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»

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Материалы
Международной научно-практической конференции,

г. Волгоград, 26-27 февраля 2026 г.

ТОМ IV

- *Инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и таможенная экспертиза продукции*
- *Траектория развития АПК в цифровом пространстве*
- *Современное животноводство: состояние и перспективы*
- *Системный анализ, мягкие вычисления и нейросетевые методы искусственного интеллекта*

Волгоград
Волгоградский ГАУ
2026

УДК 001(066)
ББК 72
И-66

И-66 **Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации:** материалы Международной научно-практической конференции, г. Волгоград, 26-27 февраля 2026 г. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2026. – Том IV. – 480 с.

В данном научном издании рассмотрены инновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья и таможенная экспертиза продукции; траектория развития АПК в цифровом пространстве; современное животноводство: состояние и перспективы, а также системный анализ, мягкие вычисления и нейросетевые методы искусственного интеллекта.

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

ISBN 978-5-4479-0564-4 (т. IV)
ISBN 978-5-4479-0561-3

УДК 001(066)
ББК 72

Редакционная коллегия

доцент Цепляев В. А. (главный редактор),
профессор Ряднов А. А. (ответственный за выпуск), доцент Сарычев А. Н., доцент Кузнецов Ю. В., профессор Злепкин В. А., профессор Рогачев А. Ф., доцент Богданов С.И., доцент Воробьева Н.С., доцент Черняева А. В., профессор Ряднов А. И., доцент Захарова А. С., профессор Балашова Н.Н., зав. кафедрой Кагальницкова Н. В., профессор Ахмедов А. Д., доцент Власова Т. Н., доцент Беломутенко Д. В., доцент Юшкин В. Н., профессор Николаев А. П., академик РАН, профессор Овчинников А. С.

ISBN 978-5-4479-0564-4 (т. IV)
ISBN 978-5-4479-0561-3

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

ИННОВАЦИОННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ТАМОЖЕННАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПРОДУКЦИИ

УДК 637.357:664.644

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА МЯГКИХ СЫРОВ С ВНЕСЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Авоян И. А., *к. с.-х. н., доцент*
Злепкина Н. А., *к. с.-х. н., доцент*
Клещевникова В. В., *к. с.-х. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлена разработка рецептуры молочного продукта с внесением растительных компонентов. Показаны результаты органолептического исследования готового продукта.

Ключевые слова: *мягкие сыры, компоненты мягких сыров, растительные компоненты сыров, льняное семя, рецептура мягких сыров.*

Обеспечение здоровья населения страны – одно из приоритетных направлений Государства. Пища определяет важнейшие физиологические процессы в организме человека, является исходным пластическим материалом для построения и обновления человеческого организма, а также источником энергии, поэтому питание является важнейшим рычагом, обеспечивающим поддержание здоровья, работоспособности и общего потенциала нации.

Повышению качества сельскохозяйственной продукции постоянно уделяется большое внимание. Эта проблема является одной из наиболее важных и сложных, так как имеет не только отраслевой, но и межотраслевой характер. Качеством сельскохозяйственной продукции нужно управлять. Для этого необходимо регламентировать не только качество уже произведенной продукции, но и технологию производства, организацию труда, формы материального поощрения. Под понятием качества пищевых продуктов подразумевают широкую совокупность свойств, характеризующих пищевую и биологическую ценность. Здоровая пища, наряду с кислородом воздуха – важнейший биологический фактор жизнеобеспечения организма, его роста, сохранения здоровья всех возрастных групп населения.

Качество вырабатываемых молочных продуктов в первую очередь связано с условиями получения молока на фермах, промышленных комплексах и в личных подсобных хозяйствах. Так как молоко является хорошей питательной средой для многих микроорганизмов и может быть опасным для здоровья человека. Для гарантированного производства высококачественных и безопасных продуктов питания в нашей стране принят ряд нормативных документов.

Животноводство является основной товарной отраслью сельского хозяйства Государства, продукция, которая в общей сумме выручки от реализации составляет 80 %. Производства молока и молочных продуктов достигают такого уровня, которое обеспечивает потребности населения на уровне медицинских норм.

Одним из продуктов молочной промышленности является сыр.

Сыр – молочный продукт, произведенный из молока с использованием молочных заквасок или без их использования, а также с применением технологий, обеспечивающих коагуляцию молочных белков с помощью молокосвертывающих ферментов или без их использования, либо кислотным или термокислотным способом с последующим отделением сырной массы от сыворотки, ее формованием, прессованием, посолкой, созреванием или без созревания, с добавлением не в целях замены составных частей молока [4].

В настоящее время на рынок очень требователен и разнообразен по выбору сыров. Производителю приходиться прислушиваться к мнению потребителя и соответствовать рыночным условиям. Рынок требует не только разнообразие сыров, но также, чтобы этот сыр можно было хранить в сырных складах некоторое время, не покрываясь обильной плесенью. И в связи с тем, что потребитель сейчас более развитым вкусом к сырам требует в свою очередь более выдержанный и вызревший. Сыровару приходится прикладывать немало усилий к этим требованиям.

Одним из полюбившихся населением сыров это мягкие сыры.

Технология производства мягких сыров базируется на использовании высокого уровня пастеризации, внесении хлористого кальция и заквасок, свертывании при и формовании без прессования (розливом). Основные этапы: подготовка молока, свертывание, обработка сгустка, самопрессование, посолка и созревание (для определенных видов). Выход продукта составляет около 100-120 г из 1 л молока.

Целью нашего исследования является разнообразить ассортимент мягких сыров путем внесения в технологию производства сырного продукта растительного компонента.

Производство мягких сыров с растительными компонентами – это перспективное направление, направленное на создание функциональных продуктов с повышенной пищевой ценностью, улучшенным

витаминно-минеральным составом и нежной консистенцией. Использование растительных добавок (зелень, овощи, пряности, экстракты) позволяет обогатить сыры пищевыми волокнами и антиоксидантами, удовлетворяя спрос на здоровое питание [5].

Растительные компоненты могут влиять на органолептические свойства (цвет, вкус, аромат) и физико-химические показатели, такие как влажность и кислотность.

Создание продуктов для профилактического питания, обогащенных витаминами, клетчаткой и антиоксидантами. Возможность снижения калорийности и повышения содержания биологически активных веществ.

В целом, использование растительных компонентов при производстве мягких сыров – это актуальное решение для создания здоровых, инновационных, полезных и вкусных молочных продуктов.

Мягкий сыр с добавлением семян льна. Этот сыр будет сочетать в себе традиционные технологии производства и инновационные подходы к добавлению натуральных ингредиентов. Семена льна, богатые Омега 3 жирными кислотами, клетчаткой и антиоксидантами, придадут сыру не только уникальный вкус, но и повысят его питательную ценность. Такой продукт будет востребован среди потребителей, стремящихся к здоровому питанию и интересующихся новыми вкусовыми сочетаниями.

Эти жирные кислоты улучшают обмен веществ, способствуют сжиганию жира, снижают уровень вредного холестерина, нормализуют работу мозга и всей нервной системы, препятствуют развитию депрессий и неврозов.

Лён относится к семейству Льновые. Родина этого растения – горные районы Индии, Китая и Средиземноморья. Сегодня его широко возделывают в умеренной зоне Европы, Азии и Северной Америки, а также в Северной Африке.

Целебные свойства льняного семени были известны древним грекам. Гиппократ рекомендовал употреблять его при воспалении слизистых оболочек. В качестве лекарственного сырья используют семя льна, которое собирают в период полной зрелости. Семена льна с горячей водой дают густую слизь, обладающую лёгким слабительным, обволакивающим, мягчительным, противовоспалительным и обезболивающим действием и используются при лечении воспалений пищевода и язвенной болезни желудка.

Согласно ГОСТ 10582-76 «Семена льна масличного, Технические условия» распространяется на семена льна масличного, предназначенные для пищевых целей и промышленной переработки.

Лён – растение высотой от 15 до 140 см. Стебель тонкий, цилиндрический, прямой, светло-зелёный, в зрелом состоянии – жёлтый, покрыт восковым налётом, ветвится только в верхней части.

Семена льна содержат от 30 до 60 % масла, 26-35 % белка, около 20 % нерастворимых диетических волокон, примерно 8 % растворимых диетических волокон. Современные сорта масличного льна значительно различаются по жирно-кислотному составу [9].

Масло из семян льна с содержанием Омега 3 используют в пищу. Оно способствует выведению холестерина, поддерживает метаболизм белков и жиров, предотвращает заболевания сердца, включая инфаркт миокарда, стабилизирует кровяное давление, снимает спазмы кровеносных сосудов и препятствует образованию тромбов, сокращает рост раковых клеток, обладает антисептическим действием и активизирует иммунную систему.

В состав семян льна входят следующие компоненты:

– Жирное масло. В его состав входят глицериды линоленовой, линолевой, олеиновой, пальмитиновой и стеариновой кислот.

– Белковые вещества. Их количество составляет до 30 %.

– Углеводы. Их количество – до 25 %.

– Слизь. Её доля – до 12 %.

– Витамин А.

– Органические кислоты.

– Ферменты.

Семена льна отлично сочетаются с молочными и кисломолочными продуктами, с фруктами, овощами, а также другими семенами и злаками. Учитывайте свои вкусовые особенности и смело экспериментируйте, если у вас нет проблем с непереносимостью этих продуктов [10].

Схема исследования представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема исследования

Рецептура	*Изучаемые показатели*
Сыр «Российский» ГОСТ 32260-2013 «Сыры мягкие. Общие технические условия». (Базовый вариант)	*1. Технология производства сыра.* *2. Методика органолептической оценки сыра.* *3. Методика оценки физико-химических показателей сыра.* *4. Оценка качества готового продукта*
Сыр ««Мягкий сыр со злаками семенами льна» ГОСТ 32260-2013 «Сыры мягкие. Общие Технические условия». (Опытный вариант)	

Таблица 2 – Рецептура сыра «Мягкий сыр» и «Мягкий сыр с семенами льна»

«Мягкий сыр»		«Мягкий сыр с семенами льна»	
Наименование ингредиентов	Масса сырья	Наименование ингредиентов	Масса сырья
Молоко, ж 3,65 %; б 3,5 %, л	10	Молоко, ж 3,65 %; б 3,5 %, л	10
Смесь нормализованная, л	0,4	Смесь нормализованная, л	0,4
Заквасочная культура, г	1,8	Заквасочная культура, г	1,8
Хлористый кальций, г	2	Хлористый кальций, г	2
Сычужный фермент, г	2	Сычужный фермент, г	2
Соль, г	По вкусу	Соль, г	По вкусу
-	-	Лён, г	55

Результаты физико-химических исследований представлены в таблице.

Таблица 3 – Химические показатели сыра «Мягкий сыр» и «Мягкий сыр с семенами льна»

Наименование показателя	ГОСТ 32260-2013	«Мягкий сыр»	«Мягкий сыр с семенами льна»
Массовая доля жира в сухом веществе, %	30-60	45,0	55,0
Массовая доля влаги,%, не более	45-80	45,95	45,85
Массовая доля поваренной соли,%	От 1,5 до 3,5 в (зависимости от рассола)	1,5	1,4

На основании проведенных органолептических и физико-химических исследований установлено, что приготовленный таким образом молочный продукт обладает высокими вкусовыми качествами, имеет функциональное назначение и благоприятно отражается на здоровье человека. Исследуемый мягкий сыр, является конкурентоспособным для сегодняшнего рынка.

Список использованной литературы

1. Анализ сыропригодности молочного сырья и качества обогащённых сырных продуктов / И. Ф. Горлов [и др.] // Известия Нижневолжского Агроуниверситетского Комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 3(59). С. 258-267.

2. Дридигер В. К. Лен масличный на Ставрополье: монография. Ставрополь: Параграф, 2013. 148 с. https://znanium.com/catalog/product/514238

3. Отечественный и мировой опыт в развитии рынка сыров и сырных продуктов / Н. В. Жукова [и др.] // Экономические науки. 2019. № 180. С. 39-45.

4. Наумова Н. Л. Функциональные продукты. Спрос и предложение. Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2012. 78 с.

5. Попова Л. В. Влияние солей-стабилизаторов на содержание сухого вещества в сыворотке при выработке сыров // Вестник Алтайского государственного университета. 2008. № 8 (46). С. 56-58.

6. Пастух О. Н., Каракулова Е. А. Канина К. А. Применение трансглутаминазы в молочной промышленности // Вопросы устойчивого развития общества. 2020. № 4-2. С. 596-599.

7. Ребезов М. Б. Изучение отношения потребителей к обогащенным продуктам питания // Пищевая промышленность. 2011. № 5. С. 13-15.
8. Ребезов М. Б. Экология и питание. Проблемы и пути решения // Фундаментальные исследования. 2011. № 8-2. С. 393-396.
9. Степанова Н. В. Возделывание льна масличного на семена и волокно: монография. Минск: Беларуская навука, 2021. 134 с. https://znanium.com/catalog/product/1865700
10. Чудинова Ю. В. Биологические ресурсы льна: научные основы рационального использования: монография. Новосибирск: НГАУ, 2013. 349 с. https://znanium.com/catalog/product/516908

УДК 664.7:641.56

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ РЕЦЕПТУРЫ ОВСЯНОЙ КАШИ НА РЯЖЕНКЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ МАКА И КУНЖУТНЫХ СЕМЯН

Бобрикова М. С., *к. с.-х. н., старший преподаватель*
Чуксина Д. В., *преподаватель*
Ефремова Е. Н., *д. с.-х. н., зав. кафедрой*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Овсяная каша – популярный продукт в современном мире, её часто рекомендуют врачи для диетического питания, её варят дома, подают в заведениях общепита, предлагают на завтрак детям в школах и детских садах. Однако у овсяной каши есть и особенности, которые стоит учитывать при её употреблении. Перспективы разработки рецептуры овсяной каши на ряженке с добавлением мака и кунжутных семян заключаются в возможности разнообразить завтрак, добавив полезные ингредиенты, которые обогащают кашу и делают её вкус более насыщенным. Разработана рецептура и изучены полезные свойства ряженки, мака и кунжутных семян.

Ключевые слова: *овсяные хлопья, ряженка, компоненты овсяных каш, рецептура овсяных каш, здоровое питание, натуральные продукты.*

Правильное питание – важный аспект здорового образа жизни. Оно предполагает потребление широкого спектра пищевых продуктов, которые обеспечивают необходимые питательные вещества и микроэлементы. Проблема современного мира – еда быстрого приготовления, фаст-фуд. С одной стороны, это просто и удобно, экономит время. Но поглощая такую пищу ежедневно, ваш организм вряд ли скажет вам «спасибо». И даже если сейчас вы чувствуете себя хорошо, это не значит, что в будущем здоровье будет на том же уровне. Завтрак играет важную роль в организме человека – это не просто первый приём пищи, а важный сигнал, который запускает обменные процессы, регулирует гормоны аппетита и подготавливает нервную

систему к продуктивной работе. Каша полезна для завтрака как источник медленных углеводов, белка, клетчатки, витаминов и минералов. Благодаря этим нутриентам каши надолго дают чувство сытости и улучшают пищеварение.

Современная пищевая индустрия испытывает потребность в инновационных продуктах, связанных с ростом интереса к здоровому питанию и натуральным ингредиентам. Люди все больше стремятся вести здоровый образ жизни, следят за питанием, за калорийностью рациона, выбирают качественные и безопасные продукты – такая тенденция присутствует. Многие кисломолочные продукты известны тем, что нормализуют работу желудочно-кишечного тракта, и ряженка не исключение. Она содержит большое количество пробиотиков – «хороших» бактерий, которые формируют правильную микрофлору кишечника и за счет этого благотворно влияют на работу пищеварительной системы в целом. В частности, ряженка содержит бактерии, которые помогают расщеплять пищу и улучшают ее усваивание. Одним из перспективных направлений является разработка блюда на основе ряженки. Цель настоящей работы – создание усовершенствованного блюда, которое будет соответствовать потребностям и ожиданиям потребителей, обладать улучшенными качествами и характеристиками.

Овсяные хлопья продукт доступный всем группам населения. Блюдо, приготовленное на основе овсяных хлопьев на ряженке, является отличным завтраком для большого количества людей разной возрастной категории, которые придерживаются правильного и здорового питания.

Каша из овсяных хлопьев на ряженке с добавлением мака и кунжутных семян сочетает в себе полезные свойства всех компонентов:

– овсянка обладает полезными свойствами, которые влияют на работу сердечно-сосудистой системы, пищеварение, состояние кожи и нервной системы. Регулирует уровень сахара в крови: медленно переваривается и не вызывает резких скачков уровня сахара, что полезно для людей с диабетом или инсулинорезистентностью (таблица 1);

– ряженка содержит пробиотики – живые бактерии, которые формируют правильную микрофлору кишечника, улучшает пищеварение, укрепляет иммунитет, кости и поддерживает нервную систему. Богата витаминами группы В, особенно В2 и В12, которые важны для нервной системы и обмена веществ (таблица 2);

– магний, входящий в состав мака, играет важную роль в передаче нервных импульсов и поддержании нормальной функции нервной системы, улучшает качество сна и снижает риск развития тревожных расстройств (таблица 3);

– семена кунжута обладают полезными свойствами, которые касаются сердечно-сосудистой системы, пищеварения, состояния кожи и волос, а также иммунитета. Это связано с богатым составом семян: в

них много полезных жиров (около 50 % от массы), растительного белка (около 18-20 %), витаминов группы В (В1, В3, В6), кальция и других минералов. Также в составе обнаружены лигнаны (сезамин и сезамолин), обладающие антиоксидантными свойствами (таблица 4).

Комбинация этих ингредиентов может привести к созданию блюда, которое не только очень вкусное, но и полезное для здоровья, например, способствует укреплению иммунной системы, улучшению пищеварения и повышению энергии [1, 4].

Таблица 1 – Витаминный и минеральный состав овсяных хлопьев

№ п/п	Витамины, минералы	Содержание, мг
1.	Витамин В1	0,5
2.	Витамин В2	0,2
3.	Витамин В3	1,1
4.	Витамин В4	40,4
5.	Витамин В5	1,1
6.	Витамин В6	0,1
7.	Витамин В9	32,0
8.	Кальций	52
9.	Железо	4,3
10.	Магний	138
11.	Фосфор	410
12.	Калий	362
13.	Натрий	6
14.	Цинк	3,6
15.	Медь	0,4
16.	Марганец	3,6
17.	Селен	28,9

Таблица 2 – Витаминный и минеральный состав ряженки

№ п/п	Витамины, минералы	Содержание, мг
1.	Витамин В2	200
2.	Витамин В3	100
3.	Витамин В4	14,6
4.	Витамин В5	400
5.	Витамин В9	5
6.	Витамин А	47
7.	Витамин D	1,3
8.	Витамин D3	1,3
9.	Витамин Е	100
10.	Витамин К	0,3
11.	Кальций	115
12.	Калий	135
13.	Натрий	105
14.	Фосфор	85
15.	Цинк	400
16.	Селен	3,7

Таблица 3 – Витаминный и минеральный состав мака

№ п/п	Витамины, минералы	Содержание, мг
1.	Витамин Е	1,8
2.	Витамин С	1,0
3.	Витамин В1	0,9
4.	Витамин В2	0,1
5.	Витамин В3	0,9
6.	Витамин В4	8,8
7.	Витамин В5	0,3
8.	Витамин В6	0,2
9.	Витамин В9	82,0
10.	Кальций	1 438
11.	Железо	9,8
12.	Магний	347
13.	Фосфор	870
14.	Калий	719
15.	Натрий	26
16.	Цинк	7,9
17.	Медь	1,6
18.	Марганец	6,7
19.	Селен	13,5

Таблица 4 – Минеральный состав кунжутных семян

№ п/п	Минералы	Содержание, мг
1.	Кальций	60
2.	Железо	6,4
3.	Магний	345
4.	Фосфор	667
5.	Калий	370
6.	Натрий	47
7.	Цинк	6,7
8.	Медь	1,4
9.	Марганец	1,4
10.	Селен	34,4

Были определены оптимальные соотношения овсянки, ряженки, мака и кунжутных семян для достижения желаемого вкуса, и полезных свойств. Разработанная рецептура овсяной каши на ряженке с добавлением мака и кунжутных семян представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Рецептура овсяной каши на ряженке

№ п/п	Сырье	Количество
1.	Овсянка, ст.л.	3
2.	Ряженка, г	250
3.	Мак, г	5
4.	Кунжутное семя, г	10

За основу брали обычные овсяные хлопья небыстрого приготовления. На дно банки с широким горлышком объёмом не менее 400 мл насыпать 3 ст. л. овсяных хлопьев. Залить стаканом ряженки, переме-

шать содержимое, плотно закрыть банку крышкой и оставить настаиваться на ночь в холодильнике. Ряженка помогает овсянке разбухнуть и стать мягкой. Мак предварительно замочить на 10 минут в горячей воде и добавить утром в содержимое банки. Перед употреблением добавить перемолотые кунжутные семена. И все завтрак готов. Есть его холодным не обязательно – можно нагреть в микроволновой печи на пониженной мощности до комнатной температуры или сделать ещё теплее.

Овсяная каша на ряженке с маком и кунжутными семенами – полезный и питательный завтрак или перекус, богатый клетчаткой и пробиотиками, который очень легко приготовить. Вместе они создают питательный продукт, укрепляющий кости, улучшающий пищеварение, нормализующий холестерин и дающий заряд энергии, полезный для нервной системы и общего тонуса, особенно в виде десерта или перекуса. Его можно употреблять как в холодном, так и теплом виде. 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 определенных заболеваний или состояния здоровья, следует проконсультироваться со специалистом перед включением данного блюда в свой рацион.

В таблице 6 представлены органолептические показатели блюда.

Таблица 6 – Органолептические показатели овсяной каши на ряженке

№ п/п	Наименование показателя	Характеристика
1.	Внешний вид	Зёрна овсяных хлопьев набухшие, полностью разваренные
2.	Консистенция	Густая, тягучая, слегка вязкая
3.	Вкус и запах	Приятный выраженный сливочный кисломолочный вкус и запах
4.	Цвет	Кремового оттенка

Анализ органолептических свойств выявил отчётливый кисломолочный привкус и аромат, что полностью обусловлено использованными ингредиентами. Семена кунжута и мака придают блюду своеобразный ореховый вкус и улучшают его консистенцию. Данные компоненты превосходно дополняют вкус овсяной каши.

Таким образом, сочетание мягкой текстуры овсянки, лёгкой кислинки от ряженки, полезного кунжута и мака создает идеальный вариант для тех, кто стремится к быстрому приготовлению и сбалансированному питанию. Введение семян мака и кунжута в рецептуру овсянки – необычное, но на удивление удачное сочетание. Эти добавки обогащают блюдо как вкусом, так и полезными веществами. Необходимо в дальнейшем изучить потребительский спрос, беря во внимание актуальные тенденции здорового образа жизни, для создания продукта, приносящего максимальную пользу и удовольствие.

Разработка рецептуры овсяной каши на основе ряженки с добавлением мака и кунжута представляет собой многообещающее направление, позволяющее предложить потребителю вкусный, питательный и легко приготавливаемый продукт, отвечающий современным требованиям к здоровому питанию. Инновационный подход заключается в синергии кисломолочной основы, обогащенной пробиотиками, с текстурными и вкусовыми акцентами семян, создавая уникальный гастрономический опыт. Этот продукт может стать идеальным выбором для завтрака или легкого перекуса, обеспечивая организм энергией и полезными веществами, а также способствуя улучшению пищеварения благодаря ферментированным свойствам ряженки.

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. Хлопья овсяные. Технические условия: ГОСТ 21149-2022.

3. Импортозамещение в АПК России: проблемы и перспективы: монография. М.: ФГБНУ «Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства» (ФГБНУ ВНИИЭСХ), 2015. 447 с.

4. Лукин А. А., Щербакова Е. И., Хамраева Г. Б. Пищевые, функциональные добавки и белковые препараты в технологии продуктов питания: учебное пособие. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. 152 с.

5. О безопасности молока и молочной продукции: технический регламент Таможенного союза: ТР ТС 033/2013. М.: Консорциум «Кодекс», 2013. 132 с.

6. 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.

УДК 641.5:664.68

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ДЕСЕРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧЕРЕМУХОВОЙ МУКИ

Бочкова И. А., *к. с.-х. н., доцент*
Денисова М. А., *к. т. н., доцент*
Филимонова Н. А., *к. т. н., преподаватель ИНО*
Гиззатова Г. Л., *к. т. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. В условиях роста алиментарно-зависимых заболеваний актуальной задачей пищевой индустрии является создание продуктов с повышенной пищевой ценностью, предназначенных для профилактики нарушений обмена веществ. В работе представлены результаты сравнительного анализа органолепти-

ческих характеристик контрольного образца кекса и опытных изделий с полной заменой пшеничной муки на черемуховую. Установлено, что включение черемуховой муки позволяет получить продукт с высокими дегустационными оценками, улучшенным минеральным и витаминным составом. Определена оптимальная рецептура и рассчитана экономическая эффективность производства.

