972
30x1	1225,45	1011,81	0,0973
40x1	1227,69	1012,25	0,0974
50x1	1229,56	1012,40	0,0974
60x1	1231,14	1012,46	0,0975
70x1	1232,48	1012,48	0,0975
80x1	1233,64	1012,49	0,0976
90x1	1234,65	1012,49	0,0976
100x1	1235,53	1012,49	0,0976
10x2	1387,51	1139,43	0,0965
20x2	1401,93	1145,84	0,0967
30x2	1404,27	1147,85	0,0967
40x2	1404,73	1148,32	0,0967
50x2	1404,78	1148,45	0,0967
60x2	1404,75	1148,51	0,0968
70x2	1404,72	1148,53	0,0968
80x2	1404,71	1148,55	0,0968
90x2	1404,72	1148,56	0,0968
100x2	1404,75	1148,56	0,0968
10x3	1445,56	1155,19	0,0966
20x3	1466,11	1165,02	0,0967
30x3	1470,09	1167,28	0,0967
40x3	1471,00	1167,82	0,0967
50x3	1471,00	1168,03	0,0967
60x3	1470,71	1168,14	0,0967
70x3	1470,34	1168,21	0,0967
80x3	1469,98	1168,27	0,0967
90x3	1469,66	1168,30	0,0967
100x3	1469,38	1168,33	0,0968
10x4	1478,11	1163,30	0,0966
20x4	1504,70	1176,49	0,0967
30x4	1510,36	1179,22	0,0967
40x4	1512,03	1179,90	0,0967
50x4	1512,42	1180,15	0,0967
60x4	1512,31	1180,28	0,0967
70x4	1512,00	1180,37	0,0967
80x4	1511,62	1180,43	0,0967
90x4	1511,24	1180,47	0,0967
100x4	1510,87	1180,51	0,0967
10x5	1497,66	1167,17	0,0966
20x5	1529,93	1182,53	0,0967
30x5	1537,28	1185,63	0,0967
40x5	1539,69	1186,40	0,0967
50x5	1540,48	1186,67	0,0967
60x5	1540,61	1186,80	0,0967
70x5	1540,44	1186,88	0,0967
80x5	1540,14	1186,94	0,0967
90x5	1539,78	1186,99	0,0968
100x5	1539,40	1187,02	0,0968

Таблица 1 – Численные значения параметров напряженно-деформированного состояния при использовании элементов в смешанной формулировке

Дискретизация	Элемент 20x20		
	Напряжение σ_{xx}, кПа (точка a)	Напряжение σ_{xx}, кПа (точка b)	Перемещение w, см (точка c)
10x1	1440,00	1260,00	0,0962
20x1	1484,57	1202,16	0,0963
30x1	1493,10	1220,18	0,0963
40x1	1496,11	1211,77	0,0963
50x1	1497,51	1216,87	0,0963
60x1	1498,27	1213,56	0,0963
70x1	1498,73	1215,96	0,0963
80x1	1499,03	1214,19	0,0963
90x1	1499,23	1215,58	0,0963
100x1	1499,38	1214,48	0,0963
10x2	1436,75	1260,89	0,0962
20x2	1478,57	1204,01	0,0963
30x2	1486,09	1221,21	0,0963
40x2	1488,68	1213,19	0,0963
50x2	1489,87	1218,03	0,0963
60x2	1490,51	1214,89	0,0963
70x2	1490,89	1217,16	0,0963
80x2	1491,15	1215,48	0,0963
90x2	1491,32	1216,80	0,0963
100x2	1491,44	1215,76	0,0963
10x3	1484,11	1276,46	0,0967
20x3	1551,56	1201,48	0,0967
30x3	1567,76	1226,92	0,0967
40x3	1573,86	1215,33	0,0967
50x3	1576,75	1222,47	0,0967
60x3	1578,33	1217,94	0,0967
70x3	1579,29	1221,26	0,0967
80x3	1579,91	1218,85	0,0967
90x3	1580,34	1220,76	0,0967
100x3	1580,64	1219,27	0,0967
10x4	1485,14	1275,82	0,0966
20x4	1558,80	1195,88	0,0967
30x4	1578,63	1223,71	0,0967
40x4	1586,40	1211,20	0,0967
50x4	1590,13	1218,86	0,0967
60x4	1592,17	1214,04	0,0967
70x4	1593,41	1217,56	0,0967
80x4	1594,22	1215,02	0,0967
90x4	1594,77	1217,04	0,0967
100x4	1595,17	1215,46	0,0967
10x5	1490,03	1276,54	0,0967
20x5	1571,76	1191,37	0,0968
30x5	1597,14	1222,74	0,0968
40x5	1607,86	1208,67	0,0968
50x5	1613,17	1217,21	0,0968
60x5	1616,14	1211,86	0,0968
70x5	1617,95	1215,74	0,0968
80x5	1619,13	1212,94	0,0968
90x5	1619,94	1215,15	0,0968
100x5	1620,53	1213,43	0,0968