Ключевые слова: *мучные кондитерские изделия, целиакия, безглютеновые продукты, черемуховая мука, пищевая ценность черемуховой муки.*

Ухудшение экологической ситуации в мире, высокий темп жизни людей, стрессовые ситуации, нерациональное питание привели к распространению различных заболеваний, связанных с нарушением обмена веществ, возникновением аллергии на пищевые продукты, которая проявляется в раздражении слизистой оболочки кишечника и нарушении ее функций. Это влечет за собой нарушение развития систем организма, особенно у детей, снижение работоспособности [1].

Распространенность данной патологии в мире достигает 1 %. В России ситуация усугубляется низкой осведомленностью населения, отсутствием экспресс-диагностики и ограниченным ассортиментом специализированных продуктов, свободных от «скрытого глютена» [6].

Причиной возникновения аллергических реакций и расстройств функций кишечника при целиакии является белок злаковых культур – глютен, который содержится в пшенице, ржи, ячмене, овсе и поступает в организм с продуктами питания. Эпидемиологическая распространенность непереносимости глютена, или глютеновая болезнь, непрерывно растет.

Глютен (клейковина) представляет собой комплекс запасных белков (глиадина и глютенина), содержащихся в пшенице, ржи, ячмене и овсе. Именно эти фракции вызывают атрофию ворсинок тонкого кишечника у генетически предрасположенных лиц. В связи с этим единственным эффективным методом лечения является строгая пожизненная аглютеновая диета [3].

Свыше двух с половиной веков специалисты разных стран изучают клейковину, однако и в настоящее время многие важные стороны состава и свойств клейковины неясны. Белки муки состоят из альбумина, глобулина, глиадина и глютенина. Из общего количества белка на долю альбумина падает 5,7-11,5 %, глобулина 5,7-10,8 %. Большая часть белка представлена глиадином (40-50 %) и глютенином (34-42 %) [6].

С целью обеспечения полноценного рациона питания больных целиакией учеными разработаны рецептуры специальных диетических продуктов, которые не содержат аллергенов (в данном случае глютена) [4].

Ежегодно в нашей стране увеличивается число людей, страдающих пищеварительными дисфункциями организма.

В связи с этим одной из главных задач реализации планов государственной политики РФ в области здорового питания является обеспечение всех групп населения сбалансированными качественными пищевыми продуктами отечественного производства.

Цель данной работы – научное обоснование и разработка рецептуры десерта функционального назначения с использованием черемуховой муки, пригодных для питания лиц с непереносимостью глютена.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

– разработать рецептуру и применить технологию кексов из черемуховой муки с добавлением миндального молока;

– исследование органолептических и физико-химических показателей;

– рассчитать пищевую ценность.

Проектирование состава новых видов специализированной пищевой продукции, адекватность замены традиционного растительного сырья должна быть обусловлена подбором альтернативных аналогов, обеспечивающих промышленное производство пищевых изделий с заданными медико-биологическими, реологическими, экономическими и органолептическими признаками [4]. Общеизвестным остается тот факт, что при разработке безглютеновых пищевых изделий замена пшеничной муки на безглютеновые виды, сопровождается рядом технологических сложностей, поскольку решающее значение имеет имитация вязкоупругих свойств клейковины пшеничного теста. Причиной отсутствия оптимальных структурно – механических свойств безглютенового теста является способ соединения полипептидных цепей в белках, отличающийся от трехмерной разветвленной структуры клейковины [6]. В настоящее время существует два основных способа производства безглютеновых продуктов питания.

Первый – биотехнологический, путем подбора сырья растительного происхождения с отсутствием глютена, и второй – биокаталитический, определяющий возможность модификации или удаления глютеновых фракций из традиционных сырьевых источников [7].

Черемуховая мука – это пищевой продукт, изготовленный из ягод одноименного растения после дегидратации. Фракция монодисперсная, порошкообразная; цвет – бурый, коричневатый, похожий на какао; вкус сладковатый, с горчинкой и оттенком миндального ореха; запах слабый, древесный, при длительном хранении более насыщенный, как у одноименной ягоды. Черемуховая мука – продукт, малоизвестный в России, несмотря на повсеместное распространение черемухи. Растение это можно встретить практически по всей территории нашей страны в поясе умеренного климата.

Черемуха насчитывает более двадцати съедобных видов и вырастает в виде как невысоких кустарников, так и больших деревьев. Из ее ягод с давних времен готовят начинки для пирогов, варенья,

компоты, кисели, наливки, квасы. Ягоды, цветы, листья и кора издавна использовались в народной медицине. По цвету и консистенции мука из черемухи напоминает порошок какао. Используют ее в основном для приготовления десертов и выпечки, которым она придает неповторимый пикантный вкус. Сама мука на вкус чуть терпкая, сладковатая, с утонченной горчинкой и ароматом горького миндаля. Также сухая молотая черемуха содержит органические кислоты (лимонную и яблочную), дубильные вещества, эфирное и жирное масло, сахар, клетчатку, пектин, пигменты, флавоноиды и фитонциды. В ее состав входят витамины А, С, Е, К, РР и витамины группы В. Установлено, что черемуховая мука превосходит пшеничную [6]; по содержанию кобальта на 525 %, витамина Е – на 13,3 %, витамина В1 – на 94,12 %, В2 – на 75 %, по содержанию яблочной кислоты – на 85,3 %, лимонной и аскорбиновой кислот – на 100 %. Черемуховая мука помогает людям, страдающим самыми различными заболеваниями. Изделия, приготовленные из неё, полезны людям с малокровием, тем, у кого нарушено желчевыделение или работа кишечника. Мука богата дубильными веществами, флавоноидами-мощные антиоксиданты, они способны нейтрализовать действие свободных радикалов, снижать риск возникновения злокачественных образований. Установлено наличие триметиламина, смол, камедей, эфирного масла, имеющего запах горького миндаля [7].

При разработке рецептуры учитывалось, что замена пшеничной муки на безглютеновую часто ведет к ухудшению реологических свойств теста из-за иной пространственной организации полипептидных цепей. Внесение черемуховой муки в сочетании со сливочным маслом и миндальным молоком позволило добиться приемлемой вязкости и газоудерживающей способности, что подтверждается качеством готовых изделий.

На основе источников, нами была разработана рецептура.

Технологический процесс приготовления десерта включал стандартные этапы: подготовку сырья, замес теста, порционирование, выпечку и охлаждение. Ключевым отличием стало использование черемуховой муки и миндального молока, что потребовало корректировки влажности теста для достижения оптимальной консистенции.

В результате сравнения органолептических показателей были отобраны опытные изделия из черемуховой муки (таблица 1). В процессе приготовления десерта из альтернативного сырья нами было принято решение заменить маргарин на сливочное масло и миндальное молоко, т. к. продукт на сливочном масле и миндальном молоке обладали наилучшими вкусовыми качествами. На рисунке 2 представлена органолептическая оценка разработанного по рецептуре десерта.

Таблица 1 – Органолептические показатели десерта

Показатели	Черемуховая мука
Вкус и запах	В меру сладкий, сдобный, с легким ароматом миндаля
Поверхность	Верхняя – выпуклая, без трещин, боковая поверхность явно выражена
Вид в изломе	Пропеченное изделие, без комочков, следов непромеса, с равномерной пористостью
Структура	Мягкая, разрыхленная
Форма	Правильная, с выпуклой верхней поверхностью.
Калорийность готовых изделий	132,3 ккал на 1 ед. изделия

Миндальное молоко, использованное в рецептуре, является источником растительного белка, магния, марганца, цинка и железа. Оно не содержит казеина, что исключает риск перекрестной аллергии, и придает готовым изделиям приятный ореховый оттенок при невысокой калорийности (51-80 ккал/100 г) [4].

По результатам органолептической оценки (рисунок 2) десерт из черемуховой муки получил высокие баллы по всем ключевым показателям: внешнему виду, цвету, запаху, консистенции и вкусу. Дегустаторы отметили гармоничное сочетание сдобного вкуса с пикантной миндальной горчинкой и приятным древесным ароматом, при калорийности готовых изделий 132,3 ккал.

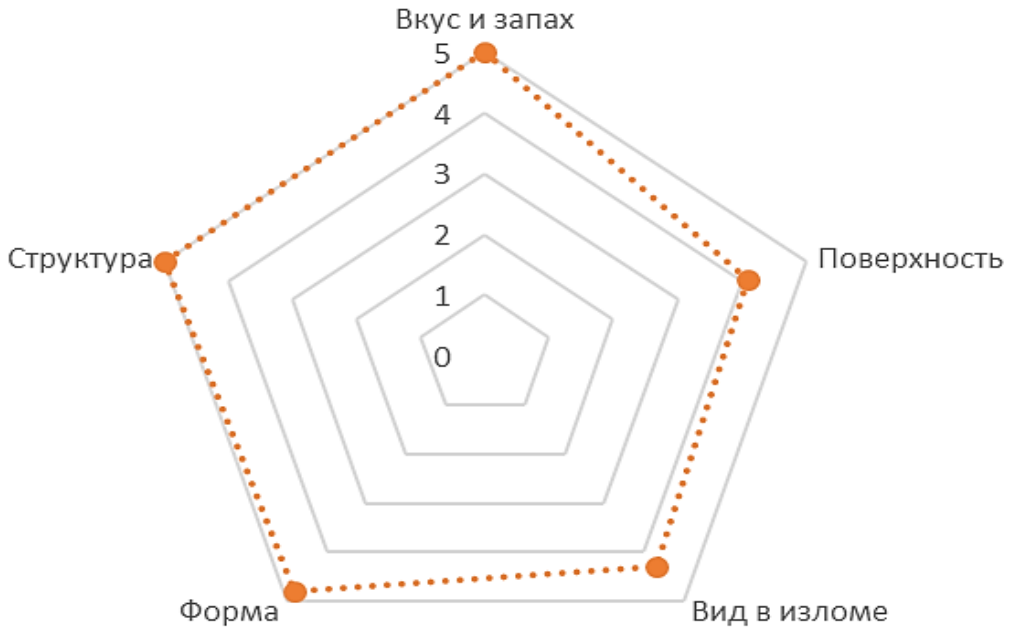


Рисунок 2 – Органолептический профиль разработанного образца десерта из черемуховой муки.

Разработанная рецептура позволяет получить изделия с высокими органолептическими свойствами, улучшенным витаминно-минеральным составом и пониженной калорийностью. Отсутствие глютена в составе делает продукт безопасным для лиц с целиакией и другими формами пищевой непереносимости. Полученные результаты могут быть внедрены в производство на предприятиях пищевой промышленности с целью расширения ассортимента диетической продукции отечественного производства.

Список использованной литературы

1. Бильсер С. А., Хавкин А. Непереносимость глютена и показания к диете // Врач. 2011. № 5. С. 17-21.

2. 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.

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. Данченко Н. К., Красина И. Б., Казьмина О. И. Использование нетрадиционного сырья при производстве безглютеновых вафельных хлебцев // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2015. № 1 (343). С. 49.

5. Лечение и профилактика целиакии / Л. М. Крумс, А. И. Парфенов, Е. А. Сабельникова [и др.] // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2011. № 2. С. 86-92.

6. Обоснование применения композиций безглютеновых видов муки в технологии специализированных мучных кондитерских изделий. https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-primeneniya-kompozitsiy-bezglyutenovyh-vidov-muki-v-tehnologii-spetsializirovannyh-muchnyh-konditerskih-izdeliy.

7. Формирование рецептур для производства безбелковых и безглютеновых продуктов / Т. Цыплакова, Д. Шнейдер, Е. Костылева [и др.] // Хлебопродукты. 2011. № 12. С. 44-46.

8. Чугунова О. В., Лейберова Н. В. Разработка ассотимента мучных изделий функционального назначения // Изв. Урал. экон. ун-та. 2011. Т. 35. № 3. С. 152-157.

9. Филимонова Н. А., Бочкова И. А., Андреенко Л. В., Минченко Л. А. Разработка рецептуры фруктово-ягодного десерта в условиях развития АПК Волгоградской области // Известия НВ АУК. 2023. № 3 (71). С. 584-594.

УДК 664.65

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО КОНДИТЕРСКОГО ИЗДЕЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУКУРУЗНОЙ И РИСОВОЙ МУКИ

Гиззатова Г. Л., *к. т. н., доцент*
Денисова М. А., *к. т. н., доцент*
Бочкова И. А., *к. с.-х. н., доцент*
Масалыкина А. П., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Основными технологическими ограничениями классического заварного теста для эклеров выступают зависимость от твёрдых животных жиров и высокие требования к клейковине пшеничной муки. Перспективным направлением модернизации является замена этих компонентов: животного жира – на кукурузное масло, а пшеничной муки – на безглютеновую смесь кукурузной и рисовой муки. Это не только позволит обогатить продукт ценными нутриентами и снизить риски, связанные с рядом заболеваний. Однако такие изменения принципиально повлияют на структуру теста, что потребует переработки всей технологии.

Ключевые слова: *заварное тесто, кукурузное масло, кукурузная мука, безглютеновые продукты, рисовая мука.*

Кондитерский продукт будущего – это не просто лакомство. Это сложный пищевой продукт, который через знакомые сенсорные ощущения (вкус, запах, вид) доставляет потребителю дополнительную ценность: пользу для здоровья, уверенность в качестве сырья и минимизацию вреда для планеты. Индустрия движется от концепции «пустых калорий» к концепции «осознанного удовольствия».

Пищевая промышленность теперь призвана не улучшать природу путем упрощения, а раскрывать ее потенциал с помощью сложных технологий, делая цельные, богатые клетчаткой продукты вкусными, удобными и доступными. Это ответ на запрос о здоровье через питание, где здоровье желудочно-кишечного тракта признано фундаментом общего благополучия.

Современная пищевая промышленность трансформируется из поставщика калорий в поставщика нутриентов и здоровья. Повышенная пищевая ценность становится не побочным эффектом, а основной проектной задачей при создании нового продукта, что напрямую отвечает на запрос о здоровье и осознанном потреблении [1].

Настоящее исследование направлено на разработку кондитерских изделий инновационного функционального назначения с использованием композитных смесей кукурузной и рисовой муки. В работе экспериментально обосновывается влияние различных соотношений

муки на физико-химические показатели, структурно-механические свойства, органолептические характеристики и нутриентный профиль готовых изделий, что позволит создать продукты с заданными функциональными свойствами [3, 4].

Цель работы заключается в создании инновационного функционального заварного полуфабриката, основанной на полной замене традиционных ингредиентов: животных жиров – на кукурузное масло, а пшеничной муки – на безглютеновую композицию из кукурузной и рисовой муки.

Для достижения цели необходимо выполнить ряд следующих задач:

– изучение свойств кукурузной и рисовой муки;

– разработка рецептурных композиций заварного теста;

– оценка качества и пищевой ценности готовых изделий.

Кукуруза является одной из ведущих культур мирового агропромышленного комплекса с постоянно растущими посевными площадями [5]. Помимо экономической значимости, она обладает и доказанной пищевой ценностью. Научно обосновано её применение в диетотерапии и для профилактики атеросклероза. Этот эффект обусловлен, главным образом, благоприятным составом кукурузного масла (высокое содержание ненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, витамина Е), наличием пищевых волокон и комплекса антиоксидантов (каротиноиды, токоферолы). Таким образом, введение кукурузной муки в рецептуры может целенаправленно повышать профилактическую направленность пищевых продуктов [2].

Помимо макронутриентов, кукуруза содержит комплекс биологически активных соединений. Среди них особый интерес представляет фитиновую кислоту. В то время как в традиционной диетологии его иногда рассматривали как антипитательное вещество, связывающее минералы, современные исследования выявляют его положительные физиологические эффекты. Фитин и продукты его гидролиза (инозитол) обладают нейропротекторными свойствами, могут оказывать положительное влияние при состояниях умственного переутомления и в комплексной поддержке функции нервной системы, а также участвовать в процессах кроветворения. Таким образом, кукурузная мука может служить источником не только пищевых волокон и витаминов, но и ценных фосфоорганических соединений.

Роль витаминов как катализаторов биохимических процессов обуславливает их критическую важность в питании. В контексте создания функциональных продуктов особый интерес представляет нешлифованная рисовая мука, так как в отличие от рафинированного аналога, она сохраняет основные депо витаминов группы В и РР. Использование такой муки позволяет естественным образом повысить микронутриентную плотность пищевых изделий.

Результаты исследований и их обсуждение.

Экспериментальная часть работы включала исследования, по установлению оптимальных параметров введения кукурузной и рисовой муки в рецептуру заварного теста. Методом последовательных проб варьировались процентные доли каждого вида муки с целью достижения баланса между пластичностью теста, его способностью к формообразованию и сохранению структуры при выпечке.

В таблице 1 представлены качественные показатели кукурузной и рисовой муки, использованные при разработке рецептур заварного теста.

Таблица 1 – Качественные показатели муки из кукурузы и риса

Показатель	Характеристика показателя	
Влажность, %	14	14
Кислотность, град.	3,8	4,0
Внешний вид	свойственный кукурузной муке, без комочков и загрязнений	однородная порошкообразная масса, без комочков и загрязнений
Запах	свойственный кукурузной муке, без посторонних запахов	характерный для рисовой муки, без посторонних запахов
Вкус	сладковато-нейтральный, непрогорклый	нейтральный, без горечи, кислоты
Цвет	белый или жёлтый	от белого до светло-кремового

В таблице 2 представлена рецептура функционального, безглютенового варианта заварного теста и классическая рецептура заварного теста [6].

Таблице 2 – Рецептура усовершенствованного и классического заварного теста

Сырье	Рецептура усовершенствованная	Рецептура классическая
Пшеничная мука высшего сорта	-	100 г
Кукурузная мука	60 г	-
Рисовая мука	40 г	-
Вода питьевая	125 мл	125 мл
Сливочное масло	-	60 г
Кукурузное масло	50 г	-
Яйца куриные	100 г (2 шт.)	4-5 шт. (200-250 г)
Яблочного пектина	3-4 г	-
Соль	1 г	2 г

Была проведена оценка готового изделия из заварного теста (эклеры) после полного охлаждения, приготовленного по экспериментальной рецептуре с полной заменой пшеничной муки на композитную смесь кукурузной и рисовой муки (таблица 3) по 5-балльной системе по следующим критериям, с последующим расчетом среднего балла.

Выпечку опытных образцов проводили в разогретой до 200 ± 10 °С электрической духовке в течение 30-35 минут до достижения готовности (определяемой по золотистому цвету и характерному глухому звуку при простукивании), с последующим 10-минутным досушиванием в выключенной духовке с приоткрытой дверцей для предотвращения отсыревания. Общий балл (среднее арифметическое) составил 4, 6.

Таблица 3 – Органолептическая оценка заварного теста из муки, из кукурузы и риса

Критерий оценки	Описание характеристик для идеального образца (эталон)	Оценка образца (1–5 баллов)	Безглютенового варианта
Внешний вид / Форма	Изделия правильной формы, с ровной поверхностью, без трещин и наплывов, с характерной «юбочкой» в основании.	4	Слегка неправильной формы
Цвет корки	Равномерный золотисто-жёлтый или светло-коричневый оттенок	5	Интенсивный жёлто-золотистый оттенок.
Состояние поверхности	Гладкая, с мелкими пузырьками, хрустящая, не маслянистая.	4	Поверхность более шероховатая, песочная
Структура мякиша (на разломе)	Равномерная пористость с тонкими перегородками, крупные пустоты внутри, мякиш сухой, хорошо пропечённый.	5	Пористость менее равномерная, ячейки мельче, мякиш сухой, хорошо пропечённый.
Запах	Чистый, приятный, с выраженными маслянисто-зерновыми нотами, без посторонних примесей.	5	Ярко выраженный сладковатый зерновой аромат кукурузы
Вкус	Гармоничный, нежный, слегка сливочный, с лёгкой солоноватой нотой.	5	Чёткий сладковатый привкус кукурузной муки
Консистенция при разжёвывании	Нежная, воздушная, быстро тающая, без липкости или излишней сухости.	4	Консистенция более рассыпчатая, ощущаться лёгкая зернистость/песочность

Установлено, что получение заварного полуфабриката с высокими питательными свойствами возможно при использовании новой рецептурной композиции: безглютеновой мучной смеси (60% кукурузной и 40 % рисовой муки) и кукурузного масла вместо традиционных ингредиентов.

Проведенная оценка показала, что готовые изделия соответствуют требуемым физико-химическим нормам и обладают благоприятными органолептическими характеристиками: приятным вкусом и ароматом, неоднородной структурой стенки. Единственным визуальным отличием от классического продукта является более насыщенная желтая окраска поверхности корочки.

Полученные результаты доказывают перспективность и технологическую реализуемость принципиально нового подхода к производству заварных кондитерских изделий. Разработанная рецептура, основанная на полной замене пшеничной муки безглютеновой смесью (60 % кукурузной и 40 % рисовой муки) и использовании кукурузного масла, позволяют не только расширить ассортимент функциональных продуктов питания, но и эффективно вовлекать в пищевой оборот ценные виды растительного сырья. Внедрение данной разработки будет способствовать совершенствованию отраслевых технологий и удовлетворению спроса на специализированную и здоровую продукцию.

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. Бурнацева А. А., Хмелевская А. В. Технологические характеристики безглютеновых видов сырья из зерна белой кукурузы // Актуальные проблемы биологии и экологии: материалы международной научно-практической конференции. 2018 С. 131-136.

3. Гиззатова Г. Л., Денисова М. А., Масалыкина А. П., Бочкова И. А. Разработка рецептуры зефтра 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. Обоснование применения композиций безглютеновых видов муки в технологии специализированных мучных кондитерских изделий. https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-primeneniya-kompozitsiybezglyutenovyh-vidov-muki-v-tehnologii-spetsializirovannyh-muchnyh-konditerskih-izdeliy

5. Сорта кукурузы, включенные в государственный реестр // Зерновые культуры. М., 1999.

6. Шнейдер Д. В. Формирование рецептуры безглютеновых смесей для выпечки // Пищевая промышленность. 2012 № 2 С. 55–57.

УДК 663.813:628.16:66.081.3

ВЛИЯНИЕ ЦЕОЛИТОВОЙ СОРБЦИОННОЙ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ СТАБИЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА ФРУКТОВЫХ СОКОВ В УСЛОВИЯХ ХРАНЕНИЯ

Денисова М. А., *к. т. н., заведующий кафедрой*
Гиззатова Г. Л., *к. т. н., доцент*
Бочкова И. А., *к. с.-х. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Исследовано влияние сорбционной очистки воды на природном цеолите на срок хранения трёх видов. Изучено влияние качества технологической воды, подготовленной с использованием цеолитовой сорбционной загрузки, на стабильность потребительских характеристик фруктовых соков при хранении в лабораторных условиях.

Ключевые слова: *цеолит, сорбционная очистка воды, жёсткость воды, фруктовые соки, сокосодержащие напитки, качество соков, сроки хранения соков.*

Фруктовые соки и напитки на их основе представляют собой одну из наиболее востребованных групп переработанной сельскохозяйственной продукции. Для производителей важны не только вкусоароматические свойства и пищевая ценность, но и стабильность качества в течение всего срока хранения. Нарушение коллоидной стабильности, потемнение, выпадение осадка и изменение вкуса приводят к снижению потребительской ценности продукции и возможным экономическим потерям [1].

Ключевым фактором, помимо качества исходного сырья и соблюдения технологических режимов, является качество технологической воды, используемой на производстве. Вода входит в состав напитков (нектаров, сокосодержащих напитков), применяется при восстановлении соковых концентратов, приготовлении сахарных сиропов и растворов добавок. Жёсткость воды, её солевой и ионный состав (особенно содержание ионов кальция, магния, железа, меди).

Данные факторы влияют на вкус, цвет, окислительно-восстановительный потенциал.

Современные технологии водоподготовки включают механическую фильтрацию, умягчение, ионный обмен, мембранные методы, сорбционную очистку и комбинированные схемы. Среди доступных и технологически простых решений выделяется использование природ-

ных цеолитов – алюмосиликатных материалов с развитой пористой структурой и выраженными ионообменными свойствами. Цеолиты эффективны для снижения жёсткости воды, удаления аммония и ряда ионов тяжёлых металлов [2].

В условиях лабораторных исследований, особенно на базе учебных заведений, далеко не всегда возможно смоделировать полный промышленный цикл производства соков. В связи с этим целесообразно использовать магазинные (коммерческие) фруктовые соки в качестве стандартизированного исходного сырья и на их основе воссоздавать отдельные технологические операции, в частности разбавление соков водой до уровня нектаров или напитков. Это позволяет оценить влияние качества воды на стабильность продуктов при хранении, не вмешиваясь в промышленный процесс [3, 4].

Цель работы, является исследование влияние сорбционной очистки технической воды с использованием цеолитовой загрузки на физико-химическую и органолептическую стабильность модельных напитков на основе фруктовых соков из магазина при хранении без учёта микробиологических факторов.

Для достижения цели необходимо выполнить ряд следующих задач:

– охарактеризовать качество исходной воды и воды после цеолитовой очистки;

– приготовить модельные сокосодержащие напитки на основе коммерческих яблочного и апельсинового соков с использованием воды обоих типов;

– оценить изменение показателей качества напитков (цвет, мутность, pH, кислотность, устойчивость взвешенной фазы) в процессе хранения;

– проанализировать влияние качества воды на устойчивость потребительских свойств напитков и сделать выводы о целесообразности применения цеолитовой водоподготовки.

Объектом исследования является водопроводная вода, используемая в лаборатории. Использоваться будет два вида водопроводной воды, один вид после механической очистки через фильтр картриджного типа, а второй вид после очистки через цеолитовый фильтр. Магазинные фруктовые соки коммерческие, пастеризованные приобретенные в розничной сети. Первый вид сок – это яблочный восстановленный 100 % сок, второй вид сока – это апельсиновый восстановленный 100 %, все соки одного производителя и из одной партии.

Для моделирования промышленного разбавления соков до уровня нектаров/напитков на основе магазинных соков были приготовлены напитки следующего состава:

– яблочный или апельсиновый сок (из магазина) – 60-70 %;

– вода (Вода 1 или Вода 2) – 30-40 %.

Содержание сока подбирали с учётом типичных норм для нектаров и напитков на основе сока. Дополнительный сахар не добавляли, чтобы не усложнять интерпретацию результатов.

Приготовили четыре серии напитков:

– Я-А – яблочный напиток с использованием Воды 1;

– Я-Б – яблочный напиток с использованием Воды 2;

– А-А – апельсиновый напиток с использованием Воды 1;

– А-Б – апельсиновый напиток с использованием Воды 2.

В лабораторных условиях была собрана сорбционная установка, которая состоит из следующих элементов:

1) Стеклянная колонна с внутренним диаметром 40мм и высотой слоя природного цеолита 500 мм;

2) Подслой из ваты чтобы не происходило просыпание цеолита при фильтрации и природного цеолита с гранулометрическим составом 1,5 мм.

Фильтрование производилось сверху вниз, температура воды составляла 20 $^{\circ}$C. Перед использованием цеолитовую загрузку промывали дистиллированной водой до удаления видимых взвесей. Далее загрузки переводили в натриевую форму восьмипроцентным хлоридом натрия, затем промывали для удаления хлорид-ионов.

Физико-химические показатели определялись по стандартным методикам, каждый показатель определяли не менее чем в четырех повторность для каждой воды, данные исследования приведены в таблице 1.

Для приготовления модельных напитков на основе магазинных соков выполняли выдерживание при температуре 20 $^{\circ}$C, далее измеряли исходные показатели, такие как pH, кислотность, цвет, мутность. Для каждой исследуемой серии напитков были выполнены пропорции, количество сока и воды, чтобы доля сока составляла 60-70 %. Тщательно перемешивали и разливали в стеклянные бутыли объемом 0,25 дм^3 и закрывали винтовыми крышками.

Таблица 1 – Показатели качества исследуемой воды до и после очистки на цеолитовой загрузке

Показатель	Единицы измерения	Вода до очистки	Вода после очистки
Общая жёсткость	ммоль-экв/дм³	5,2	1,1
Кальциевая жёсткость	ммоль-экв/дм³	3,3	0,6
Ca^{2+}	мг/дм³	132	24
Mg^{2+}	мг/дм³	46	12
Сухой остаток	мг/дм³	520	340
pH	-	7,4	7,1
Цветность	градусы	9	4
Мутность	-	1,1	0,4
Железо общее	мг/дм³	0,25	0,05

Укупоренные бутыли хранили в следующих условиях при температуре 20 °С, отсутствии прямых солнечных лучей в вертикальном положении.

Отбор проб на химический анализ проводили через 0 суток, 24 часа, 2 недели и 1 месяц хранения.

Методы анализа качества модельных напитков проводились по стандартным методикам [5, 6]. Титруемую кислотность определяли титрованием раствором NaOH с индикатором (фенолфталеином или другим) по соответствующим нормативным методикам; результат выражали в г/дм³ в пересчёте на лимонную или яблочную кислоту (в зависимости от типа сока) и т.д. Исходные показатели модельных напитком приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Качественные показатели модельных напитков в течение ноля суток

Показатель	Единицы измерения	Я-А+вода 1	Я-Б+вода 2	А-А+вода 1	А-Б+вода 2
Титруемая кислотность	г/дм³	5,5	5,4	7,0	6,9
pH	–	3,58	3,60	3,50	3,52
Мутность	-	3,2	2,4	4,0	3,1
Массовая доля сухих веществ	°Брикс	7,5	7,5	7,0	7,0

Массовая доля растворимых сухих веществ и титруемая кислотность в парах Я-А/Я-Б и А-А/А-Б практически совпали, что подтверждает одинаковый состав соковой и водной частей по массе. Незначительные расхождения могли находиться в пределах погрешности измерений. Значения pH также существенно не различались в разных сериях, что вполне ожидаемо, поскольку кислотность определяется в первую очередь самим соком, а вклад воды невелик.

Таблица 3 – Динамика показателей яблочного модельного напитка при хранении

Срок хранения	Серия	Мутность	Объём осадка, %*	pH
0 суток	Я-А	0,12	0	3,58
	Я-Б	0,10	0	3,60
24 часа	Я-А	0,16	2	3,60
	Я-Б	0,13	1	3,61
2 недели	Я-А	0,23	5	3,63
	Я-Б	0,17	3	3,63
1 месяц	Я-А	0,31	9	3,66
	Я-Б	0,22	5	3,65

Таблица 4 – Динамика показателей апельсинового модельного напитка при хранении

Срок хранения	Серия	Мутность	Объём осадка, %*	pH
0 суток	А-А	4,0	0	3,50
	А-Б	3,1	0	3,52
24 часа	А-А	4,5	1	3,51
	А-Б	3,6	0	3,52
2 недели	А-А	5,1	3	3,53
	А-Б	4,1	2	3,54
1 месяц	А-А	5,9	6	3,55
	А-Б	4,7	3	3,55

При хранении, особенно в условиях коллоидной неустойчивости систем, возможно увеличение мутности и образование осадка. В модельных напитках:

– серии с исходной водой (Я-А, А-А) характеризовались более выраженным ростом мутности и образованием заметного осадка к концу хранения;

– в сериях с водой после цеолита (Я-Б, А-Б) мутность росла медленнее, а объём осадка был меньше.

У яблочных напитков, как правило, сильнее проявляется склонность к образованию осадка, что связано с более высоким содержанием пектиновых и фенольных веществ. Изменения pH и титруемой кислотности в процессе хранения для всех серий были незначительными и, как правило, не выходили за пределы аналитической погрешности или естественных колебаний. Существенных и устойчивых различий в динамике этих показателей между сериями, приготовленными на исходной и умягчённой воде, не наблюдалось.

По результатам лабораторных исследований было выявлено, что сорбционная очистка воды на цеолите существенно улучшает её качество в части, наиболее важной для стабильности сокосодержащих продуктов: снижается жёсткость, концентрация Ca^{2+} и Mg^{2+}, а также содержание железа и мутность.

Применение цеолитовой сорбционной подготовки воды может быть рекомендовано в качестве эффективного элемента системы водоподготовки при производстве напитков на основе фруктовых соков, направленного на повышение стабильности потребительских свойств.

Список использованной литературы

1. Аренхардт В. Д., Кетцер Ф., Ванкура Дж. Х. К. и др. Удаление Fe^{3} и Mn^{2} из водных растворов с помощью клиноптилолитовых цеолитов как потенциальный метод очистки грунтовых вод // Процессы. 2025. Т. 13. № 4. С. 1060.

2. Бочарников В. С., Денисова М. А., Гиззатова Г. Л., Бочкова И. А., Бочарникова О. В., Соловьев А. В. Улучшение качества природных вод с использованием цеолитовых опок // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 1 (79). С. 379-385.

3. Бхаттачарджи К., Саксена В. К., Датта С. Переработка фруктовых соков с использованием мембранных технологий: обзор // Инновационные технологии в пищевой промышленности. 2017. Т. 43. С. 136-153.

4. Дерели Орхан Б., Тюркылмаз М., Озкан М. Осветление гранатового и клубничного соков: влияние различных осветляющих агентов на мутность, содержание антоцианов, цвет, фенольные соединения и антиоксидантную активность // Пищевая химия. 2023. Т. 413. С. 135672.

5. Кассано А. и др. Осветление и концентрирование яблочного сока с помощью мембранных процессов: сравнительная оценка качества // Журнал мембранных технологий. 2010. Т. 352. № 1-2. С. 160-165.

6. Bocharnikov V., Bocharnikova O., Pustovalov E., Denisova M., Kozinskaya O., Repenko T. Determination of absorption properties of natural sorbents under dynamic conditions // IV International Conference on Ensuring Sustainable Development in the Context of Agriculture, Energy, Ecology and Earth Science (ESDCA2024). E3S Web of Conferences. LES ULIS, 2024. Art. 1014.

УДК 637.146

КИСЛОМОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ПИТАНИЯ

Клещевникова В. В., *к. с.-х. н., доцент*
Злепкина Н. А., *к. с.-х. н., доцент*
Авоян И. А., *к. с.-х. н., доцент*
Ефремова Е. Н., *д. с.-х. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлена к рассмотрению разработка рецептуры кисломолочного продукта с использованием чайного гриба и растительного компонента. Показаны результаты органолептического исследования готового продукта.

Ключевые слова: *чайный гриб, сушеные яблоки, кисломолочные продукты, органолептические свойства кисломолочных продуктов.*

Питание может быть разным и имеет своеобразные направления. Одно из них подразумевает решение проблемы улучшения ежедневного питания общества за счет введения в рацион продуктов функционального назначения [9].

Функциональное питание стало основным путеводителем человека к оптимальному здоровью и благополучию, тем самым, не изнашивая желудочно-кишечный тракт, эндокринную систему и положительно влияя на состояние людей. Оно предусматривает современную технологию приготовления продуктов и, наконец, в сочетании с биологически пищевыми добавками является эффективным и компенсирует недостающих или не усвоенных из пищи белков, жиров, фермен-

тов, минералов, микроэлементов и витаминов, необходимых для абсолютного здоровья. Пища может являться функциональной только в том случае, если положительное влияние продукта на целевые функции организма доказаны на научном или исследовательском уровнях так объясняют термин «Функциональное питание» европейские ученые.

Аспекты функционального питания рассматривают овощи, фрукты, злаки, молочные продукты, рыба и мясо, помимо основного питания, содержащие биоактивные пищевые соединения, которые влияют на организм благоприятно. Например, пребиотики и пробиотики в составе натурального йогурта.

Растущее потребление молочных продуктов и других продуктов животноводства приносит огромную пользу значительным слоям населения развивающихся стран в их ежедневный рацион. Однако, молочные продукты, в частности, имеют более высокий потребительский спрос, чем большинство других продуктов питания, включая морепродукты и мясо [10].

Рассматривая современный рынок кисломолочных продуктов и изучив приоритеты в предпочтениях населения России в выборе кисломолочной продукции, можно заключить вывод, что наибольшей популярностью пользуются кисломолочные продукты, которые будут не только вкусными, но и полезными. Самыми быстрыми темпами растут объемы выработки кисломолочных продуктов лечебно-профилактического назначения, которые обогащены витаминами и микроэлементами. [1].

Лечебные и диетические качества кисломолочных продуктов считаются еще более ценными, чем молоко. На сегодняшний день ассортимент кисломолочных продуктов стал огромен [4, 5]. Различные кисломолочные продукты воздействуют на человеческий организм по-разному, это говорит о благотворном влиянии микроорганизмов и веществ, которые образуются в результате биохимических процессов, протекающих при сквашивании молока (молочной кислоты, спирта, углекислого газа, антибиотиков, витаминов). Бактерицидные свойства кисломолочных продуктов взаимосвязаны с антибиотической активностью развившихся в них бактерий и дрожжей.

Для населения России наибольший интерес привлекают традиционные напитки, которые чаще всего являются продуктами смешанного брожения.

Разнообразие микрофлоры, специфические вкусовые характеристики, а также подтвержденные вековым опытом и современными исследованиями лечебно-профилактические свойства делают эти продукты объектом множества исследований.

Установлено опытным путем, что молочно-кислые палочки (к примеру, ацидофильная и болгарская), а также дрожжи создают антибиотики, воздействующие на кишечную, паратифозную, дизентерийную, тифозную и туберкулезную палочки, а также конечно на гнилостные микроорганизмы. А также, кисломолочные напитки, из-за содержания молочной кислоты и углекислого газа, они имеют огромное количество полезных свойств: 1) возбуждают аппетит, 2) утоляют жажду, 3) повышают выделение желудочного сока, 4) усиливают перистальтику желудочно-кишечного тракта, 5) улучшают работу почек, 6) передают человеку все пищевые элементы молока, 7) содержат метионин, холин, кальций, 8) обладают антибиотическими свойствами [2, 3].

Все лечебные свойства в кисломолочных продуктах в основном зависят от антибиотических веществ (их количества и качества), которые получаются в продуктах в процессе их приготовления, и определяются в значительной степени видовым составом и активностью используемых заквасок.

Все культуры, которые входят в состав заквасок, распределяются из разных источников. Поэтому особый интерес заслуживает чайный гриб. Настойка которого издавна применялась для лечения различных заболеваний.

Разные исследования показали, что чайный гриб – это симбиоз дрожжевых грибов и уксуснокислых бактерий. Тело гриба описывают так, что это толстая, хрящевато-слизистая расслаивающаяся пленка грязновато-белого цвета, гладкий сверху и волокнисто-лохматый снизу. Гриб размножается легко простым отделением кусочка пленки, который помещают в питательную среду, где он довольно быстро размножается.

Мало кто знает, что название чайного гриба по-научному – медузомицет – так как это говорит о сходстве с медузой.

Нижнюю часть тела гриба занимают дрожжи, которые, перерабатывают содержащийся в растворе сахар на спирт и углекислый газ, тем самым подготавливая питательную среду для уксуснокислых бактерий, которые склеены между собой особым веществом и образуют верхнюю плотную часть гриба.

Состав уксуснокислых бактерий неодинаков, поэтому вырабатываемые ими вещества неоднородны. Одни из них окисляют образованный дрожжами этиловый спирт в уксусную кислоту, другие превращают сахарозу в глюкозу и фруктозу и окисляют моносахара до глюконовых кислот. Образовавшиеся кислоты используются дрожжами для синтеза витаминов, необходимых для развития уксуснокислых бактерий. В результате совместной жизнедеятельности дрожжевых грибов и уксуснокислых бактерий готовый настой чайного гриба обладает кисловатым вкусом и шипучестью [7].

Свойство чайного гриба, а особенно его лечебные свойства состоят из огромного количества многих полезных веществ:

– бактерии, обладают антибиотическими свойствами.

– незаменимый винный спирт;

– кислоты угольные и органические;

– белки, йод, кальций, цинк;

– витамины группы B_1, B, P, C;

– сахар;

– ферменты;

– ароматические вещества.

Положительное влияние на организм человека оказывает глюкуроновая кислота, обладающая дезинтоксикационным действием, а молочная кислота уничтожает вредную микрофлору кишечника и нормализует его функции.

Препараты, приготовленные из настоя чайного гриба, обладают антибактериальной активностью, которую они не теряют при длительном хранении, а также антибиотическими свойствами. Они могут быть с успехом использованы как стимуляторы роста животных, ингибиторы жизнедеятельности различных микроорганизмов и для лечения многих заболеваний [6].

Самые популярные способы получения молочных продуктов – это сквашивание молока (цельного и обезжиренного) различными бактериальными закваскаами, приготовленными на чистых культурах мезофильных и термофильных молочнокислых бактерий. Самое близкое к составу закваски и к биохимической основе технологического процесса является традиционный способ производства кефира с применением кефирной грибковой закваски [8].

Однако при сквашивании молока использование традиционной закваски не позволяет получить продукт с достаточно высокой антибактериальной активностью.

Одним из кисломолочных продуктов с повышенным содержанием сухого обезжиренного молочного остатка является йогурт. Он изготавливается сквашиванием молока протеосимбиотической смесью чистых культур термофильных молочнокислых стрептококков и молочнокислой болгарской палочки, концентрация которых должна составлять не менее чем 10 КОЕ в 1 г продукта, с добавлением или без добавления различных немолочных компонентов.

Самый распространенный вид фруктов в нашей стране – яблоки. Этот фрукт можно употреблять не только в свежем виде, но и в переработанном: варенье, соки, компоты, джем, повидло. Хороши и сушеные яблоки.

Чем полезны сушеные яблоки? Сушеные яблоки содержат в себе ряд витаминов: К, Е, С, В1, В2, В3, В4, В5, В6. Кроме витаминов, в большом количестве содержатся и полезные элементы йод, цинк, селен, медь, марганец, железо, кальций, магний, натрий, калий. Еще в сушеных яблоках есть клетчатка, различные кислоты, пектины, белок, пищевые волокна, фитонциды, катехины, флавоноиды, эфирные масла. Благодаря такому богатому полезному составу сушеные яблоки хорошо влияют на разные процессы в организме: на кровеносную, нервную, пищеварительную системы, стимулируют обмен веществ.

Яблоки способствуют возникновению полезных бактерий в кишечнике, а это улучшает работу кишечника. Сушеные яблоки могут помочь при запорах, при воспалении толстой кишки. А все благодаря клетчатке, нормализующей пищеварение, помогающей выводить из организма вредные вещества. Пектин в яблоках способствует понижению в крови содержания вредного холестерина, нейтрализует ядовитые соединения. Кроме этого, сушеные яблоки обладают некоторым мочегонным эффектом. Еще благоприятно сказываются на работе мочевого пузыря, печени, почек.

Яблоки помогают организму усваивать кальций, а это является профилактикой как остеопороза, так и других заболеваний опорно-двигательного аппарата. Также сушеные яблоки позволяют более быстро переваривать белки и жиры. Яблоки совместимы с мясом и рядом других продуктов. Употребление яблок является хорошей профилактикой ожирения. А за счет калия, который содержится в яблоках, из организма выводится лишняя жидкость. Яблоки повышают иммунитет, улучшают работу интеллекта и памяти, защищают организм от преждевременного старения. При регулярном употреблении сушеных яблок в значительной степени снижается риск ухудшения памяти и старческого слабоумия. В яблоках есть и железо, поэтому их полезно употреблять при малокровии. Полезны яблоки и при гипертонии, тромбофлебите. Яблоки способствуют улучшению циркуляции крови, снижению риска инфарктов.

Яблоки также содержат витамин В6 – пиридоксин, который является важным элементом в жизнедеятельности организма. Пиридоксин необходим особенно тем людям, которые на протяжении длительного периода принимали антибиотики. При недостатке витамина В6 ухудшаются кровообращение и работа мозга. Витамин В6 устойчив к высоким температурам. В яблоках также содержится йод, что очень полезно для профилактики заболеваний щитовидной железы, в том числе и зобной болезни. Кроме этого, йод улучшает мозговые процессы, именно поэтому его рекомендуют работникам умственного труда и учащимся.

В связи с выше изложенным, целью данной разработки явилось повышение качества продукта с функциональным назначением за счет улучшения антибактериальных и органолептических свойств.

При разработке рецептуры было решено что в качестве закваски будет использована бактериальная закваска для биойогурта, культуральная жидкость (настой) чайного гриба 5,0 % путем предварительного культивирования его в настое чая с добавлением 10 % сахарозы, при этом сквашивание проводят при температуре 37-40 $^{\circ}$С и мелкоизмельченные сушеные яблоки.

Немного расскажем, что за бактерии содержатся в этой закваске:

– Лактобактерии Lactococcus lactis subsp. Lactis и Lactococcus lactis subsp. Cremoris. Эти лактобактерии проявляют непосредственное влияние на сбраживание лактозы, и в результате получается молочная кислота. При их проникновении в организм человека возникает нормализация бактериального состава микрофлоры тонкого и толстого кишечника и активация течения окислительно-восстановительных процессов. И так же происходит улучшение обмена жиров, и лактобактерии способствуют борьбе с лишним весом, препятствуют возникновению атеросклероза.

– Streptococcus thermophilus. Функция данного стрептококка быстро повышать уровень кислотности молока, что очень важно с точки зрения безопасности кисломолочных продуктов, так как молочная кислота угнетает многие виды патогенных и условно патогенных микроорганизмов. Полисахариды, которые синтезируются (вырабатываются) этой бактерией способствуют образованию ровной плотной консистенции молочных продуктов с характерным приятным кисломолочным вкусом и запахом, при этом, данные соединения обладают высокой связывающей (адгезивной) функцией, что замедляет процесс расслаивания (выделения сыворотки), а значит в производстве, можно обойтись без загустителей и стабилизаторов.

– Lactobacillus bulgaricus – считается наиболее известной бактерией. Из истории кисломолочных продуктов известно, что Илья Мечников считал ее главным средством в борьбе против старения и самоотравления организма человека.

– Bifidobacterium bifidum – они сбраживают углеводы с образованием молочной и уксусной кислот.

– Bifidobacterium infantis – вид бифидобактерий, который используется в молочной промышленности как пробиотик.

– Propionibacterium freudenreichii subsp. Chermanii – подвид пропионовокислых бактерий, которые могут быть использованы как пробиотики благодаря их способности образовывать не только пропионовую кислоту, но и минорные органические кислоты, бактериоцины, ферменты и витамины.

Молочнокислые микроорганизмы (КОЕ/г, не менее): 1×109.

Технология производства данного продукта заключалась в следующем: взяли молоко с жирностью 2,5-3,2 %, которое пастеризуют при 90 ºС в течение двух минут и охлаждают до температуры 37-40ºС. В охлажденное молоко вносят 5 % настоя чайного гриба 7-8-дневной, йогуртовую закваску и 5 % мелкоизмельченных сушенных яблок. Затем полученную смесь перемешивают в течение двух минут и оставляют для сквашивания. Продукт охлаждают до 8ºС и хранят до реализации. Результаты органолептической и физико-химических исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования кисломолочного продукта

Наименование показателя	Результаты исследования
Внешний вид и консистенция	Плотный, однородный сгусток в меру вязкий. С небольшим осадком добавленного растительного компонента.
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный без посторонних привкусов и запахов, в то же время сладковатый привкус с приятным ароматом растительного компонента (яблок)
Массовая доля жира, %	3,2
Кислотность, °Т	75
Массовая доля белка, %	3,2

На основании проведенных органолептических и физико-химических исследований установлено, что приготовленный таким образом кисломолочный продукт имеет однородный, плотный сгусток, обладает высокими вкусовыми качествами. Предлагаемый продукт обладает функциональным назначением с антибактериальной активностью.

Список использованной литературы

1. Бабурина А. Д., Задера М. И. О пользе кисломолочных продуктов // Юный ученый. 2017. № 2 (11). С. 122-124.

2. Борисова Г. В. Закваски для кисломолочных продуктов: классификация, характеристики, качество // Молочная промышленность. 2008. № 6. 73 с.

3. Гулбани А. Д. Разработка технологии кисломолочного напитка на основе тибетского молочного гриба: автореферат дисс. Кемерово, 2015. 19 с.

4. Лабинов В. В. Ситуация на мировом и российском рынках молочных продуктов // Молочная промышленность. 2006. № 11. С. 4-6.

5. Лабинов В. В. Состояние молочного рынка России: проблемы и способы их нивелирования // Молочная промышленность. 2013. № 4. С. 5-8.

6. Польза и вред чайного гриба, как его вырастить и как за ним ухаживать. https://www.ayzdorov.ru/tvtravnik_chaiinii_grib.php

7. Применение микрофлоры настоя чайного гриба при производстве кисломолочных продуктов. https://cyberpedia.su/2x6758.html

8. Способ получения кисломолочного продукта: 1761092 СССР: A23 C9/12 / Т. П.Сивенкова, В. Н. Сергеев, Л. А. Забодалова, А. М. Маслов, Т. А. Кудрявцева, Т. А. Флегонтова. № 4892722/13; заяв.19.12.90; опубл.15.09.92, Бюл. № 34.

9. Кисломолочное мороженое с функциональными ингредиентами / В. И. Ганина, М. А. Федотова, В. А. Обелец, А. А. Творогова // Молочная промышленность. 2009. № 7. С. 63-64.

10. Киреева А. Б., Якубова Э. Ж. Козье молоко в аспекте функционального питания // Юный ученый. 2018. № 4 (18). С. 73-75.