Список использованной литературы

1. Николаев А. П., Киселев А. П., Юшкин В. Н.. Восьмиугольный конечный элемент для расчета толстостенных оболочек вращения // Актуальные проблемы механики оболочек: труды международной конференции. Казань, 2000. С. 327-331.

2. Юшкин В. Н., Леонтьева В. В. Расчет оболочек на основе метода конечных элементов в водохозяйственном строительстве // Новые направления в решении проблем АПК на основе современных ресурсосберегающих, инновационных технологий. Волгоград, 2010. Т. 3. С. 232-235.

3. Юшкин В. Н., Леонтьева В. В. Использование МКЭ для определения напряжений в зоне сочленения осесимметрично нагруженных оболочек вращения // Аграрная наука-основа успешного развития АПК и сохранения экосистем: материалы Международной научно-практической конференции. ВолГАУ, 2012. С. 385-389.

4. Николаев А. П., Юшкин В. Н. Формирование матрицы жесткости четырехузлового конечного элемента пластины с использованием функционала Рейсснера // Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО. 2014. Т. 3. С. 292-295.

5. Юшкин В. Н. Расчет пластин на основе МКЭ в смешанной формулировке // Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО. 2014. Т. 3. С. 288-292.

6. Николаев А. П., Юшкин В. Н. МКЭ в смешанной формулировке для расчета инженерно-мелиоративных систем // Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию Победы в Великой Отечественной Войне 1941-1945 гг. Волгоград, 2015. С. 463-465.

7. Юшкин В. Н. Реализация МКЭ в смешанной формулировке для расчета гидротехнических сооружений // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях. Волгоград, 2016. С. 196-201.

8. Юшкин В. Н. Сравнительный анализ результатов расчета инженерных конструкций с использованием МКЭ в смешанной формулировке и в варианте метода перемещений // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях. Волгоград, 2016. С. 201-209.

9. Юшкин В. Н. Расчет гидротехнических сооружений в смешанной формулировке на основе МКЭ // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Волгоград, 2017. С. 358-365.

10. Юшкин В. Н. Расчет инженерно-мелиоративных систем в смешанной формулировке на основе МКЭ // Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий. Волгоград, 2018. С. 382-387.

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗООТЕХНИИ И АКВАКУЛЬТУРЕ

Зорин Е. М., Пономарев В. В., Злепкина Н. А., Злепкин В. А. Влияние симбиотика «Лактосубтил-форте» на мясную продуктивность и качество мяса цыплят-бройлеров 3
Лаврентьев А. Ю., Ларионов Г. А. Нетрадиционные добавки в рационах молодняка свиней 8
Лаврентьев А. Ю., Упинин М. С., Ильин А. Ю. Пальмовый жир в кормлении коров 12
Лапина Д. Н., Злепкина Н. А., Злепкин В. А. Применение кормовой добавки «РуминПРО» для повышения молочной продуктивности коров голштинской породы 17
Николаев С. И., Водянникова В. В., Чехранова С. В., Воронцова Е. С. Повышение эффективности производства продукции животноводства и птицеводства 22
Пехтелева О. А., Саломатин В. В., Коноблей Т. В., Сушко И. Н. Влияние кормовой добавки на морфологические показатели крови цыплят-бройлеров 28
Ранделин Д. А., Агапова В. Н., Агапов С. Ю., Погорелов А. С. Изучение особенностей развития и появления в УЗВ альбинотических форм осетровых видов рыб 32
Ранделин Д. А., Агапова В. Н., Агапов С. Ю., Сафонов Я. С., Лозин М. Е. Эффективность выращивания нильской тилапии (Oreochromis niloticus) в прудовых хозяйствах пятой рыбоводной зоны (Волгоградская область) 36
Рябова М. А., Липова Е. А., Брюхно О. Ю., Агапов С. Ю. Использование кормового белкового концентрата «Волжский» в кормлении цыплят-бройлеров 40
Сова И. А., Дасаев А. Ю., Прыткова Д. А., Злепкин В. А. Применение эффективных добавок в зависимости от способа ввода при кормлении свиней на откорме 46
Чамурлиев Н. Г., Шперов А. С., Фокина А. Ю., Филиппова В. В. Влияние живой массы ягнят при отъёме от матерей на их мясные и откормочные качества 52
Чамурлиев Н. Г., Шперов А. С., Фокина А. Ю., Филиппова В. В. Мясная продуктивность баранчиков волгоградской породы в зависимости от сроков ягнения 59
Чехранова С. В., Морозова Е. А., Елизаров Д. Ю., Крикунов Н. А. Применение адресных премиксов в кормлении дойных коров 64
Чуксина Д. В., Коноблей Т. В., Саломатин В. В., Сушко И. Н. Белковый обмен у цыплят-бройлеров при выпаивании минеральной подкормки 69