УДК 663.86:635.11

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА НАПИТКА СВЕКОЛЬНОГО С АДАПТОГЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Кузнецова Е. А., *к. с.-х. н., доцент*
Мордвинкин С. А., *к. с.-х. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена возможность производства напитка, обладающего адаптогенными свойствами, произведенного из свекольного сока, сливок 10 % жирности и сиропа лимонника китайского с шиповником. В результате проведенного исследования установлена возможность производства напитка на основе свекольного сока с добавлением 10% сливок, обогащенного сиропом лимонника китайского и шиповника, а также установлена оптимальная дозировка исследуемых компонентов.

Ключевые слова: *безалкогольные напитки, свекольный сок, сливки, сироп лимонника с шиповником.*

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 демонстрирует 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: 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 про-

хладительные газированные напитки (8 %). Каждый шестой отдает предпочтение молоку или сливкам. Реже всего наши соотечественники охлаждаются безалкогольным пивом (1 %) и энергетическими напитками (1 %).

Из 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. 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 свекольного сока, сливок 10% и сиропа лимонника с шиповником.

Цель работы – изучить возможность производства напитка на основе свекольного сока с добавлением 10 % сливок, обогащенного сиропом лимонника китайского с шиповником.

В ходе исследования была проведена оценка органолептических показателей экспериментальных образцов свекольного напитка со сливками с добавлением сиропа лимонника с шиповником. Лабораторный эксперимент включал два варианта: 1) контроль – напиток из свекольного сока с добавлением 10 % сливок (без добавок); 2) вариант – напиток из свекольного сока с добавлением 10 % 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.

Свекольный сок – это ценный источник множества полезных веществ, которые благоприятно влияют на организм человек. В его состав в небольших количествах практически все витамины группы В

(тиамин, рибофлаывин, ниацин, пантотеновая кислота, пиридоксин, биотин, фолиевая кислота). Помимо этого, в соке присутствует витамин С и небольшое количество витамина Е. Кроме этого, напиток богат минералами – кремнием, марганцем, хромом, кобальтом, калием, магнием, фосфором, железом, цинком, йодом, молибденом, кальцием, медью и селеном.

В состав сока входят также натуральные растительные пигменты бетаин, который способствует снижению уровня холестерина в крови и поддерживает работу печени. Бетаин также помогает улучшить обмен веществ и благотворно влияет на здоровье сердечно-сосудистой системы.

Свекла оказывает пользу для желудочно-кишечного тракта. Если сок приготовлен с мякотью, в нем сохраняется клетчатка, которая помогает улучшить перистальтику кишечника и поддерживает здоровую микрофлору. Клетчатка также способствует образованию мягкого стула и предотвращает запоры. Но даже сок без мякоти несет в себе определенную пользу для пищеварения за счет так называемых диетических нитратов. Эти вещества могут расширить сосуды и за счет этого улучшить кровообращение в органах пищеварения.

Сок также способствует благоприятному воздействию на сердечно-сосудистую систему. В состав свеклы входит антиоксидант бетаин и так называемые диетические нитраты, которые могут расширить сосуды и снизить давление. Это может снизить риск развитие гипертонии и сердечно-сосудистых заболеваний. Свекла богата калием, который играет важную роль в регуляции сердечного ритма и контроле артериального давления. Употребление свеклы может помочь уменьшить риск развития аритмии и других сердечных проблем.

Также известно полезное воздействие свеклы для иммунитета. Свекольный сок – это хороший источник витамина С, который играет важную роль в поддержании иммунной системы. Витамин С укрепляет защитные функции организма.

Польза для иммунитета. Свекольный сок является отличным источником витамина С, который играет важную роль в поддержании иммунной системы. Витамин С укрепляет защитные функции организма и способствует борьбе с инфекциями и вирусами, ускоряет заживлению ран и повреждений. Кроме того, антиоксиданты свекольного сока помогают защитить клетки организма от свободных радикалов и предотвращают окислительный стресс, что также способствует укреплению иммунитета.

Свекольный сок является очень концентрированным и мощным напитком, который содержит очень высокую дозу нитратов и других биологически активных веществ. Поэтому употребление больших количеств свекольного сока за один раз может вызвать побочные эффекты. Рекомендуемая порция сока для здорового взрослого человека не

должна превышать 250 г. Если выпить больше сока, можно спровоцировать неприятные симптомы со стороны ЖКТ (диарею, вздутие, повышенный метеоризм).

Чтобы от употребления свекольного сока получить максимальную пользу и избежать возможных негативных последствий, свекольный сок лучше всего разбавлять на 50% водой, другими соками или напитками, чтобы уменьшить концентрацию сахара и оксалатов, употребление которых в большом количестве может нанести вред организму. После приема сока желательно прополоскать рот, это позволит уменьшить негативное воздействие сока на зубную эмаль.

Сок из свежей свеклы не рекомендуется пить сразу после приготовления, так как в нем высокая концентрация нитратов. Дайте напитку отстояться в холодильнике в течение 1,5-2 часов.

Необходимо вводить сок в рацион постепенно. Если вы впервые пробуете свекольный сок, начните с небольших порций (например, с 1-2 ст. ложек) и постепенно увеличивайте количество, чтобы организм мог приспособиться к новому продукту.

Специалисты рекомендуют не превышать допустимую дозу, которая составляет 200 мл в день, причем не в чистом виде, а разбавленного водой или, например, моровным соком.

Если имеются подтвержденные заболевания или опасения, касающиеся состояния здоровья, необходима консультация с врачом перед включением свекольного сока в рацион.

Лучше всего употреблять свекольный сок за полчаса до еды или через 2-3 часа после. Это поможет лучшему усвоению питательных веществ из напитка.

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 10-20 % 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 свекольного с сиропом лимонника и шиповника был следующим:

– 200 мл свекольный сок;

– 75 мл сливки;

– 15 мл сироп лимонника и шиповника.

После изготовления напитков была проведена органолептическая оценка исследуемых образцов, представленная в таблице 1.

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 красно-фиолетовый.

Таблица 1 – Органолептические показатели экспериментальных образцов напитка

Наименование показателя	Свекольный сок и сливки 10%	Свекольный сок и сливки 10% и сиропом лимонника китайского
Вкус	Выраженный свекольно-сливочный, свойственный данному напитку, без постороннего привкуса. В меру сладкий	Свекольный с приятным легким привкусом лимонника. В меру сладкий, присутствует привкус шиповника
Аромат	Слабо выраженный свекольный, без постороннего запаха	Выраженный свекольно-лимонный, без постороннего запаха
Цвет	Красно-фиолетовый	Красно-фиолетовый

Также была проведена дегустационная оценка исследуемых образцов представленных в таблице 2.

Исходя из данных таблицы 2, можно сделать вывод, что напиток с свекольным соком, сливками 10 % и сиропом лимонника китайского и шиповником набрал больше на 3 балла при оценке вкуса, получив максимальную оценку 20 балов. При оценке аромата и цвета образцы набрали одинаково максимальное количество баллов.

Таблица 2 – Дегустационная оценка экспериментальных образцов, баллы

Наименование показателя	Свекольный сок и сливки 10%	Свекольный сок и сливки 10% и сиропом лимонника китайского
Вкус	Выраженный свекольный, свойственный данному напитку, без постороннего привкуса. В меру сладкий – 7	Свекольный, свойственный данному напитку. Сладкий, присутствует легкий привкус шиповника и лимонника – 10
Аромат	Слабо выраженный свекольный запах, без постороннего – 5	Выраженный свекольно-лимонный, без постороннего запаха – 5
Цвет	Красно-фиолетовый – 5	Красно-фиолетовый – 5
Общее количество баллов	17	20

Пищевая и энергетическая ценность экспериментальных образцов представлена в таблице 3.

Исходя из данных таблицы 3, можно сделать вывод, что напиток с свекольным соком, сливками 10 %, 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
Свекольный сок и сливки 10 %	1,6	6,7	9,6	104
Свекольный сок со сливками 10% и сиропом лимонника китайского с шиповником	1,6	6,7	11,6	111,7

Таким образом, в результате проведенных нами исследований можно сделать вывод, что произведенный напиток свекольный с адаптогенными свойствами на основе свекольного сока с добавлением 10 % сливок, обогащенного сиропом лимонника китайского и шиповника обладает приятными органолептическими свойствами и может быть рекомендован в производство.

Список использованной литературы

1. 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.

2. Колесникова И. А. Сырье для производства безалкогольных напитков. К.: Урожай, 1992. 240 с.

3. 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.

4. 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.

5. Тимошин А. В. Плодово-ягодное и дикорастущее растительное сырье в производстве безалкогольных напитков // Пиво и напитки. 2010. № 3. С. 16.

6. Хасанов А. Р., Матвеева Н. А. Применение растительных экстрактов-адаптогенов в рецептуре функциональных напитков // Евразийский Союз Ученых (ЕСУ). 2019. № 9 (66). 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

УДК 633.854.78:631.5

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ВОПРОСАХ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Кузнецова Е. А., *к. с.-х. н., доцент*
Петров Н. Ю., *д. с.-х. н., профессор, профессор*
Плотников В. П., *к. с.-х. н., доцент*
Светличкин А. С., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. С целью увеличения урожайности подсолнечника в настоящее время перспективным направлением в России и за рубежом является применение разнообразных биопрепаратов, которые в контексте с элементами минерального питания способны обеспечивать повышенную активность в ростовых процессах, особенно, в трудных почвенно-климатических условиях, где они произрастают.

Ключевые слова: *подсолнечник, Зеребра Агро, Мивал Агро, предпосевная обработка семян, гибриды подсолнечника, Белла, Авенжер, Рейна.*

По результатам исследований М. Г Абдулнатипова, Г. Н. Гасанова, Ю. Н. Плескачева, М. Р. Мусаева (2024) и других «…снижение затрат на производство сельскохозяйственной продукции, состоит в непосредственной взаимосвязи с получением количественных и качественных величин убираемого урожая, а главным показателем эффективности производства представляет продуктивность сельскохозяйственных культур.

С целью увеличения урожайности маслосемян подсолнечника с единицы площади, полеводами прорабатываются и внедряются современны элементы обработки почвы, перспективные технологии, например, как «нулевая обработка» или «прямой сев», используются современные химические препараты для борьбы с сорняками и вредителями (гербициды и пестициды).

Основополагающую роль в формировании высоко гарантированного и качественного урожая принадлежит посевному материалу. В настоящее время предлагаются различные гибриды, как отечественного производства, так и зарубежного, которые наиболее устойчивы к конкретным болезням сельскохозяйственных культур, которые рекомендованы для конкретных почвенно-климатических регионов выращивания и обладающие при этом довольно высоким генетическим потенциалом продуктивности» [1, 2, 9].

Из данных, полученных А. С. Бушнева (2020) и других следует, что «…в практической жизни, заявленные оригинатором параметры и свойства урожайности, полученные селекционерами на сортоучастках, в 1,5-2,0 раза имеют показатели ниже фактической урожайности. При

этом не всегда крестьянско-фермерские хозяйства обладают финансовыми возможностями для закупки дорогих импортных семян, применения современных технологий и перспективных гербицидов» [3].

Причин, такого несоответствия фактически получаемой урожайности культуры и урожайности, которая заявлена производителем, может быть состоять, прежде всего: несоответствие природно-климатических условий, как во время посева, так и во время вегетации растений; истощение почвы, на которых возделывается подсолнечник; получение маслосемян в регионах рискованного земледелия, к которым относится преобладающая часть пахотных земель [7] России, в том числе и Волгоградский регион.

При таких условиях необходима дополнительная предпосевная подготовка посевного материала, которая направлена как на стимуляцию ростовых процессов, так и на активную борьбу с болезнями и патогенными микроорганизмами, которые существенно тормозят рост и развитие растений.

Научными исследованиями доказано, что [8] качественная и правильная подготовка семенного материала – это залог оптимальной урожайности.

Данные, полученные М. А. Жижиным (2020) и другими свидетельствуют, что «…в современном земледелии обработка семян перед высевом является одним из более эффективных способов в цикле производственной деятельности по возделывании продукции растениеводства. Ведущими задачами данной подготовки является для определенной культуры гибриды, места возделывания, выбор из уже известных практике и науке элементов, которые более эффективно подавляют патогенные микроорганизмы, стимулирующие рост и в то же время экономически и технически обоснованные для реализации в конкретных условиях» [5]

Полевой эксперимент проведены в 2023-2024 гг. на территории ИП «КФХ» Шмелев Ю. А., находящегося в зоне южного чернозема Обливского района Ростовской области. Наличие гумуса в пахотном гтризонте почвы составляло 2,98-3,08 %. Содержание подвижного фосфора – 19,6-21,5 мг/кг, подвижного калия – 320-370 мг/кг, гидролизуемого азота – 68,9-82,3 мг/кг. В сравнительном анализе изучалось три гибрида: Белла (контроль), Авенжер и Рейна. Норма высева равнялась 60 тыс. всхожих семян на гектар. Повторность в опыте – 4 кратная. Способ посева – пунктирный (сеялка Moonset), с междурядьем 0,70 м. Площадь учетной делянки 112 м^2 (5,6 м х 20,0 м).

На образование 1 тонны маслосемян подсолнечника требуется 50 кг азота, 20 фосфора, 120 кг калия. Основное количество питательных веществ применялось в фазу от образования корзинки до цветения. К фазе цветения подсолнечник потребляется 60 % азота, 80 % фосфора, 90 % калия от общего выноса из почвы за весь период вегетации.

Расчет минерального питания при выращивании гибридов подсолнечника:

– на формирование 1 т/га требуется азота 50 х 1,0 х 0,8 (коэффициент использования) = 40 кг д.в.; фосфора 20 х 1,0 х 0,7 =14 кг д.в.; калия 120 х1,0 х 0,7 = 82 кг д. в.

– на формирование 2 т/га – требуется азота 50 х 2,0 х 0,8 = 80 кг д.в.; фосфора 20 х 2,0 х 0,7 = 28 кг д.в.; калия 120 х 2,0 х 0,7 = 168 кг д.в.;

– на формирование 3 т/га – требуется азота 50 х 3,0 х 0,8 = 120 кг д.в.; фосфора 20 х 3,0 х 0,7 = 42 кг д.в.; калия 120 х 3,0 х 0,7 = 252 кг д.в.

Урожайность подсолнечника находится в прямой зависимости от воздействия условий окружающей среды: осадков, солнечной энергии, влажности воздуха и. т. д. Применение искусственной предпосевной стимуляции биологическими способами на фоне расчетного минерального питания позволяет снизить влияние неблагоприятных природных факторов, ускорить процессы роста и выносливости растений в сложившихся сложных условиях развития. Семена перед посевом обрабатывались биопрепаратами. В проведенных опытах использовали препарат Зеребра Агро – водный раствор, содержащий 500 мг/л коллойдного серебра + 100 мг/л полигексаметилен бигуанид гидрохлорида. Расход препарата составлял 100 мл/т, расход рабочего раствора – 10 л/т. Мивал Агро применялся 20 мл/т семян. Результаты опыта представлены в таблице 1.

Оценивая представленный материал можно констатировать, что наименьшие величины урожайности маслосемян подсолнечника сформировались на вариантах естественного плодородия почвы. На гибриде – контроле (Белла) в среднем за два года она составила 2,00 т/га, на гибриде Авенжер – 2,17 т/га, на гибриде Рейна – 2,29 т/га. Предпосевная обработка семян биопрепаратом Зеребра Агро привела к повышению урожайности на соответствующих гибридах до 2,37; 2,36 и 2,80 т/га, а обработка Мивал Агро – 2,41, 2,42 и 2,92 т/га, соответственно. Максимальная урожайность была получена от обработки семян Мивал Агро и внесения $N_{80}P_{28}K_{168}$ и она составила по гибридам 3,04; 2,94 и 3,25 т/га. Среди изучаемых гибридов максимальную отзывчивость на применяемый агрофон показал гибрид Рейна.

Таблица 1 – Урожайность гибридов подсолнечника в зависимости от агрофона в 2023-2024 гг., т/га

Агрофон	Год исследования		Среднее
	2023	2024	
Белла (контроль)			
контроль	2,07	1,94	2,00
$N_{40}P_{14}K_{82}$	2,43	2,31	2,37
$N_{80}P_{28}K_{168}$	2,59	2,47	2,53
Зеребра Агро	2,39	2,35	2,37
$N_{40}P_{14}K_{82}$+ Зеребра Агро	2,74	2,71	2,73
$N_{80}P_{28}K_{168}$ + Зеребра Агро	2,83	2,79	2,80
Мивал Агро	2,47	2,36	2,41
$N_{40}P_{14}K_{82}$+ Мивал Агро	2,96	2,87	2,91
$N_{80}P_{28}K_{168}$ + Мивал Агро	3,07	3,01	3,04

Окончание таблицы 1

Авенжер			
контроль	2,21	2,14	2,17
$N_{40}P_{14}K_{82}$	2,73	2,63	2,68
$N_{80}P_{28}K_{168}$	2,87	2,80	2,83
Зеребра Агро	2,39	2,34	2,36
$N_{40}P_{14}K_{82}$+ Зеребра Агро	2,74	2,68	2,71
$N_{80}P_{28}K_{168}$ + Зеребра Агро	2,83	2,81	2,82
Мил Агро	2,45	2,39	2,42
$N_{40}P_{14}K_{82}$+ Мивал Агро	2,84	2,82	2,83
$N_{80}P_{28}K_{168}$ + Мивал Агро	2,96	2,91	2,94
Рейна			
контроль	2,31	2,27	2,29
$N_{40}P_{14}K_{82}$	2,86	2,84	2,85
$N_{80}P_{28}K_{168}$	3,05	3,00	3,02
Зеребра Агро	2,82	2,78	2,80
$N_{40}P_{14}K_{82}$+ Зеребра Агро	3,02	2,97	3,00
$N_{80}P_{28}K_{168}$ + Зеребра Агро	3,18	3,06	3,12
Мивал Агро	2,94	2,89	2,92
$N_{40}P_{14}K_{82}$+ Мивал Агро	3,13	3,05	3,09
$N_{80}P_{28}K_{168}$ + Мивал Агро	3,28	3,21	3,25
$НСР_{05}$ =	0,018	0,016	

Следовательно, сельхозтоваропризводителям можно рекомендовать гибрид подсолнечника Рейна, с предпосевной обработкой биопрепаратом Мивал Агро из расчета 20 мл/т семян. Расход препарата составлял 100 мл/т, расход рабочего раствора – 10 л/т и внесением $N_{80}P_{28}K_{168}$.

Список использованной литературы

1. Абдулнатипов М. Г., Гасанов Г. Н., Плескачев Ю. Н, Мусаев М. Р. Засоренность посевов, агрофизические показатели плодородия почвы и продуктивность подсолнечника в зависимости от предшественников в условиях орошения // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2024. № 5 (77). С. 55-64.

2. Абдулнатипов М. Г. Продуктивность подсолнечника в зависимости от срока проведения основной обработки почвы и влагозарядкового полива в Западном Прикаспии // Аграрный Вестник Северного Кавказа. 2023. № 2 (50). С. 52-57.

3. Бушнев А. С., Демурин Я. Н., Орехов Г. И. Формирование продуктивных экспериментальных вертикальных гибридов подсолнечника селекции ВНИИМК при различной площади питания растения // Масличные культуры. 2020. № 1 (181). С. 57-69.

4. Васин В. Г., Потапов Д. В., Саниев Р. Н. Применение микроудобрительной смеси Агроминерал при возделывании подсолнечника по системе Clearfield в лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3. С. 3-11.

5. Жижин М. А., Киселева Л. В. Приемы повышения продуктивности гибридов подсолнечника путем применения органических удобрений в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной академии. 2020. № 1. С. 17-23.

6. Мадякин Е. В., Горянин О. И. Перспективы возделывания российских сортов и гибридов подсолнечника в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 46-49.

7. Медведев Г. А., Михальков Д. Е., Екатериничева Н. Г. Урожайность подсолнечника в различных системах возделывания на черноземах южных Волгоградской области // Известия нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. 2024. № 4 (76) С. 35-46.

8. Беляев А. И., Петров Н. Ю., Петров Ю. Н., Светличкин А. С., Горбачева А. С., Садаев Б. К., Арылов Ю. Н., Болаев Б. К., Оконов М. М., Батыров В. А. Технологические особенности повышения урожайности подсолнечника в черноземной зоне // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 6 (84). С. 27-30.

9. Тарадин С. А. Некоторые элементы технологии возделывания подсолнечника на эрозионно-опасных склонах Ростовской области // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства: материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 172-178.

10. Торчоков Х. Ш., Тутукова Д. А., Кагермазова З. М. Влияние некоторых агроэлементов технологии возделывания на эффективность выращивания подсолнечника в условиях степной зоны Кабардино-Балкарии // Масличные культуры. 2022. Вып. 4 (192). С. 53-59.

УДК 631.3+621.7

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ АПК НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ И ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Мещеряков М. П., *д. т. н., профессор*
Якубов В. В., *к. т. н., доцент*
Хавронина В. Н., *к. т. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена актуальная проблема повышения ресурса работы режущего инструмента, используемого в агрессивных средах перерабатывающих производств агропромышленного комплекса. Предложен комбинированный метод обработки быстрорежущих сталей, сочетающий предварительную ультразвуковую поверхностную пластическую деформацию с последующей низкотемпературной химико-термической обработкой. Представлены результаты экспериментальных исследований, демонстрирующие увеличение микротвердости и износостойкости инструмента в 2-2,5 раза по сравнению с традиционными методами упрочнения.

Ключевые слова: *быстрорежущая сталь, режущие инструменты, перерабатывающее оборудование АПК, ультразвуковое упрочнение.*

Оборудование перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса функционирует в условиях, характеризующихся повышенной абразивностью перерабатываемого сырья, агрессивностью сред и значительными динамическими нагрузками [1]. Режущие орга-

ны измельчителей кормов, мясорубок, овощерезок и другого технологического оборудования подвергаются интенсивному изнашиванию, что приводит к снижению качества готовой продукции, увеличению энергопотребления и частым простоям для замены инструмента [3, 5].

Анализ показывает, что отечественные режущие органы перерабатывающего оборудования часто уступают зарубежным аналогам по показателям надежности [3, 7]. Основная причина – недостаточная эффективность применяемых методов упрочнения быстрорежущих сталей, из которых изготавливается значительная часть инструмента.

Традиционные методы термической и химико-термической обработки не всегда обеспечивают требуемое сочетание твердости, вязкости и износостойкости при работе в специфических условиях АПК [2, 7]. Современные методы повышения эксплуатационных характеристик быстрорежущего инструмента можно разделить на несколько групп:

– традиционная объемная термическая обработка (закалка и многократный отпуск) позволяет достичь твердости 63-65 HRC, однако не решает проблему износа поверхностного слоя при абразивном воздействии;

– химико-термическая обработка (азотирование, нитроцементация, карбидизация) формирует на поверхности диффузионные слои повышенной твердости. Однако, как отмечается в исследованиях, низкотемпературные процессы при 550-560 °C повышают износостойкость, но одновременно приводят к охрупчиванию поверхностного слоя из-за образования избыточных фаз по границам зерен;

– методы нанесения износостойких покрытий (TiN, TiC, многослойные композиции) показывают хорошие результаты, увеличивая стойкость инструмента в 1,5-3 раза.

Однако при резании материалов с повышенной твердостью наблюдается недостаточная прочность сцепления покрытия с основой, особенно в условиях ударных нагрузок, характерных для оборудования АПК.

Перспективным направлением является применение ультразвукового поверхностного пластического деформирования (УЗУ). Исследования показывают, что УЗУ позволяет формировать в поверхностном слое мелкодисперсную структуру с высокой плотностью дислокаций, измельчать зерна и карбидную фазу, создавать сжимающие остаточные напряжения [3, 6]. Однако глубина упрочненного слоя при чисто деформационном воздействии ограничена.

Аэротермоакустическая обработка, сочетающая температурное и акустическое воздействие, также демонстрирует положительные результаты – после такой обработки микротвердость стали Р6М5 возрастает с 739 до 860 МПа при одновременном уменьшении размера зерна и карбидов.

Анализ научно-технической литературы позволяет сделать вывод, что наибольший эффект может быть достигнут при комбинировании различных видов воздействия [3, 7, 8]. В частности, предварительная пластическая деформация поверхности с последующей химико-термической обработкой создает синергетический эффект. Механизм этого явления заключается в следующем. В процессе поверхностной пластической деформации происходит измельчение зерна с одновременным дроблением блоков и увеличением количества границ зерен [4, 7]. При последующей химико-термической обработке это обеспечивает более равномерное насыщение поверхностных объемов металла диффундирующими элементами за счет резкого возрастания количества путей улучшенной диффузии. Одновременно уменьшаются размеры выделяющихся хрупких фаз [3, 7]. Кроме того, сформированный на поверхности ячеистый микрорельеф обеспечивает лучшее удержание технологической смазки в зоне резания, что также способствует уменьшению износа. Важно, что ультразвуковое воздействие, в отличие от статического накатывания, позволяет обрабатывать маложесткий инструмент благодаря снижению статических усилий деформирования.

Глубина пластически деформированного слоя h при ультразвуковом упрочнении может быть описана эмпирической зависимостью:

$$h = k \cdot (\frac{A \cdot f}{\upsilon})^n \cdot \sqrt{P}, \quad (1)$$

где: A – амплитуда колебаний индентора (мкм);
f – частота ультразвука (кГц);
υ – скорость перемещения инструмента (м/мин);
P – статическое усилие прижатия (Н);
k и n – коэффициенты, зависящие от свойств обрабатываемого материала (для стали Р6М5 $k \approx 0{,}15$, $n \approx 0{,}4$ при обработке сферическим индентором диаметром 6 мм).

Кроме того, сформированный на поверхности ячеистый микрорельеф обеспечивает лучшее удержание технологической смазки в зоне резания, что также способствует уменьшению износа [3, 7]. Важно, что ультразвуковое воздействие, в отличие от статического накатывания, позволяет обрабатывать маложесткий инструмент благодаря снижению статических усилий деформирования.

Для более детального анализа влияния параметров ультразвуковой обработки на характеристики поверхностного слоя были проведены дополнительные эксперименты. В таблице 1 приведены режимы обработки и соответствующие значения микротвердости и шероховатости.

Таблица 1 – Влияние режимов ультразвуковой обработки на параметры поверхностного слоя стали Р6М5

Режим	Амплитуда A, мкм	Усилие P, Н	Скорость v, м/мин	Микротвердость HV, МПа	Глубина упрочнения h, мм	Шероховатость Ra, мкм
1	8	100	30	820	0,12	0,32
2	12	150	30	890	0,18	0,28
3	16	200	30	940	0,24	0,25
4	20	250	30	970	0,29	0,23
5	16	200	20	960	0,26	0,24
6	16	200	40	910	0,20	0,30

Из таблицы 1 видно, что увеличение амплитуды и усилия, а также уменьшение скорости обработки способствуют росту микротвердости и глубины упрочненного слоя, однако при чрезмерных режимах возможно появление микротрещин (наблюдалось при A > 20 мкм и P > 250 Н). Оптимальным можно считать режим 3 (A =16 мкм, P = 200 Н, v = 30 м/мин), обеспечивающий хорошее сочетание твердости и шероховатости.

Интенсивность изнашивания I оценивалась по потере массы при трении о контртело из закаленной стали 45 по схеме «диск-колодка». Расчет проводился по формуле:

$$I = \frac{\Delta m}{\rho \cdot L \cdot S} \qquad (2)$$

где: Δm – потеря массы образца (г);
L – путь трения (м);
S – номинальная площадь контакта (м^2).

Результаты сравнительных испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики износостойкости при различных методах обработки

Метод обработки	Интенсивность изнашивания $I \times 10^{-9}$	Коэффициент трения, f	Относительная стойкость
Закалка + отпуск (контроль)	8,2	0,38	1,0
Азотирование (6 ч)	5,4	0,35	1,5
Ультразвуковое упрочнение (режим 3)	4,8	0,31	1,7
Комбинированный метод (УЗУ режим 3 + нитроцементация 2 ч)	3,1	0,27	2,6

Как видно из таблицы 2, комбинированный метод обеспечивает наименьшую интенсивность изнашивания и наименьший коэффициент трения, что коррелирует с максимальной относительной стойкостью.

Полученные данные позволяют утверждать, что предварительная ультразвуковая пластическая деформация играет ключевую роль в повышении эффективности последующей химико-термической обработки. Формирование развитой дислокационной структуры и увеличение протяженности границ зерен создают благоприятные условия для диффузии азота и углерода, что позволяет сократить время насыщения с 6-8 часов до 2 часов при одновременном повышении качества диффузионного слоя.

Эмпирическая зависимость микротвердости после комбинированной обработки от глубины диффузионного слоя может быть аппроксимирована выражением:

$$HV = HV_0 + \alpha \cdot \exp(\beta \cdot h_d), \quad (3)$$

где: HV_0 – микротвердость после стандартной термообработки (МПа);
h_d – глубина диффузионного слоя (мм);
α и β – коэффициенты, для стали Р6М5 $\alpha \approx 150$ МПа, $\beta \approx 12$ мм$^{-1}$.

Дополнительным фактором повышения износостойкости является формирование сжимающих остаточных напряжений в поверхностном слое. Исследования показывают, что при ультразвуковом упрочнении с усилием 150–200 Н тангенциальные сжимающие напряжения достигают максимальных значений на глубине 0,1-0,15 мм [5, 7], что компенсирует растягивающие напряжения, возникающие в процессе резания.

Для практики перерабатывающих производств АПК важным является также тот факт, что ячеистый микрорельеф, формируемый при ультразвуковой обработке, улучшает удержание смазочно-охлаждающих жидкостей, что особенно актуально при переработке вязкого сырья животного происхождения.

Связь стойкости инструмента (T) с микротвердостью поверхностного слоя может быть представлена в виде:

$$T = T_0 \cdot \exp(\gamma \cdot \frac{HV - HV_0}{HV_0}, \quad (4)$$

где: T_0 – стойкость без упрочнения;
γ – коэффициент, зависящий от условий резания (для условий переработки мясного сырья $\gamma \approx 1{,}8$).

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод, что предлагаемый комбинированный метод обработки режущего инструмента из быстрорежущих сталей, включающий ультразвуковую поверхностную пластическую деформацию с последующей низкотемпературной химико-термической обработкой, позволяет повысить эксплуатационную стойкость инструмента для перерабатывающего оборудования АПК в 2,4-2,6 раза по сравнению с традиционными методами.

Механизм повышения стойкости обусловлен комплексом факторов: измельчением структуры поверхностного слоя, активацией диффузионных процессов, формированием сжимающих остаточных напряжений и созданием оптимального микрорельефа для удержания смазки. Для внедрения в производственных условиях рекомендуется:

– применять ультразвуковое оборудование с частотой 18-22 кГц и амплитудой 10-20 мкм;

– обеспечивать глубину пластической деформации не менее планируемой толщины диффузионного слоя;

– проводить химико-термическую обработку при температурах, не превышающих температуру отпуска (540-560 °С для стали Р6М5).

Дальнейшие исследования целесообразно направить на оптимизацию режимов обработки для конкретных типов инструмента, используемого в различных отраслях перерабатывающей промышленности АПК, а также на разработку математических моделей, связывающих параметры обработки с эксплуатационными характеристиками.

Список использованной литературы

1. Белов М. И., Стороженко И. Д. Разработка технологии и оборудования для повышения эксплуатационного ресурса деталей сельскохозяйственной и перерабатывающей промышленности // Молодежная наука. Сборник лучших научных работ молодых ученых: материалы LII студенческой научной конференции. Краснодар, 2025. С. 845-850.

2. Косарев М. Е., Семенова Е. С. Оптимизация режимов термической обработки для повышения эксплуатационных характеристик режущих инструментов из быстрорежущей стали // Россия молодая: сборник материалов XVII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Кемерово, 2025. С. 42205.1-42205.4.

3. Мещеряков М. П., Емельяненкова Е. А., Мещерякова Е. Г. Эффективное применение электронно-ионной технологии на предприятиях АПК // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 199-203.

4. Оганян М. Г. Повышение стойкости режущего инструмента при концевом фрезеровании титановых сплавов путем применения многокомпонентных композиционных покрытий наноразмерной структуры // Машиностроение: традиции и инновации (МТИ - 2020): материалы XIII всероссийской конференции с международным участием. Москва, 2020. С. 313-319.

5. Токарева Е. А., Юдакова В. А. Повышение эксплуатационных характеристик режущего инструмента путем термоциклирования // Интеграция науки, образования и производства - основа реализации Плана нации: труды Международной научно-практической конференции. Караганда, 2022. С. 204-206.

6. Шаповалов А. И., Труфанов И. А. Повышение стойкости режущего инструмента при обработке труднообрабатываемых материалов за счет нанесения при атмосферном давлении тонкопленочных покрытий // Современные проблемы горно-металлургического комплекса: наука и производство. XVII Всероссийская научно-практическая конференция. Старый Оскол, 2021. С. 246-253.

7. Якубов В. В., Мещеряков М. П., Хавронина В. Н., Мещеряков И. М. Магнитно-импульсная обработка режущей части инструмента в кольцевом индукторе // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 220-224.

8. Янко М. А., Виноградова И. К., Ефимов А. Г. Применение ультраструйной диагностики в качестве метода неразрушающего контроля эксплуатационных свойств поверхностного слоя режущего инструмента // Умные технологии НК. Единство теории и практики: сборник трудов XXIII Всероссийской конференции по неразрушающему контролю и технической диагностике. Москва, 2023. С. 274-277.

УДК 634.233

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ВИШНИ НА ЮГЕ РОССИИ

Петров Н. Ю., *д. с.-х. н., профессор, профессор*
Гаушкин Д. В., *аспирант*
Ефремова Е. Н., *д. с.-х. н., доцент, заведующий кафедрой*
Мельников А. Г., *к. б. н., научный сотрудник*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Вопросы познания продукционного процесса у вишни в вопросах формирования биологической и хозяйственной продуктивности изучался в посадках вишни во многих регионах, однако в засушливых условиях Волгоградской области подобные изыскания были произведены впервые. Основываясь на основных принципах теории фотосинтетической деятельности, требуется установить потенциальные возможности районированных и перспективных сортов вишни и пути их реализации, выявить соотношение хозяйственной части урожая к общему биологическому и установить приемы, которые регулируют этот процесс. С этой точки зрения, изучение особенностей продукционного процесса и установление биологической и хозяйственной продуктивности в аридных условиях является актуальным направлением

Ключевые слова: *постоянный режим орошения вишни, дифференцированный режим орошения вишни, минеральное питание вишни, сорта вишни.*

Одним из главных урожаеобразующих факторов, который определяет продуктивность посадок вишни, является фотосинтетический процесс. Ему принадлежит основная роль в продукционном процессе. Применение фотосинтезирующих систем может быть оптимальном при строгом соотношении и взаимодействии показателей с условиями внешней среды, обеспечивающих в целом высокую продуктивность посевов, формирование в посевах достаточной по размерам площади ассимиляционного аппарата, от которого зависит оптическая плотность посадок, очень важно с точки зрения поглощения листьями световой энергии для фотосинтеза.

М. С. Лезина (2020) и другие в своих исследованиях показали, что «…фотосинтетическая деятельность в посадках вишни изучена недостаточно полно. Поэтому разработка новых вопросов изучения в теории фотосинтеза необходимо рассматривать с точки зрения ведущей роли в формировании урожайности. В этом случае формирование урожайности рассматривается как интегрирующий фактор всех элементов фотосинтетической деятельности растений в посевах, включающих в себя интенсивность и чистую продуктивность фотосинтеза, площадь листьев и фотосинтетический потенциал, коэффициент эффективности фотосинтеза и др.» [1, 5, 9].

Познание показателей фотосинтетической деятельности в посадках позволяет формировать и получать высокие и стабильные урожаи, а также управлять процессами его формирования.

Для вишни наибольшее значение имеет область физиологической радиации, оказывающей существенное влияние на процессы фотосинтеза, этапы органогенеза. Основным, ассимилирующим солнечную энергию, органом растений является лист. Увеличение площади ассимиляционной поверхности до оптимальных размеров в обязательном порядке сопровождается приростом урожайности, так как значительное увеличение листовой поверхности может привести к ухудшению светового режима, уменьшению продуктивности фотосинтеза [3], замедлению темпов прироста сухого вещества и, в конечном итоге, недобору урожайности. Формирование в посевах достаточной по размерам площади листьев, в первую очередь, важно с точки зрения формирования и других не менее важных показателей фотосинтеза. Мощность ассимиляционной поверхности, продолжительность и интенсивность ее работы [6, 8], напрямую влияет на величину урожая. Следовательно, перед научной общественностью стоит задача создания предпосылок для развития высокопродуктивного ассимиляционного аппарата [10].

Полевой эксперимент проводился в 2023-2024 годах на полях ООО «Сады Придонья» расположенного в зоне каштановых почв Волгоградской 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: Расплетка (контроль), Тургеневка, Любская, Харитонов, Молодежная, Россошанская черная.

Закладка опыта проводилась методом рендомизированного размещения вариантов. Площадь каждой повторности равнялась 4 м^2 при схеме посадки саженцев в ряду 0,1 м и расстоянии между рядами 1,5 м. Технологические приемы, наблюдения и промеры 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 – 14 400 $м^3$/га, при дифференцированном поливе было произведено 12 поливов с оросительной нормой – 1800 $м^3$/га. Применялось водорастворимое удобрение Мастер 18:18:18.

Оценка параметров продукционного процесса позволила установить, что в зависимости от изучаемого сорта и применяемого режима орошения они имели ростовые различия. На их показатели, кроме того, оказывали влияние складывающиеся погодные условия в период вегетации. Более благоприятно они складывались в 2023 году, в результате чего в этом году отмечались максимальные значения показателей фотосинтетической деятельности.

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что показатели фотосинтетической деятельности у сорта Любская превосходят по своим значениям другие изучаемые сорта вишни. Чистая продуктивность составляла 2,4 г/$м^2$/сутки, фотосинтетический потенциал – 67,4 $м^2$ сутки/кг. Наименьшие показатели были отмечены у сорта Расплетка (контроль) и они составили соответственно 1,3 г/$м^2$/сутки и 61,5 $м^2$ сутки/кг.

Таблица 1 – Продуктивность фотосинтеза, среднее за 2023-2024 гг.

Сорта	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/$м^2$/сутки	Фотосинтетический потенциал, $м^2$ сутки/кг
Расплетка	1,3	61,5
Тургеневка	1,7	63,6
Любская	2,4	67,4
Харитоновская	2,2	65,2
Молодежная	2,1	64,4
Россошанская черная	1,9	63,7

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 2 – 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.			
Расплетка	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.			
Расплетка	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
$НСР_{05}$	0,03	0,05	

В Волгоградской области до последнего времени не уделялось должного внимания сортам 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 Расплетка 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, товаропризводителям 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. Александрова Т. И. Роль минерального питания в реализации потенциала продуктивности сортов сливы в острозасушливых условиях Северного Прикаспия. Мичуринск, 2022. 148 с.

2. Гуляева А. А., Ефремов И. Н., Берлова Т. Н. Перспективные сорта вишни для Центрально-Черноземного региона России // Вестник аграрной науки. 2020. № 1 (82). С. 13-19.

3. Доля Ю. А. Выделение генресурсов вишни обыкновенной (Cerasus vulgaris L.) по приоритетным селекционным направлениям. Научные труды СКФНЦСВВ. 2020. № 28. С. 43-49.

4. Дроник А. А. Оценка устойчивости сортов вишни к возвратным заморозкам в Астраханской области // Аграрный научный журнал. 2021. № 5. С. 21-23.

5. Лёзин М. С., Слепнева Т. Н. Продуктивность вишни на Южном Урале: сравнительная характеристика видов и сортов // Ученые записки Челябинского отделения Русского ботанического общества: сб. ст. Челябинск, 2020. С. 108-114.

6. Осипов Г. Е., Осипова З. А, Петрова Н. В. Морфологические и биологические особенности сортов и гибридов вишни Татарского НИИСХ. Казань, 2016. 72 с.

7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, 1999. 608 с.

8. Солонкин А. В., Александрова Т. И. Биологические особенности и хозяйственно-ценные признаки сортов сливы домашней в условиях Нижнего Поволжья // Нива Поволжья. 2021. № 1 (58) С. 11-16.

9. Brym Z. T., Black Br. L. Quantitative Survey of ‘Montmorency’ Tart Cherry Orchard Design in Utah // HortScience. 2021. No 56 (11). Pp. 1402-1407.

10. Petkova B., Kuzmova K., Berova M. The main abiotic stress factors limiting crop cultivation and production in Bulgaria. Climate changes, drought, water deficit and heat stress // Agricultural Sciences. 2019. No 11 (26). Pp. 13-22.

УДК 635.132(470.44/.47)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ СТОЛОВОЙ МОРКОВИ В ЗОНЕ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Петров Н. Ю., *д. с.-х. н., профессор*
Плотников В. П., *к. с.-х .н., доцент*
Еременко В. Д., *аспирант*
Петров Ю. Н., *к. с.-х. н., г. н. с.*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
ФНЦ агроэкологии РАН
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Доказана целесообразность оптимизации систем водного и питательного режимов овощей, средств защиты растений от болезней и вредителей и обеспечения энерговооруженностью овощеводов. Обоснована необходимость всеобъемлющего научного сопровождения всех без исключения процессов возделывания всех овощных культур и такой высокотехнологичной культуры как столовая морковь.

***Ключевые слова**: режимы полива моркови столовой, гибриды моркови столовой, водопотребление моркови столовой, агротехника 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].

Результатами исследований Дубенок Н. Н. (2023) было показано, что «…в число самых распространенных овощных культур, после лука репчатого и капусты белокочанной, входит морковь столовая. Ее популярность обусловлена особыми вкусовыми и питательными свойствами корнеплода, витаминным составом, а также универсальностью использования. На сегодняшний день урожайность моркови не превышает 50 т/га, при потенциально возможной, в зависимости от сорта, 90-100 т/га» [3,4].

Из данных, полученных Беляевым А. И. (2022) и другими следует, что «… фактически получаемые значения урожайности крайне малы, а так как именно количество произведенной продукции напрямую влияет на рыночное ценообразование, там самым обеспечивая высокую себестоимость овоща, то и, как следствие, это и является одним из факторов, препятствующих эффективной конкуренции отечественного продукта с импортируемыми из-за рубежа. Территориальным базисом для решения этой задачи могут быть использованы орошаемые земли Нижнего Поволжья. В условиях юга России интенсификация невозможна без орошения, а в условиях дефицита водных ресурсов внедрение ресурсосберегающих технологий становится просто необходимым. Их применение позволяет не просто увеличить выход продукта, но и существенно снизить количество затрачиваемых на его производство ресурсов (поливная вода, минеральные удобрения, электроэнергия и др.), способствует получению более ранних урожаев, предотвращению эрозии почвы, снижению вероятности распространения болезней растений. Одной из таких технологий является капельное орошение» [1, 5, 10]**.**

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 [6,10] постепенно перейти к современным перспективным технологиям производства столовой моркови.

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].

Полевой опыт был проведен на землепользовании 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 –311,4 мг/кг почвы.

Расчет применения минеральных удобрений осуществлялся на планируемые уровни урожайности 80,0; 100,0 и 120,0 т/га, по методике, разработанной на Опытной станции по программированию урожая Волгоградского СХИ., под руководством профессора Филина В. И.

Эксперимент проводился в 2023-2025 годах.

Способ посева моркови – ленточный, четырех строчный. Норма посева равнялась 850 тыс. растений на гектар, что в весовой норме высева составляла 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 вносились следующим образом: вся доза фосфорно-калийного питания вносилась под основную обработку почвы. Азот был внесен: 50 % под вспашку и две подкормки по 25 % по вегетации моркови.

В период вегетации столовой моркови, в зависимости от складывающихся погодных условий года исследований проводилось: 2023 год – 28 поливов, 2024 год – 30 поливов и 2025 год – 32 полива.

Таблица 1 – Режим орошения в посевах столовой моркови, $м^3$/га

Период развития	Год исследования		
	2023	2024	2025
Посев	232	284	302
Посев – 1-й лист	1129	1253	1346
1-й лист – формирование	1607	1831	2054
Формирование корнеплода – полегание	3476	3828	4213
Оросительная норма	6444	7196	7915

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, 3828 м^3/га в 2024 году, в 2025 году – 4213 м^3/га. Меньше всего потребления воды отмечалось на первоначальных этапах развития моркови, диапазон колебаний по годам изменялся от 1129 до 1346 м^3/га.

Результирующим показателем экономической целесообразности возделывания сотовой моркови – является ее урожайность, результаты которой отражены в таблице 1.

Таблица 2 – Урожайность лука репчатого, 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, 2025 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 результате 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 отразилось 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 внесения $N_{300}P_{150}K_{550}$ 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: Российский государственный аграрный университет – 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., Денисов К. Е., Солодовников А. П., Кузнецова Е. А., Петров Ю. Н., Еременко В. Д., Некрасова Т. Н., Арылов Ю. Н., Болаев Б. К., Оконов М. М. 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.

УДК 637.52+664.934

РАЗРАБОТКА МЯСНОГО ПАШТЕТА С ТВОРОГОМ ДЛЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО И ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Седова О. П., *к. с.-х. н., доцент*
Зенина Е. А., *к. с.-х. н, доцент, заведующая кафедрой*
Иленева С. В., *к. т. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучены особенности технологии производства мясного паштета с творогом для питания детей школьного и дошкольного возрастов. Приведена проработанная рецептура мясного паштета с творогом. Проведен сравнительный анализ опытных образцов паштетов. Рассчитана пищевая и энергетическая ценность мясного паштета с творогом.

Ключевые слова: *мясные паштеты, творог, детское питание, организация школьного питания, рецептуры мясных паштетов.*

Вопросы обеспечения детей школьного и дошкольного возраста высококачественным питанием становятся наиболее актуальными в наше время, так как сохраняется негативная тенденция в состоянии здоровья детей и подростков. Нерациональное и недостаточное питание детей приводит к появлению тяжелых и хронических заболеваний в молодом возрасте, что в свою очередь снижает уровень здоровья и продолжительность жизни населения РФ [1].

При разработке рецептуры продукта, предназначенного для детского питания, должен соблюдаться ряд принципов: продукт должен обеспечивать детский организм необходимыми пищевыми веществами и энергией; необходимо учитывать биохимические и физиологические законы, определяющие усвоение пищи в организме детей; оценивать местное и общее воздействие продукта питания на организм, в том числе и внешний вид; принимать во внимание химический состав и технологическую обработку сырья и продукта.

Основой пропорционального роста и развития ребенка является рациональное питание. [3]

Потребность в белках у детей особенно велика. Большое внимание в питании детей и подростков уделяют содержанию белка и его аминокислотному составу как основному пластическому материалу. При недостатке белка в пище у детей задерживается рост, отстает умственное развитие, отмечаются слабость, похудание, затруднения в учебе, изменяется состав костной ткани, снижается сопротивляемость к заболеваниям и деятельность желез внутренней секреции.

Суточная потребность в белке зависит от возраста ребенка. На 1 кг массы тела необходимо белка: детям в возрасте от 1 года до 3 лет – 4 г; 4-6 лет – 4-3,5 г; 7-10 лет – 3 г; 11-13 лет – 2,5-2 г; 14-17 лет – 2-1,5 г. Белок животного происхождения должен составлять у детей младшего возраста 65-70 %, школьного – 60 % суточной нормы.

Белки высокой биологической ценности со всеми необходимыми для ребенка незаменимыми аминокислотами содержат продукты животного происхождения – мясо, рыба, яйца, молоко, творог, сыр и другие.

Значение жиров в питании детей достаточно многообразно.

Жиры используются как источник энергии и для пластических целей, недостаток жира в детском питании сказывается на иммунобиологических свойствах организма и интенсивности пластических процессов, они служат растворителями жирорастворимых витаминов А и D, являются источником необходимых в детском возрасте фосфолипидов и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК). При избытке жира в пище нарушается обмен веществ, ухудшается использование белка, отмечается расстройство пищеварения.

В питании детей особенно ценны жиры молока и молочных продуктов, яичного желтка, рыбьи жиры. В них содержатся витамины А и D, они легко усвояемы. Говяжий, свиной, бараний жиры трудно усваиваются, бедны витаминами и биологически активными веществами, и не рекомендуются в питании детей, особенно младшего возраста. [5]

В рационе ребенка большое значение имеет белковая часть питания. Белок необходим не только для возмещения энергетических затрат организма, но и для роста и развития, формирования естественного и приобретенного иммунитета.

В рационы питания детей с раннего возраста рекомендуется включать мясо, так как оно содержит большое количество полноценных белков, незаменимых аминокислот, минеральных веществ и других биологически активных компонентов [3].

Мясной паштет является ценным продуктом в питании детей школьного и дошкольного возраста, так как в его состав входит говядина и говяжья печень. Мы предлагаем ввести в состав мясного паштета творог, чтобы улучшить вкусовые качества продукта и разнообразить состав нутриентов паштета для детей.