Чучунов В. А., Рудаков А. В., Сушко И. Н. Медопродуктивность пчел с полной изоляцией матки 74
Чучунов В. А., Тарасов Л. П., Сотников А. С. Влияние автоматической регуляции температуры улья на эффективность пчеловедения 79

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В АПК, НАУКЕ, БИЗНЕСЕ, ОБРАЗОВАНИИ

Ал-Бирмани Сармад Мохаммед Омран, Моргачев И. В., Михайличенко С. С. Риски цифровизации оценки внеоборотных активов в АПК: нормативный подход и практика 85
Арьков Д. П. Анализ цифровых устройств мониторинга и управления, применяемых при выращивании аквакультуры 90
Арьков Д. П., Ищанов Т. Р. Методологические аспекты интеграции дисциплин по искусственному интеллекту в образовательные программы аграрных вузов 94
Арьков Д. П., Ищанов У. Р. Использование адаптивных обучающих систем на базе ИИ для повышения квалификации сотрудников АПК 99
Волков Е. А., Марченко С. С. Сравнительный анализ эффективности моделей машинного обучения для прогнозирования отказов в системах видеонаблюдения и сетевого оборудования ... 104
Заяц О. А. Получение новых знаний из онтологической модели в области производства привитого посадочного материала винограда 110
Кочеткова О. В., Федотова А. В. Анализ и реорганизация бизнес-процесса «Разработка технологии упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих орудий» 116
Кочеткова О. В., Шевченко Д. С. Разработка экспертной системы по анализу правильности построения графических моделей бизнес-процессов в нотациях IDEF0 и DFD 124
Кочеткова О. В., Эскин Б. А. Разработка моделей и методов анализа и мониторинга рисков информационной безопасности проектов 132
Климкина Е. В., Климкин Д. А., Пушкарский И. В. Проблемы использования цифровых технологий в агросекторе 137
Кравцов Д. П., Ширяева Е. В. Актуальность разработки корпоративной базы знаний компании по производству молочной продукции 142
Лозин М. Е., Костенко В. И., Моргачев И. В. Цифровая информация как стратегический ресурс повышения эффективности агропромышленного комплекса 148

Марченко С. С., Юшкин В. Н., Пенькова Р. И. Обоснование выбора архитектуры долговременного хранилища первичных данных научных экспериментов с использованием модели COCOMO II 153
Наумов Ю. А., Марченко С. С. Архитектура и методика мониторинга характеристик искусственного дождя дождевальных машин на основе компьютерного зрения 157
Наумов Ю. А., Марченко С. С. Проектирование модуля визуализации и аналитики данных при мониторинге искусственного дождя 163
Панова Н. С., Панов А. А., Петракович А. В. Цифровая экосистема АПК: единство науки, бизнеса и образования 168
Панова Н. С., Панов А. А., Петракович А. В. Финансовая грамотность для цифрового АПК: интеграция финтеха в образовательные программы аграрных вузов 173
Пороховой Е. А., Арьков Д. П. Разработка интеллектуальной системы ухода за растениями в помещениях с высокой проходимостью 178
Сивак Е. Ю., Стрижакова Е. А. Сопоставление региональных требований и ГОСТ к закупаемым автоматизированным системам 183
Сивак Е. Ю., Пенькова Р. И. Анализ применения нейросетевых моделей в мониторинге фитосанитарного состояния посевов и снижении пестицидной нагрузки 188
Слива Я. В., Бочарникова О. В. Применения аэрофотосъемки с бпла для оценки эффективности фитомелиорации сухостепных пастбищ 193
Финагеева Е. Р., Заичкина М. А. Анализ незаконного применения нанотехнологий в сельском хозяйстве как новый вызовы эко-безопасности 198

ИННОВАЦИОННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ТАМОЖЕННАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПРОДУКЦИИ

Гиззатова Г. Л., Денисова М. А., Бочкова И. А., Масалыкина А. П. Разработка функциональной пастилы с маслом грецкого ореха и натуральным подсластителем 204
Гусакова Н. В., Кузнецов Ю. В., Суторма Р. С. Сравнительный анализ потребительских свойств сухофруктов 208
Ефремова Е. Н. Использование растительного сырья при производстве хлебобулочных изделий 212

Конник Г. И., Биктирякова Т. С., Хоботова Н. Н. Сравнительный анализ потребительских свойств консервированных овощей ... 216
Кузнецова Е. А., Мордвинкин С. А. Возможность производства напитка морковного с адаптогенными свойствами 220
Павленко В. Н., Светличкин М. С., Мельников А. Г., Мельникова Е. А. Возделывание эспарцета в условиях Ростовской области 225
Павленко В. Н., Светличкин М. С., Мельников А. Г., Мельникова Е. А. Выбор сортов эспарцета для условий севера на темно-каштановых почвах Ростовской области 230
Петров Н. Ю., Еременко В. Д., Ефремова Е. Н., Мельников А. Г. Технологические аспекты формирования высоких урожаев столовой моркови в зоне каштановых почв 237
Петров Н. Ю., Гаушкин Д. В., Кузнецова Е. А., Мельников А. Г. Влияние водного режима на урожайности вишни в зоне каштановой почвы Волгоградской области 241
Самохвалов С. В., Шор М. П., Спивак М. Е. Оценка потребительских свойств кондитерских изделий 245
Самохвалов С. В., Григорьева Т. В., Никитина Е. А. Оценка потребительских свойств чая 250
Чуксина Д. В., Бобрикова М. С., Ефремова Е. Н. Перспективы разработки рецептуры молочного напитка 255
Чучунов В. А., Мельников А. Г., Мельникова Е. А., Клещевникова В. В. Производство медопыльцевого продукта с добавлением орехового сырья 259

ВОСПИТАТЕЛЬНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО ВУЗА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ АПК

Александрина Н. А., Процюк М. П. Педагогическая модель формирования гибких навыков у будущих инженеров-робототехников для агропромышленного комплекса 264
Al-Sammarraie S. J. M., Chernyaeva A. V. Profound dialogue technology as the basis of personal development in contemporary professional teacher training 270
Данакари Р. А. Цифровая трансформация и современность: гуманитаризация общества и гуманизация человека 276
Демашин В. И. Интеграция цифровых технологий как антропопрактика в процесс подготовки кадров аграрного сектора: анализ и перспективы применения в специализированных дисциплинах 282
Денисова О. А. Экологическое воспитание обучающихся в условиях цифрового развития 287

Золотых Н. В., Бетева А. Н. Коммуникационная матрица культуры как фактор личностного развития студента 291
Золотых Н. В., Саксеева А. В. Воспитание патриотизма через институт наставничества в системе СПО 297
Идолбаева Д. М. Совершенствование молодежной политики с учетом ценностных ориентаций современной студенческой молодежи: проблемы и перспективы 304
Китов А. Ю., Захаров Е. Н. Воспитательно-образовательное пространство учебного заведения в условиях цифрового развития общества 309
Кропта О. А., Родина А. Г., Шагина Ю. В. Русский язык в эпоху цифровизации 314
Любимова Г. А., Нестеренко Д. И., Грибенченко А. В., Моторин В. А. Перспективы саморазвития личности в цифровом образовательном пространстве 318
Мелихов П. А. Системы дистанционного обучения как элемент цифровой образовательной среды вуза: проблемы и перспективы ... 324
Нестеренко Д. И., Любимова Г. А., Кадина И. В. Формирование научно-поисковой деятельности студентов в условиях цифрового развития АПК 330
Попова О. В. Иноязычное цифровое образовательное пространство: понятие, особенности, модели формирования 335
Попова О. В., Захарова А. С., Некрасова Т. Н. Организация самостоятельной работы студентов на занятиях иностранного языка в условиях развития цифрового образовательного пространства 339
Родина А. Г., Кропта О. А., Шагина Ю. В. Приоритеты цифровизации в педагогическом образовании 344
Уваров А. В. Особенности экономико-географического анализа в подготовке специалистов аграрного сектора 349
Хайдукова Е. В. Использование средств цифровизации при изучении химии в аграрном вузе 354
Чижикова О. В. Проблема модернизма в поэтике Н. А. Клюева 359
Шагина Ю. В., Кропта О. А., Родина А. Г. Экологическое образование как основа устойчивого развития и подготовки специалистов нового типа 367
Яновская И. В. Визуализация алгоритмов сложных пунктуационных правил русского языка 373