Основная ценность говядины – это белки, их в мясе содержится 15-20 %. Полноценных белков содержится до 85 % в мышечной ткани, к ним относятся: миозин, актин и актомиозин, миоген, миоглобин, миоальбумин, глобулин, нуклеопротеиды. Неполноценные белки содержатся в соединительной ткани и представлены коллагеном и эластином. Общее количество углеводов в говядине около 1 %, они представлены гликогеном и продуктами его распада. Жира в говядине мо-

жет содержаться до 18 % в зависимости от сорта. В говядине содержится 0,8-1,3 % калия и фосфора, а также содержится магний, кальций, железо и другие элементы, необходимые для укрепления тела и улучшения работы организма [6].

Говяжья печень богата биологически активными веществами. В ней содержится белка 17,9 %, жира – 3,7%, углеводов – 5,3 %, ненасыщенных жирных кислот – 1,3 %, холестерина – 270 мг%, минеральных веществ – 1,4 %.

Печень говяжья отличается высоким содержанием витамина А: в печени его в 14 раз больше, чем в сливочном масле, считающимся одним из основных источников этого витамина для человека. По содержанию витамина B_2 говяжья печень в 7-8 раз превосходит творог и сыр. В ней содержится в 8-20 раз больше витамина B_{12}, чем в мясе. Печень богата и другими витаминами: пантотеновая (витамин B_5), фолиевая (витамин B_9) кислоты, холин (витамин B_4). В говяжьей печени в 2 раза больше цинка, чем в мясе. Она считается источником факторов кроветворения – железа, меди, цинка, витамина B_{12}, поэтому входит в состав лечебного рациона при малокровии. [4]

Творог – кисломолочный продукт. Он обладает высокой пищевой и энергетической ценностью, так как содержит в своем составе значительные количества незаменимых биологически значимых веществ. Содержание молочнокислых бактерий в готовом продукте в конце срока годности – не менее 106 КОЕ в 1 г продукта. Массовая доля белка в твороге – не менее 14,0 %, без добавления немолочных компонентов. Белки творога частично связаны с солями фосфора и кальция, он также содержит калий, натрий, железо, магний. Творог имеет лечебно-профилактическое значение и диетическую ценность, обладает высокой перевариваемостью и усвояемостью [2].

Для повышения качества питания детей в общеобразовательных учреждениях необходимо использовать продукты повышенной готовности промышленного производства. Этому должны способствовать предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности, которые могут выпускать продукты здорового питания для поставки в учебные организации. Мясной паштет с творогом можно выпускать на комбинатах питания с соблюдением всех гигиенических требований [1].

Разработка технологии производства мясного паштета с добавлением творога является актуальной темой, так как она даст возможность производить продукт с улучшенными органолептическими свойствами без потери пищевой и энергетической ценности.

Целью данной работы было обоснование особенностей технологии производства мясного паштета с творогом для питания детей школьного и дошкольного возраста. В задачи исследований входило:

выявить особенности технологии производства мясного паштета с творогом; проработать рецептуру приготовления мясного паштета с творогом; дать сравнительную оценку качества полученных готовых изделий.

Отработка рецептуры детского мясного паштета с творогом проводилась по основной технологии приготовления мясных паштетов.

Для приготовления паштета использовали говядину и говяжью печень в соотношении 1:1. Контрольный образец готовили по одной из традиционных рецептур мясного паштета. В опытном образце почти треть мяса и печени заменили на творог, а печень дополнительно вымачивали в молоке в течение нескольких часов.

Рецептуры контрольного и опытного образцов паштета представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептуры паштетов

Ингредиенты	Количество, г	
	Контрольный образец – мясной паштет	Опытный образец – мясной паштет с творогом
Говяжья печень, г	500	350
Говядина, г	500	350
Творог, г	-	300
Лук, г	380	380
Морковь, г	300	300
Масло сливочное, г	240	240
Соль, г	4	4
Молоко коровье (для замачивания печени), мл	-	2000
Масло растительное (для жарки), г	20	20

После приготовления и охлаждения паштетов была проведена сравнительная оценка качества образцов по органолептическим показателям. Результаты сравнительной органолептической оценки опытных образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептические показатели паштетов

Наименование показателя	Характеристика	
	Контрольный образец – мясной паштет	Опытный образец – мясной паштет с творогом
Внешний вид	В охлажденном виде серо-коричневая однородная масса с незначительным количеством выплавленного жира	В охлажденном виде однородная мелкоизмельченная масса серо-бежевого цвета
Консистенция	Мажущаяся, однородная по всей массе, без комочков	Мажущаяся, однородная по всей массе, без комочков
Вкус	Свойственный мясному паштету, выраженный печеночный вкус, без посторонних привкусов	Свойственный мясному паштету, менее выраженный печеночный вкус, кисломолочный привкус
Запах	Свойственный мясному паштету, без посторонних запахов	Свойственные мясному паштету, с тонким молочным ароматом

Внешне паштеты имели однородный вид, мажущуюся консистенцию, но мясной паштет с добавлением творога был более светлым.

Мясной паштет с творогом имел менее выраженный печеночный вкус, небольшой кисломолочный привкус и тонкий молочный аромат.

Показатели пищевой и энергетической ценности исследуемых образцов паштетов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Пищевая и энергетическая ценность паштетов

Показатели, рассчитанные на 100 г продукта	Контрольный образец – мясной паштет	Опытный образец – мясной паштет с творогом
Энергетическая ценность, ккал	170	177
Белки, г	12	18,1
Жиры, г	11	11,1
Углеводы, г	2	7

В результате замены в мясном паштете части мясного сырья на творог в 100 г готового продукта увеличивается количество белка на 6,1 г, а также увеличивается содержание углеводов на 5 г. Это связано с тем, что в твороге может содержаться 16-18 г белка и 3-5 г углеводов (лактозы).

Содержание жира в мясных паштетах практически не менялось в зависимости от рецептуры.

Энергетическая ценность 100 г мясного паштета составляет 170 ккал, что на 7 ккал меньше, чем у мясного паштета с творогом. Это объясняется тем, что с добавлением творога в паштет увеличивается количество белков и углеводов.

На рисунке 1 изображен опытный образец – мясной паштет с творогом.



Рисунок 1 – Внешний вид мясного паштета с творогом

Проработанная рецептура позволила получить паштет более привлекательный на вид, с приятным молочным привкусом и нежной консистенцией, при этом паштет не потерял своей пищевой и энергетической ценности. Мясной паштет с творогом рекомендуется для систематического употребления в питании детей школьного и дошкольного возраста.

Список использованной литературы

1. Развитие системы школьного питания в рамках реализации Федерального закона 47-ФЗ / М. Г. Балыхин, А. Б. Лисицын, Р. А. Эдварс [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. № 1. С. 194-211. https://e.lanbook.com/journal/issue/325796

2. Сухова И. В., Баймишева Д. Ш. Товароведение и экспертиза молочных товаров: практикум: учебное пособие. Самара: СамГАУ, 2015. С. 37-46. https://e.lanbook.com/book/487877

3. Технология функциональных продуктов животного происхождения. Лабораторный практикум: учебное пособие / А. Н. Пономарев, Е. И. Мельникова, С. В. Полянских, Е. В. Богданова. Воронеж: ВГУИТ, 2015. 179 с. https://e.lanbook.com/book/76254

4. Товароведение и экспертиза мясных и мясосодержащих продуктов: учебник для СПО / В. И. Криштафович, В. М. Позняковский, О. А. Гончаренко, Д. В. Криштафович. Санкт-Петербург: Лань, 2025. С. 161-167. https://e.lanbook.com/book/445304

5. Функциональное питание: учебное пособие / авторы-составители Э. Э. Сафонова [и др.]. Санкт-Петербург: Лань, 2022. С. 161-180. https://e.lanbook.com/book/206804

6. Частная зоотехния / Ю. А. Колосов, В. В. Абонеев, Ю. А. Юлдашбаев [и др.]. Санкт-Петербург: Лань, 2023. С. 168-169. https://e.lanbook.com/book/288941

УДК 637.146:338.43

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Согласнова Н. С., *соискатель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены экономические и технологические вызовы, связанные с организацией производства функциональных продуктов питания на основе молочной сыворотки. Изучены этапы разработки инновационной технологии, вопросы выбора оборудования и экономической эффективности. Особое внимание уделено изменению потребительских свойств продукта в ответ на рыночные требования, вопросам импортозамещения технологий и формированию культуры потребления здоровой пищи. Сделан вывод о высокой ресурсоемкости,

но стратегической перспективности данного направления для молочной отрасли. Обоснован потенциал реализации проекта на базе исследуемого предприятия, обладающего необходимой сырьевой базой и технологическим опытом.

Ключевые слова: *молочная сыворотка, глубокая переработка молочной сыворотки, функциональные продукты питания, сывороточный белок, потребительские свойства молочной сыворотки.*

Современная мировая тенденция к здоровому образу жизни формирует устойчивый спрос на продукты с высокой пищевой ценностью и направленным действием на организм (функциональные продукты). Для молочной промышленности особый интерес представляет глубокая переработка вторичного сырья, в частности, молочной сыворотки. Традиционно воспринимаемая как отход сыроделия и творожного производства, сыворотка на самом деле является ценным многокомпонентным сырьем, содержащим около 50 % сухих веществ молока, включая наиболее легкоусвояемые сывороточные белки, витамины и минеральные вещества [2, 6].

Целью данной статьи является оценка комплекса экономических и технологических проблем, возникающих при создании производства функциональных продуктов из сыворотки, а также выявление ключевые факторов успеха, с последующей оценкой возможности его адаптации на базе ООО «Еланский сыродельный комбинат».

Основой для создания продуктов нового поколения служит отказ от традиционного подхода к сыворотке как к кормовой базе и переход к ее глубокой переработке. Ключевым элементом становится выделение и концентрация сывороточных белков, которые, в отличие от казеина, обладают максимальной биодоступностью [4].

Производственный процесс получения ФПП из сыворотки (рисунок 1) базируется на комбинации нескольких технологий:

– баромембранные процессы: ультрафильтрация и нанофильтрация используются для разделения сыворотки на фракции, позволяя концентрировать белок и отделять лактозу и минеральные соли;

– микропартикуляция: ключевая технология для придания продукту необходимых органолептических свойств. Она позволяет преобразовать белковые агрегаты в микроскопические частицы, создающие кремообразную текстуру без использования жира.

– биотехнология (ферментация): сквашивание высокобелковой основы для формирования приятного, «молочного» вкуса, характерного для привычных потребителю кисломолочных продуктов.

– стандартные процессы: пастеризация, гомогенизация, розлив [3].

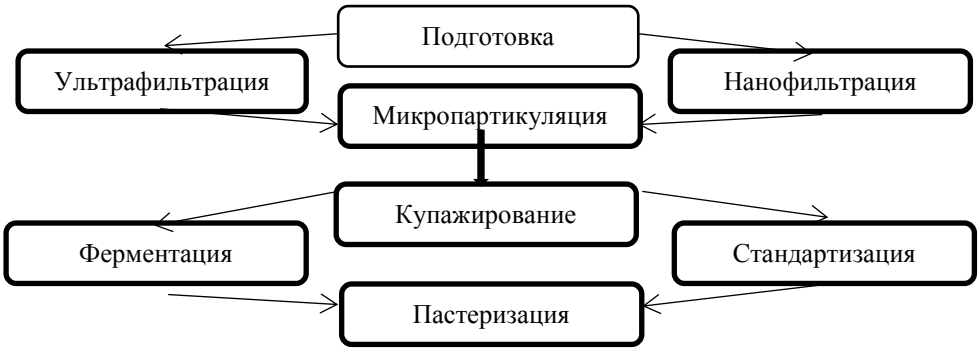


Рисунок 1 – Технологическая схема производства продуктов из сывороточного белка

Экономика производства продуктов из сывороточного белка имеет ряд принципиальных особенностей (рисунок 2), которые делают этот бизнес высокозатратным, но потенциально высокомаржинальным при правильном позиционировании:



Рисунок 2 – Экономика производства ФПП из сывороточного белка

– высокая ресурсоемкость: содержание сывороточного белка в исходном сырье составляет всего около 0,5%. Для производства одной тонны высокобелковой основы требуется переработать примерно 25 тонн сыворотки. Такие нормы расхода сырья являются уникальными для молочной промышленности и предъявляют повышенные требования к логистике и наличию собственной сырьевой базы (сыродельных заводов);

– энергоемкость: технологии мембранной фильтрации и микропартикуляции являются энергозатратными, что увеличивает себестоимость конечного продукта;

– длительный цикл от науки до производства: от зарождения идеи до вывода продукта на рынок проходит 4-5 лет. Это время включапет не только отработку технологии, но и модернизацию оборудо-

вания для достижения идеальных потребительских свойств. Инвестиции в этот период не приносят немедленной отдачи, что требует долгосрочного планирования;

– эволюция продукта и ценовая политика: Первоначально продукт будет позиционироваться в премиальном ценовом сегменте. По мере роста объемов продаж и принятия ФПП из сыворотки он станет более доступным. В этом заключается классическая модель вывода инновационного товара на рынок;

– упаковка и экология: выбор форматов упаковки (удобный стакан, HDPE-бутылка, картонная упаковка Pure-Pak) отражает стремление к функциональности и учету экологических трендов, что также влияет на конечную стоимость продукта.

Главным экономическим риском и одновременно точкой роста для ФПП является формирование спроса. При запуске производства рынок не всегда готов к восприятию продукта, так как потребитель привычен к традиционной парадигме: «сладкий = сахар», «вкусный = жирный». Перед производителем стоит задача не просто продать товар, а сформировать новую культуру потребления, донести связь между составом пищи, фигурой и здоровьем человека.

Для развития рынка производитель последовательно должен улучшать продукт, повышая содержание белка и очищая состав от стабилизаторов, искусственных добавок и сахара. Это движение в сторону «чистой этикетки» является ключевым конкурентным преимуществом.

Организация глубокой переработки молочной сыворотки является сложным, капиталоемким и длительным процессом, требующим интеграции передовых технологий и глубокого понимания рынка [5].

Анализ производственной базы и стратегии развития ООО «Еланский сыродельный комбинат» позволяет сделать вывод о высоком потенциале предприятия для реализации аналогичного проекта по глубокой переработке сыворотки и выпуску функциональных продуктов питания.

Предприятие обладает рядом конкурентных преимуществ, соответствующих ключевым факторам успеха:

– мощная сырьевая база. Комбинат является одним из крупнейших производителей твердых и полутвердых сыров в России с ежесуточной переработкой молока, достигшей к 2024 году 800 тонн [1]. Сыроделие традиционно генерирует огромные объемы побочного продукта – молочной сыворотки и у ООО «Еланский сыродельный комбинат» уже сформировано понимание ценности этого вторичного сырья и имеется первичный опыт работы с ним;

– опыт технологической модернизации и интеграции оборудования. Ключевым для перехода к глубокой переработке сыворотки является тот факт, что в 2021-2023 годах на предприятии был реализо-

ван инвестиционный проект по строительству дополнительного цеха по производству сухой деминерализованной сыворотки с монтажом сушильных, вакуум-выпарных установок, а также систем пастеризации и ультрафильтрации сыворотки. Наличие оборудования для ультрафильтрации является критически важным первым шагом для выделения и концентрации сывороточных белков. Еланский сыродельный комбинат прошел через несколько этапов масштабной реконструкции. На предприятии установлено современное оборудование ведущих мировых и отечественных производителей (Alfa Laval, BWT и др.);

– кадровый потенциал и научная база. Предприятие исторически уделяет внимание подготовке квалифицированных кадров, сотрудничая с ГАПОУ «Еланский аграрный колледж» и ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ»;

– опыт работы с рынком и потребителем. Продукция ООО «Еланский сыродельный комбинат» широко представлена как в Волгоградской области, так и по всей России — от Москвы до Дальнего Востока. Предприятие имеет опыт запуска новых продуктовых линеек (расширение ассортимента цельномолочной продукции, выпуск новых видов сыров), что свидетельствует о наличии маркетинговых компетенций и выстроенных каналов сбыта, необходимых для вывода инновационного функционального продукта на рынок;

– стратегическое соответствие. Переход к производству продуктов с высокой добавленной стоимостью, таких как функциональные напитки на основе сывороточного белка, полностью соответствует долгосрочной стратегии комбината, направленной на углубление переработки сырья и реализацию принципов безотходного производства, заложенных еще при модернизации 2008-2009 годов.

Для Волгоградской области реализация такого проекта станет важным шагом в углублении переработки сельхозсырья и реализации политики импортозамещения.

Таким образом, несмотря на высокие входные барьеры, создание производств полного цикла переработки сыворотки является стратегически верным направлением для молочной отрасли. ООО «Еланский сыродельный комбинат» имеет все предпосылки для успешной реализации проекта по выпуску инновационных функциональных продуктов на основе глубокой переработки молочной сыворотки, что позволит не только повысить рентабельность бизнеса за счет безотходности, но и удовлетворить растущий спрос российских потребителей на качественные функциональные продукты.

Список использованной литературы

1. Грибкова А. В., Балашова Н. Н. Региональная модель молокопродуктового подкомплекса // Состояние и перспективы социально-экономического развития региона: взгляд молодых: материалы X Междунар. студенч. науч. конф. Брянск, 2024. С. 797-801.

2. Эффективность деминерализации молочной сыворотки: анализ методов и оптимизация их использования / Д. Н. Володин, В. К. Топалов, И. К. Куликова, И. А. Евдокимов, Д. С. Хазов, К. Ю. Сорокин // Молочная промышленность. 2024. № 4. С. 50-55.

3. Горькова И. В., Павловская Н. Е. Биотехнологические основы производства БАД к пище, их безопасность и функциональный стиль питания // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (59). С. 77-83.

4. Использование IT для оценки функциональной эффективности пищевых продуктов / М. В. Ежова, Л. Г. Елисеева, П. Г. Молодкина, Т. А. Сантурян // Товаровед продовольственных товаров. 2022. № 10. С. 673-680.

5. Кустова О. С., Войтенко Л. Г., Назаров И. Ф. Эффективность производства продукта функционального назначения // Научно-технический и социально-экономический потенциал развития АПК РФ: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Нальчик, 2024. С. 33-37.

6. Филатов А. С., Эзергайль К. В., Мельникова Е. А., Мельников А. Г. Использование побочного сырья молочной промышленности в технологии производства белковых молочных продуктов // Аграрно-пищевые инновации. 2019. № 3 (7). С. 56-63

УДК 663.95

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ В ЧАЙНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ С ОБЛЕПИХОЙ

Суторма О. А., *д. б. н., профессор*
Спивак М. Е., *д. б. н., профессор*
Шарапова Е. А., *преподаватель*
Кувакина Е. М., *сотрудник*

ГБУ ВО «Волгоградская Облветлаборатория»
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлены варианты композиций для приготовления горячих напитков на основе облепихи, в которых в качестве добавок использованы региональные растительные компоненты, а также результаты органолептической оценки этих напитков. Описана биологическая ценность растительных добавок, использованных в чайных композициях.

***Ключевые слова**: здоровое питание, чай, чайные композиции, фитотерапия, облепиха, растительные пищевые добавки, хеномелес, смородина золотистая.*

Важной тенденцией в современных условиях является поддержание здорового образа жизни. Его главными составляющими являются физическая активность, отказ от вредных привычек и полноценный, сбалансированный пищевой рацион. Доказательством возросше-

го интереса к здоровому, сбалансированному питанию является введение в России в 2011 году праздника, который называется «День здорового питания и отказа от излишеств в еде» и отмечается ежегодно 2 июня.

Здоровое питание подразумевает содержание в рационе всех необходимых для человека питательных веществ: белков, жиров и углеводов (БЖУ) в соотношении 1:1:4, также необходимы минеральные вещества и витамины.

Ежедневно в нашем рационе присутствуют горячие безалкогольные напитки, традиционно это кофе или чай. Сторонники здорового образа жизни широко используют так называемые травяные чаи, получаемые завариванием кипятком плодов, цветов и стеблей растений, не содержащих кофеина. Большой популярностью пользуется облепиховый чай. Причины его популярности обусловлены не только отличным вкусом, но и высокой биологической ценностью плодов облепихи.

Плоды облепихи содержат жирорастворимые витамины А и Е, водорастворимые витамины B_1, B_2, B_3, B_6, B_9. Содержание аскорбиновой кислоты больше, чем в цитрусовых. Также облепиха богата аминокислотами, каротиноидами и флавоноидами, содержит незаменимые жирные кислоты. Минеральные вещества представлены соединениями калия, кальция, магния, фосфора, бора и железа. Благодаря такому богатому биологически активными веществами составу облепиха и содержащие её пищевые продукты способствуют повышению иммунитета, улучшают работу сердца и сосудов, снижают уровень холестерина. Ягоды облепихи содержат «гормон счастья» серотонин, который необходим для работы нервной системы и создания хорошего настроения, причем в больших количествах, чем в шоколаде или бананах.

Традиционно в качестве добавок в горячие безалкогольные напитки на основе облепихи используют цитрусовые (апельсин или лимон), имбирь и мёд. Новизна нашей работы заключается в использовании в качестве добавок нетрадиционных компонентов, малоизвестных, обогащающих состав облепихового напитка биологически активными веществами и улучшающими органолептические характеристики продукта. Особенность используемых нами компонентов заключается в том, что все они выращены в Волгоградской области в экологически чистом районе, недалеко от Волго-Донского канала. В процессе проведения работы с целью получения полезного продукта питания с использованием выращенных в условиях Волгоградской области растительных компонентов, обладающих высокой биологической ценностью, нами были поставлены следующие задачи:

1. Разработка рецептуры облепихового чая с добавками региональных растительных компонентов, повышающих его пищевую и биологическую ценность.

2. Проведение органолептической оценки полученного продукта.

Для решения первой задачи нами были приготовлены две композиции. Композиция № 1 содержала:

• Плоды облепихи замороженные (250 г).

• Ягоды золотистой смородины замороженные (30 г).

• Мята сушеная (5 г).

• Айва обыкновенная (Cydonia oblonga) измельченная свежая (20 г).

• Чай черный байховый Assand (20 г).

В состав композиции № 2 входили следующие компоненты:

• Плоды облепихи замороженные (250 г).

• Ягоды золотистой смородины замороженные (30 г).

• Мята сушеная (5 г).

• Айва японская (Chaenomeles japonica) измельченная свежая (20 г).

Данные чайные композиции помещали в стеклянный чайник и добавляли 750 мл кипящей воды. Процесс экстракции («заваривание») проводили в течение 10 минут.

Выбор в качестве полезной добавки айвы японской (хеномелес, Chaenomeles japonica) обусловлен её высокой биологической ценностью. Пищевая ценность плодов хеномелеса обусловлена тем, что они содержат значительные количества аскорбиновой кислоты (больше, чем в цитрусовых), биофлавоноиды, пищевые волокна и минеральные вещества, превосходят груши и яблоки по содержанию полифенольных антиоксидантов. Кроме того, японская айва является источником ионов калия, магния, меди и железа, а также витаминов группы В, особенно тиамина, рибофлавина и пиридоксина. В 2024 году нами был проведен опрос в Волгоградском государственном университете с целью выявить, насколько известен данный плод. По результатам проведенного опроса из двенадцати учебных групп Волгоградского государственного аграрного университета (высшего учебного и среднего специального образования) назвать продемонстрированные целые натуральные плоды хеномелеса смогли только в трёх группах, причём это были обучающиеся по направлению «Садоводство» факультета агробиотехнологий.

В качестве второго нетрадиционного компонента мы использовали ягоды смородины золотистой (лат. Ribes aureum). Традиционным сырьем, используемым в пищевой промышленности, является черная смородина (лат. Ribes nigrum). Однако она плохо переносит засуху, столь характерную для нашего региона – Волгоградской области. В отличие от черной смородины, смородина золотистая обладает высокой засухо-

устойчивостью, не требовательна к составу почвы, переносит полутень. Её ягоды не осыпаются, она практически не болеет, не поражается клещом. Благодаря химическому составу, плоды этого растения служат натуральным поливитаминным средством и природным антибиотиком, а большое количество содержащихся в них макро- и микроэлементов положительно влияет на метаболизм. Ягоды золотистой смородины содержат больше сахаров, чем кислот, а также богаты каротином.

Несмотря на высокую пищевую ценность и приспособленность к условиям нашего региона, золотистая смородина является растением, которое мало кому известно. Осенью 2025 мы провели опрос в Волгоградском государственном аграрном университете, среди обучающихся по программам высшего и среднего специального образования. Обучающимся ВолГАУ были показаны фотографии, на которых были изображены плоды и листья смородины золотистой и бланки с вариантами ответов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Бланки опроса по смородине золотистой

В опросе принял участие 91 обучающийся Волгоградского государственного аграрного университета. Полученные результаты опроса представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты опроса обучающихся ВолГАУ по смородине золотистой

Название	Количество ответов
Смородина чёрная	58
Смородина золотистая	4
Смородина красная	2
Йошта	24
Крыжовник	3
Итого:	91

Мы отказались от использования в нашей рецептуре мёда, несмотря на его высокую биологическую ценность, так как при исследовании мёда в условиях ГБУ ВО Волгоградская облветлаборатория соавтором нашей работы были обнаружены пыльцевые зерна амброзии и подсолнечника, которые являются сильными аллергенами. Также мы не используем традиционные для напитков на основе облепихи цитрусовые, которые часто являются причинами аллергических реакций. Кроме того, они не растут в нашем регионе, а, следовательно, не соответствуют тематике нашей работы.

В качестве экспертов для дегустации чайных композиций были приглашены 12 студентов 1 курса института непрерывного образования Волгоградского государственного аграрного университета, обучающихся по специальности «Туризм». С учетом активно развивающегося в последние годы направления «гастрономический туризм» их можно рассматривать как будущих потребителей услуг региональной пищевой промышленности. Результаты органолептической оценки композиций № 1 и № 2 представлены на рисунке 2.

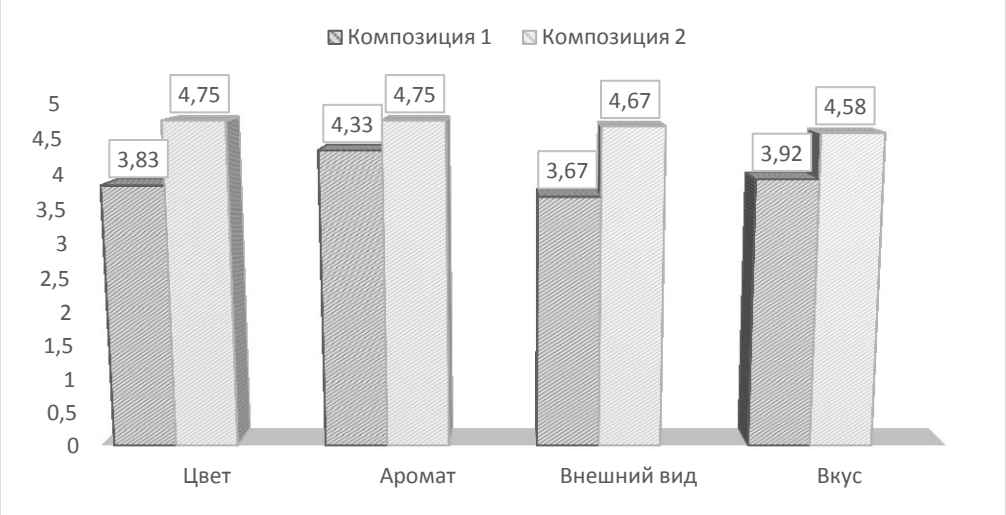


Рисунок 2 – Результаты экспертной оценки композиций № 1 и № 2

На основании произведенной нашими экспертами органолептической оценки качества горячих безалкогольных напитков, мы делаем следующие выводы:

1. В соответствии с заключениями наших экспертов, по всем позициям лидирует композиция № 2. Это можно объяснить тем, что использованные в ней добавки не только повышают биологическую ценность напитка, но и обогащают его вкус, аромат и цвет.

2. Большинство экспертов отметили излишнюю терпкость композиции № 1, что объясняется наличием в ней чёрного чая и айвы обыкновенной.

3. Несмотря на тот факт, что наши эксперты не являются профессионалами, тем не менее, наблюдается большее совпадение в оценках качества напитков.

Список использованной литературы

1. Межгосударственный стандарт «Чай и чайная продукция». Термины и определения (МКС 67.140.10): ГОСТ 32593-2013. Дата введения 2015-07-01.

2. Влияние плодоовощной смеси на органолептические показатели сорбета / Е. Н. Ефремова, О. А. Суторма, Д. Д. Хорошилов, К. А. Амбросова // Новые технологии. 2024. Т. 20. № 2. С. 49-56.

3. Незаменимые пищевые факторы и их роль в питании / М. Е. Спивак, Л. А. Минченко, Г. Л. Гиззатова, Т. А. Шипаева // Ценностно-гуманитарная парадигма формирования нового поколения специалистов в условиях развития цифровой среды: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2019. С. 353-358.

4. Необходимость расширения ассортимента продуктов для здорового перекуса / А. Г. Мельников, Е. А. Мельникова, Н. В. Широкова, Ю. З. Насиров // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 28-32.

5. Композиция чая: патент № 2765133 C1 РФ, МПК A23F 3/14. № 2021107562: заявл. 22.03.2021: опубл. 25.01.2022 / Л. А. Минченко, М. Е. Спивак, Е. С. Таранова, К. В. Пихаленко; заявитель ФГБОУ ВО "Волгоградский государственный аграрный университет".

6. Суторма О. А., Спивак М. Е., Шарапова Е. А. Органолептическая оценка качества горячих безалкогольных напитков // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2025. С. 196-202.

УДК 663.674

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МОЛОЧНЫЙ ДЕСЕРТ С ДОБАВЛЕНИЕМ ЙОДСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКИ И ОБЛЕПИХИ

Шикерук Н. А., *специалист отдела качества и пищевой безопасности*
Волкова О. А., *зав. отделом КВДиИАО НИР*

ООО «ТРАДИЦИЯ»,
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Согласно современным представлениям нутрициологии, полноценное функционирование человеческого организма невозможно без рациона, который поставлял бы ему комплекс незаменимых и полезных соединений – витамины, белки, жиры, углеводы и другие ценные компоненты. Благодаря сочетанию диетических и лечебных качеств, высокой усвояемости, а также приятных вкусовых характеристик, молочные продукты занимают одно из ключевых мест в рационе человека. Отечественные пищевые предприятия всё чаще выводят на ры-

нок продукты не просто с традиционной питательной ценностью, а с направленным действием – восполнением нехватки определённых нутриентов в пищевом рационе людей.

Ключевые слова: *функциональные продукты питания, мороженое, технологии производства мороженого.*

Введение. В последние годы наблюдается повышение внимания со стороны потребителей к так называемым функциональным продуктам питания – продуктам, которые обладают не только высокой питательной ценностью, но и способны укреплять здоровье и снижать риск развития заболеваний. Получение таких продуктов связано с введением в их состав функциональных компонентов – физиологически активных, ценных и безопасных для здоровья ингредиентов с известными физико-химическими характеристиками, для которых выявлены и научно обоснованы полезные для сохранения и улучшения здоровья свойства, а также установлена суточная физиологическая потребность [1].

Молоко и молочные продукты занимают особое место среди всего многообразия продуктов питания растительного и животного происхождения. Их ценность обусловлена как высокой питательностью, так и биологической значимостью, что достигается за счёт сбалансированного состава и высокой усвояемости всех компонентов.

Создание новых видов молочных десертов, особенно мороженого, сегодня относится к числу наиболее привлекательных направлений в пищевой промышленности. При этом именно оригинальные наполнители, начинки и вкусы позволяют обновить традиционные рецептуры и выделить продукт на фоне конкурентов, привлекая внимание потребителей [2].

На сегодняшний день одной из острых проблем отечественного здравоохранения остаются заболевания, вызванные недостатком йода в питании и воде, а также их профилактика. Тяжёлая йодная недостаточность чревата сердечно-сосудистыми расстройствами (снижение артериального давления, возникновение аритмий) и поражением щитовидной железы. Со временем дефицит йода может провоцировать развитие эпидемического зоба – увеличение железы, которая начинает сдавливать прилегающие органы, вызывает кашель, затруднение глотания и приступы удушья [3].

Исследования, проведенные в ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» за последние 20 лет по поручению Минздрава России, установили, что потребление йода в нашей стране почти в 2-3 раза меньше допустимой нормы – 80 мкг/сут (допустимая норма 150-250 мкг/сут) [4].

Плоды облепихи являются исключительно ценным сырьем для пищевой, фармацевтической и косметической промышленности. Популярность культуры определяется, прежде всего, значительным ко-

личеством биологически активных компонентов, содержащихся в плодовой мякоти, и, в частности, наличием уникальной липидной фракции, сочетающей комплекс незаменимых жирных кислот, каротиноидов и токоферолов. Не менее важную функциональную роль в плодах облепихи играют водорастворимые витамины, перечень которых представлен широким спектром соединений, и в частности, витаминами группы В [5].

Целью нашего исследования являлась разработка рецептуры мороженого, обогащенного биодоступными формами йода и витаминами, за счет введения йодсодержащей добавки и продуктов из облепихи, а также определение основных физико-химических и органолептических показателей готового продукта.

Материалы и методы исследований. Разработка рецептуры опытного образца мороженого с добавлением йодсодержащей добавки и протертой с сахаром облепихи была основана на рецептуре классического мороженого (ГОСТ 31457-2012 Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия) [6].

Технологическая схема производства – это последовательный перечень всех операций и процессов обработки сырья начиная с момента его приема и заканчивая выпуском готовой продукции с указанием применяемых режимов обработки [7].

Технология приготовления мороженого с добавлением йодсодержащей добавки «Йоддар» и протертой с сахаром облепихи включала следующие этапы: приготовление смеси исходных компонентов, фильтрацию, пастеризацию, гомогенизацию, охлаждение, фрезирование. Перед пастеризацией в смесь исходных компонентов был внесен стабилизатор – желатин.

Добавка «Йоддар» представляет собой биологически активную добавку, в состав которой входит белок йодированный из коровьего молока, из казеинов коровьего молока или из козьего молока, лактоза, калий йодистый, калий йодноватокислый, натрия тиосульфат.

Для получения опытных образцов использовали фризер Б6-ОФМ. В его бункер заливали охлаждённую до 4-6 °С смесь исходных компонентов, после чего взбивали при минус 18 °С. На последней стадии фрезирования в смесь компонентов были внесены измельчённые до однородного состояния и протертые с сахаром плоды облепихи, а также йодсодержащая добавка «Йоддар». Температура готового продукта на выходе из фризера составляла минус 4 °С. Затем мороженое расфасовывали в полимерные контейнеры и закаливали в морозильной камере при минус 18 °С в течение суток.

В таблице 1 представлена рецептура мороженого с добавлением йодсодержащей добавки и протертой с сахаром облепихи (в расчете на 1 кг).

Таблица 1 – Рецептура мороженого с добавлением йодсодержащей добавки и протертой с сахаром облепихи, в расчете на 1 кг.

№ п/п	Наименование сырья	Количество, г
1	Молоко коровье, 3,2%	500
2	Молоко сухое обезжиренное	42,5
3	Масло «Крестьянское» несоленое	128,5
4	Сахар-песок	65,0
5	Желатин	5,0
6	Протертая с сахаром облепиха	136,0
7	Йодсодержащая добавка	5,0
8	Вода питьевая	118,0

После окончания технологического процесса были отобраны образцы мороженого (по ГОСТ 26809, ГОСТ 26929) для проведения исследований. Оценку проводили по основным физико-химическим и органолептическим показателям по общепринятым методам.

Результаты исследований. Результаты оценки органолептических и физико-химических показателей, формирующих потребительские свойства выработанных образцов мороженого отражены в таблицах 2 и 3.

При определении качества мороженого большую роль играет органолептическая оценка. В проводимых исследованиях оценивали внешний вид, цвет мороженого, консистенцию, структуру и вкус (таблица 2).

Таблица 2 – Органолептические показатели мороженого с добавлением йодсодержащей добавки и протертой с сахаром облепихи

Наименование показателя	Мороженое с добавлением протертой облепихи с сахаром
Внешний вид	Порция мороженого с равномерно распределенными вкраплениями
Вкус и запах	Чистый, облепиховый, кисло-сладкий, без посторонних привкусов и запахов
Консистенция	Плотная
Структура	Однородная, без ощутимых комочков жира, частичек белка и лактозы, кристаллов льда. Присутствуют косточки облепихи мелкого помола
Цвет	Светло-оранжевый, равномерный по всей массе мороженого

При дегустационной оценке образца мороженого с йодсодержащей добавкой и протертой с сахаром облепихой были отмечены его однородная структура с присутствием небольшого количества косточек облепихи мелкого помола, ровный светло-оранжевый цвет и приятный кисло-сладкий вкус с характерным послевкусием.

Оценка основных физико-химических показателей отобранного образца приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические показатели мороженого с добавлением йодсодержащей добавки и протертой с сахаром облепихи

Показатель	Требования ГОСТ 31457-2012	Опытный образец
Массовая доля жира, %, не менее	12,0	12,0
Массовая доля сахара (за вычетом лактоза), %, не менее	14,0	15,0
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	37,0	37,0
Кислотность, ^{0}Т, не более	50,0	48,0 ± 0,5
Взбитость, %, не менее	110	120 ± 2
Время таяния, тыс. с, не менее	4,0	4,2
Содержание витамина С, мг	-	2,8
Содержание витамина Е, мг	-	1,28
Содержание витамина А, мкг		98
Содержание I, мкг		25

При анализе физико-химических показателей отобранного образца было установлено, что готовый продукт соответствовал основным требованиям ГОСТ 31457-2012. Стоит отметить, что исследуемый образец мороженого отличался высоким содержанием витаминов С, Е и А, а также такого йода. Также внесение протертой облепихи с сахаром увеличило время таяния и повысило взбитость готового продукта за счет наличия в его составе пектиновых веществ.

Показатель энергетической ценности продукта – это количество энергии, высвобожденной в процессе окисления биопродуктов, которая идет на поддержание нормальной жизнедеятельности организма.

Расчет энергетической ценности мороженого с добавлением йодсодержащей добавки и протертой с сахаром облепихи приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Пищевая и энергетическая ценность мороженого с добавлением йодсодержащей добавки и протертой с сахаром облепихи

№ п/п	Наименование пищевого продукта	Основные пищевые вещества, г на 100 г продукта			Энергетическая ценность, ккал
		белки	жиры	углеводы	
1	Молоко коровье, 3,2%	1,45	1,60	2,35	28,30
2	Молоко сухое обезжиренное	1,61	0,042	2,23	15,76
3	Масло «Крестьянское» несоленое	0,10	9,28	0,16	84,56
4	Сахар-песок	-	-	6,60	26,70
5	Желатин	0,436	0,002	0,0035	1,732
6	Протертая с сахаром облепиха	0,095	0,50	4,67	23,58
7	Йодсодержащая добавка	0,20	-	0,07	1,08
8	Вода питьевая	-	-	-	0
9	Итого	3,8	12	16,1	181,7

Пищевая ценность разработанного мороженого-сорбе составляет: белки – 3,8 г; жиры – 12 г, углеводы – 16 г. Энергетическая ценность – 181,7 ккал.

Заключение. Внесение в мороженое протертой облепихи с сахаром и йодсодержащей добавки на заключительном этапе фрезирования позволяет получить готовый продукт с высоким содержанием витаминов С, Е, А, а также такого микроэлемента, как йод. Таким образом, полученное мороженое может быть использовано для профилактики физиологических отклонений у взрослых и детей, вызванных дефицитом йода.

Список использованной литературы

1. Шутова В. В., Ревин В. В. Получение функциональных молочных продуктов с использованием добавок на основе водорослей // Медицина и биотехнологии. 2025. № 2. С. 102-118.

2. Совершенствование рецептуры мягкой карамели для мороженого / М. В. Каледина, В. П. Витковская, Д. А. Шемякина, Н. П. Шевченко, Л. В. Волощенко // Ползуновский вестник. 2025. № 4. С. 13-18.

3. Храмова В. Н., Матренина Д. С. Обогащение мясного хлеба органическими формами йода и селена // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 2 (50). С. 280-285.

4. К вопросу о тиреоидной функции щитовидной железы беременных, проживающих в йододефицитном районе (Республика Дагестан, Ахтынский район, 1675 м над уровнем моря) / Ш. Ш. Раджабова, Т. В. Царуева, А. Н. Джалилова, Д. Н. Джалилова // Клинический разбор в общей медицине. 2024. №3. С. 88-92.

5. Земцова А. Я., Зубарев Ю. А., Гунин А. В. Витамины группы в плодовой мякоти различных экотипов облепихи (Hippophae Rhamnoides L.) в условиях лесостепи Алтайского края // Химия растительного сырья. 2024. № 1. С. 170-176.

6. Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия: Межгосударственный стандарт: ГОСТ 31457-2012. Москва: Стандартинформ, 2014. 24 с.

7. Машкина Е. И., Щетинина Е. М. Разработка рецептуры мороженого с применением побочных продуктов переработки молока и оценка его потребительских характеристик // Молочнохозяйственный вестник. 2024. № 2 (54). С. 167-180.

ТРАЕКТОРИЯ РАЗВИТИЯ АПК В ЦИФРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

УДК 339.5:637.1

ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА РЫНКЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ: ТЕНДЕНЦИИ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Анзилевич Д. А., *аспирант*
Балашова Н. Н., *д. э. н., профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены состояние международного рынка молочной продукции и динамика развития российского рынка молочных продуктов в рамках международной торговли. Определены позиции, по которым отечественная молокоперерабатывающая отрасль остается зависимой от импорта. Показаны слабые стороны и определены перспективы развития внешнеэкономической деятельности молокоперерабатывающей отрасли.

Ключевые слова: *внешнеэкономическая деятельность, молокоперерабатывающая отрасль, рынок молочных продуктов.*

В условиях глобализации мировой экономики внешнеэкономическая деятельность становится ключевым фактором для развития отраслевых рынков, в том числе рынка молочных продуктов. Данная сфера представляет собой структуру, включающую зарубежные инвестиции, экспортно-импортные операции, сотрудничество производителей и логистические цепочки, включающие в себя множество стран. Актуальность исследования обусловлена высокой социально-экономической значимостью молочной отрасли: она обеспечивает продовольственную безопасность, трудоустройство населения и денежные отчисления в государственный бюджет.

На данный момент, международный рынок молочных продуктов характеризуется выраженной географическим разграничением производства и потребления. Странами, лидирующими в экспорте молочной продукции, согласно данным FAO, выступают страны Евросоюза (прежде всего, Германия, Франция, Нидерланды), США, Новая Зеландия и Австралия. Их совокупная доля в мировом экспорте превышает 60 %. В то же время страны возглавляющие список импортеров остаются Китай, Юго-Восточная Азия, Ближний Восток и Африка, где продукты с высоким содержанием белка востребованы в связи с ростом населения и доходов. Подобная тенденция выстраивает устойчивые торговые коридоры: например, европейские сыры поступают в Китай и Ближний Восток, а новозеландское сухое молоко в Юго-Восточную Азию.

Механизм международной торговли молочными продуктами зажат в строгие временные рамки. В связи с чем наибольший объём экспорта приходится на сухое молоко (Skim Milk Powder, SMP) и сыворотку, поскольку они обладают удобством транспортировки и длительным сроком хранения. На втором месте по популярности находятся сыры и сливочное масло. К тому же премиальные сорта (пармезан, грюйер) поставляются преимущественно из стран Европейского союза. Свежие молочные продукты (молоко, йогурты) из-за жёстких требований к логистике и срокам реализации составляют менее 10 % мирового оборота. Также стоит помнить про функциональные молочные продукты с добавками (пробиотики, витамины) ориентированные на сегменты здорового питания, экспорт которых в последние время значительно возрос.

Рынок российских молочных продуктов на международном уровне приобрёл устойчивую положительную динамику: за последние пять лет объёмы производства молочного сырья выросли на 12,3 %, достигнув 32,9 млн т в 2025 г. При этом свыше 85 % в структуре выпуска составляет доля переработанной продукции. Ключевыми двигателями роста выступают: поддержка государства (субсидии, льготы), переоборудование производственных мощностей и увеличение ассортимента высокотехнологичных молочных изделий.

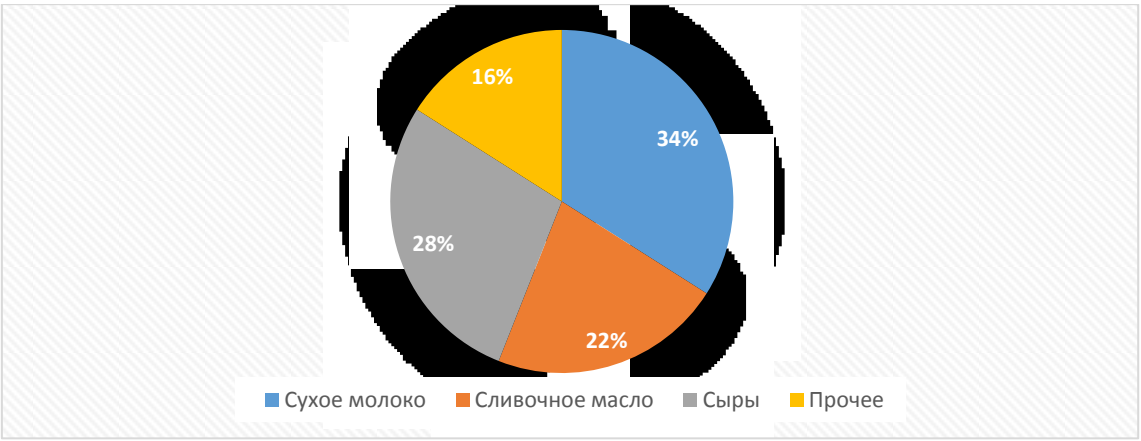


Рисунок 1 – Структура экспорта молочной продукции за 2025г., %

Внешнеторговый оборот молочной продукции представляет собой разнонаправленную динамику. В 2025 г. экспорт составил 45 210 740 000 Р (+18,4 % к 2020 г.), тогда как импорт сократился до 92 424 000 000 Р (-22,1 %). Анализ структуры экспорта выявляет доминирование сухого молока (34 %), сыров (28 %) и сливочного масла (22 %) (рисунок 1). Основными рынками сбыта выступают страны ЕАЭС (Белоруссия, Казахстан), Китай, Узбекистан и ОАЭ, что отражает заинтересованность азиатское направление в наших – экспортных потоках.

Молочная отрасль России остаётся зависимой от импорта по нескольким ключевым позициям (рисунок 2): ферментные препараты (их доля иностранного производства составляет 78 %), специализированные закваски (65 %) и упаковочные материалы (52 %). Такая зависимость делает отрасль уязвимой к колебаниям валютных курсов и логистическим рискам. В ответ на санкционное давление реализуется программа импортозамещения, в рамках которой в 2025 году достигнута локализации производства заквасочных культур на уровне 20 %, что превышает показатель 2020 года, составлявший 15 %.

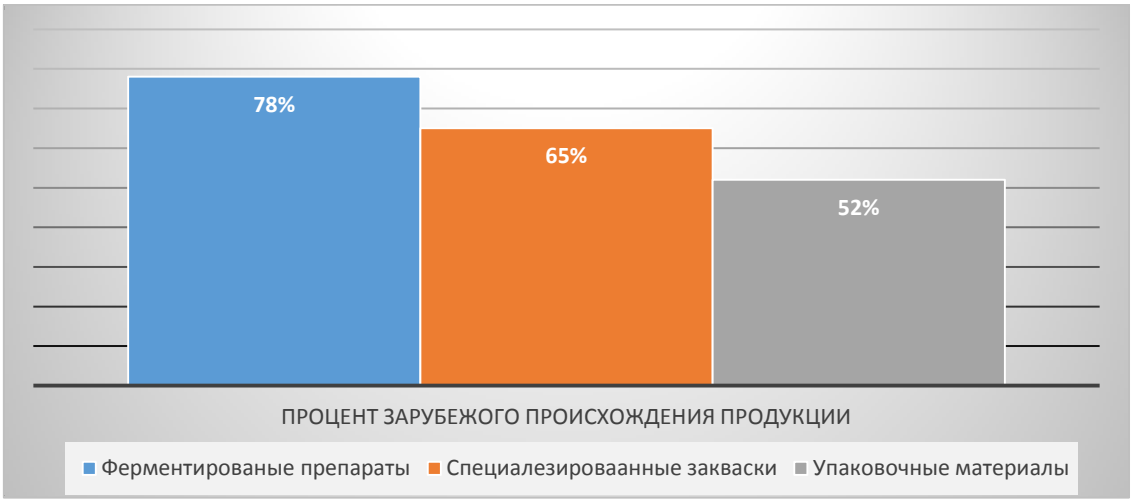


Рисунок 2 – Импортозависимость в ряде категорий

Государственное регулирование внешнеэкономической деятельности является ключевым инструментом для поддержания равновесия на внутреннем рынке. Существующие пошлины, такие как 15 % на сыры, 20 % на сухое молоко и 10 % на кисломолочную продукцию, выполняют защитную функцию, ограничивая проникновение зарубежных производителей. Параллельно с этим используются экспортные субсидии в размере 120 рублей за килограмм сухого молока, которые стимулируют вывоз товаров с высокой маржинальностью.

Сертификация по международным стандартам (ISO 22000, HALAL, ORGANIC) остаётся ключевым элементом внешнеэкономической деятельности, что способствовало увеличению доли сертифицированной продукции в экспорте до 67 %. Тем не менее, сохраняются определённые препятствия: фитосанитарные регламенты КНР (требующие регистрации предприятий в системе CIFER), строгие европейские нормативы по содержанию антибиотиков (< 0,01 мг/кг) и американские требования к маркировке ГМО.