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА В АПК

Андреев А. С. Математическая модель дискретизации тонкостенных оболочечных конструкций с различными значениями прочностных характеристик 379

Андреев А. С., Клочков Ю. В. Конечно-элементный анализ напряженно-деформированного состояния тонких оболочек с учетом геометрической нелинейности 386
Бондаренко К. В., Марченко Л. А. Современные инженерные решения при проектировании водозаборных сооружений 393
Бондаренко К. В., Шишкин И. И. Исследование методов проектирования гидротехнических каналов 399
Воробьев Г. А. Исследование условий эксплуатации водосбросных сооружений 404
Джабраилов А. Ш. Важность учета геометрической нелинейности в расчетах на прочность осесимметричных оболочек 412
Джабраилов А. Ш. Материальная нелинейность в расчетах на прочность тонкостенных конструкций 415
Ищанов Т. Р., Ищанов У. Р. Моделирование деформаций в тонких оболочках: векторная аппроксимация в МКЭ 418
Ищанов Т. Р., Ищанов У. Р. Сравнительный анализ методов аппроксимации в численном моделировании деформаций оболочек 422
Кирсанова Н. А., Киселёва Р. З., Николаев А. П. Инженерные подходы к моделированию упруго-пластического деформирования оболочечных элементов конструкций 428
Кирсанова Н. А., Киселёва Р. З., Николаев А. П. Матрица жесткости объемного призматического элемента в смешанной формулировке при решении плоской задачи теории упругости 434
Киселёв А. П., Киселев А. А. Исследование напряженно-деформированное состояние элементов конструкций в двух вариантах аппроксимации векторной и скалярной на основе МКЭ .. 441
Клочков Ю. В., Вахнина О. В., Соболевская Т. А. Использование множителей лагранжа в треугольном конечном элементе 447
Клочков Ю. В., Соболевская Т. А., Вахнина О. В. Исследование НДС трехосного эллипсоида, находящегося под действием внутреннего давления 452
Лёвкин М. А. Исследование методов проектирования каменно-набросной плотины 458
Марченко Л. А., Шишкин И. И. Реконструкционные мероприятия перегораживающего сооружения Райгородской оросительной системы на ПК229+30 465
Милованов С. Г., Ломов А. Д. Исследование методов проектирования берегоукрепительных и защитных сооружений 470
Овчинников А. С., Киселёв А. П., Киселёв А. А. Напряженно-деформированное состояние инженерных конструкций в формулировке метода перемещений 476
Середа М. В., Хаев А. А. Инновационные технологии аграрного строительства в России 482

Суханов Д. А. Реконструкция водовыпуска на ПК 467+15 канала Райгородской оросительно-обводнительной системы в Светлоярском районе Волгоградской области 487
Юшкин В. Н. Оценка прочности и устойчивости элементов мелиоративных систем с применением смешанного МКЭ 494
Юшкин В. Н. Численное исследование НДС элементов мелиоративных инженерных сооружений в рамках смешанной МКЭ-формулировки 501
СОДЕРЖАНИЕ 507

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ АПК И СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Материалы
Национальной научно-практической конференции

г. Волгоград, 28 ноября 2025 г.

ТОМ II

Ответственный за выпуск *Ряднов А. А.*

Компьютерная верстка *Дергачевой Е. С.*

Подписано в печать 22.10.2026. Формат 60х84$^{1/16}$.
Усл. печ. л. 30,00. Тираж 50 экз. Заказ 172.
ИПК ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива».
400002, Волгоград, пр. Университетский, 26.