Анализ конкурентных преимуществ российского молочного экспорта демонстрирует:

• Соответствие продукции требованиям стран Ближнего Востока по HALAL-стандартам.

• Потенциал наращивания поставок в Азию ввиду роста доходов населения.

• Низкую себестоимость сырья (на 18 % ниже среднеевропейской).

Слабыми сторонами по-прежнему остаются:

• Дефицит холодильных мощностей в приграничных регионах.

• Высокая энергоёмкость производства (25 % себестоимости).

• Недостаточная узнаваемость брендов на целевых рынках.

Конкурентоспособность участников внешнеэкономической деятельности зависит от нескольких ключевых факторов: себестоимости производства, сертификации по международным стандартам (например, ISO, HACCP), а также тарифных и нетарифных барьеров. Страны Евросоюза, например, используют систему квотирования и предоставления субсидий, что помогает поддерживать низкие экспортные цены. Напротив, развивающиеся страны часто вводят высокие ввозные пошлины (до 30-50 %), чтобы защитить местных производителей. В Индии, например, импортная пошлина на сухое молоко составляет 40 %, что способствует развитию внутреннего производства.

Перспективы развития внешнеэкономической деятельности в молочной отрасли связаны с:

• Развитием экспортной логистики (рефрижераторные коридоры через Каспийское море).

• Увеличением доли высокотехнологичной продукции (функциональные йогурты, сывороточные концентраты).

• Расширением присутствия в Юго-Восточной Азии (Вьетнам, Филиппины) через создание совместных предприятий.

• Внедрением технологий для прозрачности цепочек поставок.

Прогнозируется, что к второму году. объём экспорта достигнет 65 467 000 000 Р при условии:

• снижения транспортных издержек на 15 % за счёт мультимодальных перевозок;

• сохранения господдержки в размере 9 242 400 000 Р/год.

Российская Федерация активно развивает внешнеэкономическую деятельность в сфере молочного производства, переходя от зависимости от импорта к экспортно-ориентированной модели. Достижение этого перехода снет возможным благодаря заключению соглашений о взаимном признании сертификатов с партнёрами из Индии и Турции.

Успешное функционирование отрасли обусловлено рядом факторов, среди которых выделяются технологическая модернизация, расширение рынков сбыта и адаптация к международным стандартам и регуляциям. Для полной реализации возможностей молочного сектора необходимо слаженное взаимодействие государства, бизнеса и научных кругов в рамках долгосрочной стратегии продвижения агропродовольственного экспорта.

Список использованной литературы

1. Белякова Г. Я., Озерова М. Г., Гаврилова О. Ю. Функционирование и устойчивое развитие молочного скотоводства в зарубежных странах // Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ. 2019. № 1 (11). С. 12-24.
2. Гевре И. В., Донскова О. А. Молочная отрасль России: текущее состояние // Агропромышленный комплекс: контуры будущего: материалы IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 71-74.
3. Донскова О. А., Салиенко В. В., Токарева А. В. Статистическая оценка состояния молочного подкомплекса региона в целях обеспечения продовольственной безопасности // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 63-68.
4. Карпицкая М. Е., Замана О. В. Экспортный потенциал молочной отрасли Республики Беларусь // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 3 (64). С. 122-127.
5. Мазлоев В. З. Институциональные основы государственной поддержки агропродовольственного экспорта: зарубежный опыт и российская практика // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 1. С. 11-17.
6. Министерство сельского хозяйства РФ. Официальная статистика и аналитические материалы.
7. Синельников В. М., Данильчик О. В., Гаджаров Н. М. Тенденции формирования рынка молочных продуктов в условиях развития интеграционных процессов в Евразийском экономическом союзе // Исследования, результаты. 2019. № 2 (82). С. 400-404.
8. Об основах государственного регулирования внешнеторговой деятельности: Федеральный закон от 08.12.2003 № 164-ФЗ.
9. Хайруллина О. И. Экспорт молочных продуктов: тенденции и перспективы роста // Продовольственная политика и безопасность. 2021. Т. 8. № 3. С. 287-302.
10. Rabobank. Global Dairy Updates.

УДК 631.171+621.865.8+004.8

КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И РОБОТОТЕХНИКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОРЫВА В АПК ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ахромеева Е. П., *соискатель*
Токарева Е. В., *к. э. н., доцент*
Шеварлич М. М., *д. э. н., профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия
Белградский государственный университет
г. Белград, Сербия

Аннотация. Рассмотрены современные проблемы цифрового развития агропромышленного комплекса (АПК) России и Волгоградской области. Исследование основано на предположении о том, что интеграция инструментов искусственного интеллекта (ИИ), робототехники и «умных» производственных

систем способна повысить эффективность агропредприятий, сократить технологические издержки и обеспечить устойчивое развитие сельских территорий. На основе анализа действующих инструментов цифровизации, региональных инициатив и возможностей робототехнических кластеров предложена концепция внедрения ИИ в АПК. Сформированы цель, задачи, объект и субъект исследования, а также представлена модель концепции цифровой трансформации.

***Ключевые слова*:** *цифровизация АПК, искусственный интеллект, робототехника, устойчивое развитие АПК.*

Цифровая трансформация агропромышленного комплекса является одним из ключевых направлений технологического развития сельского хозяйства России. Отечественные исследования подчёркивают, что цифровые технологии становятся основой повышения эффективности производства, оптимизации управления ресурсами и обеспечения устойчивого развития отрасли [1]. Волгоградская область занимает значимое место в структуре российского АПК, однако сохраняет ряд системных вызовов, связанных с необходимостью цифровизации хозяйств, внедрения современных технологий и модернизации инфраструктуры [3, 8].

Одновременно исследователи отмечают, что цифровая зрелость предприятий региона постепенно растёт, а развитие цифровых инструментов является приоритетом региональной аграрной политики [4, 5, 10]. Это подтверждает актуальность научного анализа цифровой модернизации АПК Волгоградской области.

Несмотря на активное развитие технологий, агропромышленный комплекс России продолжает сталкиваться с рядом системных проблем: низкой производительностью труда, дефицитом квалифицированных кадров, высокой долей ручных операций, а также ограниченной интеграцией современных цифровых решений. Необходимость цифрового развития АПК рассматривается как стратегическое направление научно-технологического развития страны и региона, в частности [4, 7, 9].

Волгоградская область, обладая значительным аграрным потенциалом, испытывает потребность в ускорении инновационных процессов, модернизации инфраструктуры и внедрении роботизированных комплексов. Современные исследования показывают, что применение ИИ, компьютерного зрения, беспилотных платформ, роботизированных систем доения, мониторинга и уборки способно радикально снизить затраты и увеличить конкурентоспособность хозяйств.

Таким образом, возникает необходимость разработки научно обоснованной концепции, отражающей возможности применения цифровых технологий и искусственного интеллекта для решения ключевых вызовов АПК.

Целью исследования является разработка концепции цифровой трансформации АПК на основе применения технологий искусственного интеллекта и робототехники в условиях Волгоградской области.

В качестве объекта исследования выбраны организационно-экономические отношения между субъектами АПК, формирующие систему управления цифровым развитием аграрной отрасли региона.

Предметом исследования являются инструменты, условия и факторы внедрения цифровых технологий, ИИ и робототехники в АПК региона.

В качестве субъекта исследования выбраны агропредприятия, органы власти, научные организации, технологические кластеры (в т.ч. разработчики ИИ и робототехники), образовательные учреждения.

В основу исследования легло предположение, что внедрение систем искусственного интеллекта, робототехнических комплексов и цифровых платформ в АПК Волгоградской области приведёт к:

1. снижению технологических издержек на 15-25 %;
2. росту производительности труда на 20-40 %;
3. уменьшению потерь продукции благодаря компьютерному зрению и предиктивной аналитике;
4. улучшению качества управления земельными ресурсами и животноводческими комплексами;
5. увеличению инвестиционной привлекательности региона;
6. формированию кадровой экосистемы цифровых компетенций [4, 6].

Исследование основывается на действующих примерах внедрения ИИ и робототехники в АПК Волгоградской, Московской областях и других регионов России (например, роботизированные системы ФНАЦ ВИМ, автономные роботы ООО «АгроБит», решения на основе БПЛА и компьютерного зрения) [7, 8, 9].

По мнению автора, успешные примеры внедрения роботизированных комплексов, систем технического зрения и обучающих программ подтверждают эффективность предложенной концепции.

В исследовании использованы методы анализа нормативной базы, сравнительного анализа готовых проектов отраслевых кластеров, систематизации данных о цифровых решениях (робототехника, ИИ, беспилотные технологии, вертикальные фермы, системы технического зрения), а также методы концептуального моделирования.

В результате исследования была предложена концепция цифровой трансформации.

На основе анализа лучших практик предлагается следующая концепция внедрения цифровых технологий и ИИ в АПК:

1. Интеллектуальное растениеводство:

– роботизированные комплексы для садоводства и овощеводства;

– технологии мониторинга урожайности на основе БПЛА и ИИ;

– вертикальное фермерство и тепличные комплексы (компьютерное зрение, климатические системы, автоматический контроль роста);

– прогнозирование болезней растений с применением нейросетей.

2. Цифровые технологии животноводства:

– роботизированные системы доения;

– автоматизированные станции кормления;

– ИИ-модули контроля физиологического состояния животных.

3. Автоматизация процессов управления:

– внедрение цифровых двойников ферм и полей;

– системы предиктивной аналитики;

– автоматические системы записи и структурирования данных совещаний на основе ИИ.

4. Кадровая трансформация:

– программы обучения цифровым компетенциям;

– VR-модули и симуляторы;

– создание региональных школ ИИ и робототехники.

5. Экосистема инновационной поддержки:

– кооперация региональных предприятий с технологическими кластерами;

– гранты, субсидии и кредитные программы на цифровизацию;

– создание регионального центра пилотирования технологий АПК.

Концептуальная схема цифровой трансформации АПК Волгоградской области представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Концептуальная схема цифровой трансформации АПК Волгоградской области

Цифровые технологии и искусственный интеллект – основа для устойчивого развития агропромышленного комплекса (АПК) Волгоградской области [1, 6].

Анализ показывает, что применение ИИ и роботизации в АПК региона возможно при наличии развитой инновационной экосистемы и кооперации между участниками: органами власти, университетами, технологическими компаниями и агропредприятиями. Волгоградская область обладает потенциалом к внедрению подобных моделей [1, 2].

В Волгоградской области активно внедряются инструменты цифровизации АПК:

- Крупнейшие агрохолдинги региона, такие как «Гелио Пакс» и «Агро-Альянс», внедряют автопилотируемую сельхозтехнику, снижая расход топлива и трудозатраты.
- Активно используются дроны для мониторинга полей и точечного опрыскивания.
- В тепличных комплексах реализуются проекты «умных теплиц».
- В животноводстве внедряются системы идентификации скота и анализа продуктивности.

Внедрение искусственного интеллекта позволит сельхозтоваропроизводителям быстрее и точнее анализировать разнообразные параметры, такие как состояние почвы, уровень влажности и метеорологические условия, что позволит более точно вносить удобрения, воду и пестициды. Также прогнозировать урожай с использованием спутниковых данных и информации, полученной с дронов, что даёт возможность адаптировать планы посадки и сбор урожая [2, 3, 4].

Особое внимание должно уделяться подготовке кадров для новой цифровой аграрной реальности. В создании отраслевого кластера цифрового АПК Волгоградской области участвует Волгоградский государственный аграрный университет, способный выполнять сложные и наукоёмкие процессы, связанные с созданием и наполнением семантического ядра, обеспечением трансфера инновационных решений в предприятиях АПК региона, подготовкой кадров для цифрового АПК региона. Для студентов читаются курсы по таким дисциплинам, как «Цифровые технологии в АПК», «Геоинформационные системы в АПК» и «Геотехнологии» [7, 8, 10].

С 2025 года реализуется федеральный проект «Кадры в АПК», который позволит усовершенствовать систему аграрного образования и привлечь в отрасль молодых специалистов. Фундаментом подготовки кадров станет сеть агротехнологических классов, которые создаются в партнёрстве между школой, аграрным вузом и бизнесом.

Участниками реализации стратегического проекта по формированию в регионе центра переработки зерна кластерного типа стали компании «Мегамикс» и ТД «Зерно Заволжья».

Таким образом, можно заключить, что цифровая трансформация АПК Волгоградской области является ключевым направлением развития региона. ИИ, робототехника и автоматизация способны обеспечить рост производительности и снижение издержек. Волгоградская область может интегрировать проверенные решения федеральных инновационных центров. Разработанная концепция служит основой для формирования региональной программы цифровизации АПК.

Список использованной литературы

1. Балашова Н. Н., Колпакова Е. А. Тенденции социально-экономического развития сельских территорий региона в условиях цифровой трансформации // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2023. С. 141-144.

2. Варданян С. А., Шемет Е. С., Балашова Н. Н. Перспективы применения искусственного интеллекта в бухгалтерском учете и аудите // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 402-408.

3. Водянников В. Т., Эдер А. В. Цифровизация АПК: оценка и перспективы внедрения в аграрном секторе экономики страны // Агроинженерия. 2024. Т. 26. № 2. С. 49-56.

4. Грибкова А. В., Корабельников И. С., Токарева Е. В. Эффективность и инновационность развития агробизнеса в молочном скотоводстве Волгоградской области // Финансовый менеджмент. 2025. № 4. С. 252-261.

5. Егорова Е. М., Балашова Н. Н. Проблемы и предпосылки формирования отчетности экономических субъектов, реализующих концепцию устойчивого развития // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 434-441.

6. Иванов В. В., Овчинников А. С., Кочеткова О. В. Концептуальные основы цифровой трансформации АПК Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2019. № 2 (54). С. 18-25.

7. Забазнова Д. О., терехина Н. В. Холдинги и их влияние на инновационное развитие АПК // Научное обоснование стратегии развития АПК и сельских территорий в XXI веке: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 342-349.

8. Попова Л. В., Лата М. С., Мелихв П. А. Устойчивое развитие АПК Волгоградской области в условиях цифровой трансформации // Региональная экономика. Юг России. 2023. Т. 11. № 2.

9. Торопова И. С., Павленко И. Г. Государственное управление развитием АПК как базовой отрасли Республики Крым // Форпост науки. 2025. Т. 19. № 1. С. 42-53.

10. Сельское хозяйство Волгоградской области: современное состояние, государственная поддержка и перспективы развития / Н. В. Щукина, Т. А. Забазнова, С. Е. Карпушова, Э. В. Зубарева // Управленческий учёт. 2021. № 3.

УДК 631.3:004.9:338.43

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АПК В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО ПРОСТРАНСТВА

Балашова Н. Н., *д. э. н., профессор*
Годунова М. А., *ассистент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены ключевые направления технико-технологической трансформации агропромышленного комплекса (АПК) в условиях формирования цифрового пространства. Изучены предпосылки цифровизации, внедрение технологий точного земледелия, искусственного интеллекта, роботизации и платформенных решений. Особое внимание уделено институциональным и экономическим факторам цифровой модернизации, а также проблемам и перспективам развития АПК в контексте реализации национальных стратегий цифровой экономики.

Ключевые слова: *цифровизация АПК, точное земледелие, роботизация АПК, искусственный интеллект, цифровые платформы.*

Современный этап развития отечественной экономики характеризуется активным внедрением цифровых технологий во все сферы хозяйственной деятельности. В Российской Федерации цифровая трансформация стала стратегическим приоритетом после принятия программы Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации «Цифровая экономика Российской Федерации». В агропромышленном комплексе (АПК) процессы цифровизации приобретают особую значимость, поскольку отрасль обеспечивает продовольственную безопасность страны и формирует значительную долю экспортного потенциала [2].

Технико-технологическая трансформация АПК предполагает не только обновление материально-технической базы, но и интеграцию цифровых решений в производственные, логистические и управленческие процессы. Формирование цифрового пространства создает новые возможности для повышения производительности труда, оптимизации затрат и устойчивого развития сельских территорий.

Трансформация АПК в условиях цифрового пространства опирается на концепции инновационного развития, индустрии 4.0 и цифровой экономики. Ключевыми факторами изменений выступают:

- развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ);
- внедрение систем больших данных (Big Data);
- использование искусственного интеллекта (AI);
- распространение интернета вещей (IoT);
- автоматизация и роботизация производственных процессов [4].

Таблица 1 – Сравнение традиционных и цифровых аграрных технологий

Категория	Традиционный подход	Цифровой подход
Мониторинг полей	Полевые инспекции	IoT-датчики, спутниковые данные
Прогноз урожайности	Оценки экспертов	AI на основе Big Data
Управление ресурсами	Регламентные операции	Автоматизированное управление
Обработка информации	Ручной анализ	Машинный анализ и визуализация
Сбор урожая	Трудозатраты	Роботизированные системы

Цифровое пространство формирует единую экосистему, объединяющую сельхозпроизводителей, перерабатывающие предприятия, логистические структуры, финансовые институты и государственные органы. В результате формируются цифровые платформы управления агробизнесом, обеспечивающие прозрачность цепочек поставок и повышение эффективности управления.

Одним из базовых направлений цифровизации АПК является внедрение технологий точного земледелия, основанных на использовании GPS-навигации, датчиков, дронов и геоинформационных систем (ГИС). Эти решения позволяют:

- Оптимизировать внесение удобрений и средств защиты растений.
- Повышать урожайность.
- Снижать издержки производства.
- Минимизировать экологическую нагрузку.

Использование беспилотных летательных аппаратов и спутникового мониторинга обеспечивает оперативный контроль состояния посевов и прогнозирование урожайности.

В животноводстве активно внедряются роботизированные системы доения, автоматические кормораздатчики и системы мониторинга здоровья животных. Автоматизация снижает зависимость от человеческого фактора и повышает производительность труда.

На растениеводческих предприятиях используются автономные тракторы и комбайны с элементами искусственного интеллекта, способные функционировать в режиме минимального участия оператора.

Применение алгоритмов машинного обучения позволяет анализировать климатические данные, прогнозировать урожайность, оптимизировать логистику и управлять рисками. Интеграция больших данных обеспечивает формирование цифровых двойников хозяйств, что способствует принятию обоснованных управленческих решений.

Развитие цифровых платформ способствует интеграции участников аграрного рынка. В России формируются государственные информационные системы в сфере АПК, обеспечивающие контроль за оборотом сельхозпродукции, субсидированием и экспортом.

Платформенные решения создают условия для электронной торговли, прозрачности ценообразования и повышения инвестиционной привлекательности отрасли.

Технико-технологическая трансформация АПК требует значительных инвестиций в модернизацию оборудования, развитие инфраструктуры связи и подготовку кадров. Государственная поддержка, субсидирование инновационных проектов и развитие государственно-частного партнерства играют ключевую роль в ускорении цифровизации.

Важным условием является формирование цифровых компетенций у работников сельского хозяйства, что предполагает пересмотр образовательных программ и внедрение дистанционных форм обучения.

Несмотря на положительную динамику, процесс цифровизации АПК сталкивается с рядом проблем:

- Недостаточный уровень цифровой инфраструктуры в сельских территориях.
- Высокая стоимость внедрения инновационных технологий.
- Дефицит квалифицированных кадров.
- Киберриски и угрозы информационной безопасности.

Кроме того, цифровой разрыв между крупными агрохолдингами и малыми формами хозяйствования может привести к усилению структурной дифференциации отрасли.

По оценкам отраслевых аналитиков:

- около 35-40 % крупных агропредприятий используют элементы точного земледелия.
- среди средних хозяйств этот показатель составляет 15-20 %.
- среди малых форм – менее 10 %.

Уровень внедрения технологий точного земледелия напрямую зависит от масштаба хозяйства. Крупные агропредприятия значительно активнее используют цифровые решения благодаря большему объему ресурсов и инвестиционных возможностей. В средних и особенно малых хозяйствах уровень внедрения заметно ниже, что может быть связано с ограниченным финансированием и недостатком технологической инфраструктуры.

Таблица 2 – Структура инвестиций в цифровые технологии сельского хозяйства

Направление инвестирования	Доля (%)
Системы точного земледелия	35
Автоматизация животноводства	25
Цифровые платформы и программное обеспечение	20
Роботизация	12
Аналитические системы на базе ИИ	8

Наибольшая доля инвестиций направляется на технологии, обеспечивающие прямой экономический эффект и повышение производственной эффективности. Вместе с тем наблюдается постепенное увеличение вложений в аналитические и интеллектуальные решения, что свидетельствует о переходе к более комплексной цифровой модели развития.

Важным условием успешной модернизации выступает институциональная поддержка государства, развитие инфраструктуры связи и механизмов государственно-частного партнерства. Существенное значение имеет формирование цифровых компетенций у работников сельского хозяйства, модернизация образовательных программ и внедрение дистанционных форм обучения.

В целях более детальной оценки экономических параметров цифровой трансформации агропромышленного комплекса целесообразно представить расчетное распределение инвестиционных ресурсов по ключевым направлениям цифровизации. В качестве базового показателя принят средний годовой объем инвестиций в размере 27,5 млрд руб., рассчитанный как среднее значение диапазона 25-30 млрд руб. Это позволяет количественно оценить масштаб финансирования отдельных технологических направлений и определить их приоритетность в структуре цифровой модернизации отрасли.

Таблица 3 – Распределения инвестиций в цифровизацию АПК (при 27,5 млрд руб. в год)

Направление инвестирования	Доля (%)	Объем инвестиций, млрд руб.	Расчет
Системы точного земледелия	35	9,63	27,5 × 0,35
Автоматизация животноводства	25	6,88	27,5 × 0,25
Цифровые платформы и ПО	20	5,50	27,5 × 0,20
Роботизация	12	3,30	27,5 × 0,12
Аналитические системы на базе ИИ	8	2,20	27,5 × 0,08
Итого	100	27,50	—

Представленные расчеты демонстрируют, что наибольшая концентрация финансовых ресурсов приходится на технологии точного земледелия, что подтверждает их ключевую роль в повышении производственной эффективности. Существенная доля инвестиций также направляется на автоматизацию животноводства и развитие цифровых платформ. Вложения в аналитические системы на базе искусственного интеллекта пока остаются относительно умеренными, что указывает на сохранение потенциала дальнейшего углубления интеллектуализации отрасли.

Несмотря на положительную динамику, цифровизация АПК сопровождается рядом ограничений: недостаточным уровнем цифровой инфраструктуры в сельской местности, высокой стоимостью внедрения инноваций, дефицитом квалифицированных кадров, а также киберрисками. Кроме того, сохраняется риск усиления структурной дифференциации отрасли вследствие различий в инвестиционных возможностях хозяйств.

Дополнительным фактором является институциональная инерционность отрасли, выражающаяся в низкой скорости адаптации нормативно-правовой базы к быстро меняющимся технологическим условиям. Отсутствие единых стандартов интеграции цифровых платформ, несовместимость программных решений и фрагментарность информационных систем затрудняют формирование целостной цифровой экосистемы АПК. Это снижает эффект сетевой синергии и ограничивает возможности масштабирования инноваций.

С научной точки зрения важным ограничением выступает проблема асимметрии информации и неопределенности экономического эффекта цифровых инвестиций. Для многих сельхозпроизводителей цифровизация остается проектом с отсроченной окупаемостью и высокими начальными издержками, что усиливает инвестиционные риски. В условиях волатильности аграрных рынков и климатических изменений это может сдерживать принятие стратегических решений по внедрению высокотехнологичных решений.

Кроме того, цифровая трансформация сопровождается изменением структуры занятости и перераспределением трудовых функций. Автоматизация производственных процессов приводит к снижению потребности в низкоквалифицированном труде и повышению спроса на специалистов в области ИТ, аналитики данных и инженерии. Это формирует необходимость комплексной трансформации системы аграрного образования и развития непрерывного профессионального обучения.

Не менее значимой является проблема цифрового суверенитета и технологической зависимости от зарубежных программных и аппаратных решений. Ограниченный доступ к современным технологиям и компонентной базе может снижать устойчивость цифровой инфраструктуры АПК и повышать уязвимость отрасли к внешним воздействиям.

Таким образом, цифровизация агропромышленного комплекса представляет собой не только технологический, но и социально-экономический и институциональный процесс, требующий комплексного научного осмысления и системной государственной политики, направленной на формирование устойчивой и инклюзивной модели цифрового развития отрасли.

Список использованной литературы

1. Балашова Н. Н., Колпакова Е. А., Тарасова Е. А. Социально-экономическое развитие сельских территорий Юга России в условиях пространственной трансформации // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. Т. 1. С. 119-125.

2. Балашова Н. Н., Годунова М. А. Устойчивое развитие агропромышленного комплекса: социальные и экономические аспекты // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2025. С. 3-8.

3. Войтюк В. А., Федоров А. Д. Комплексная цифровизация в развитии АПК // Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и за рубежом: материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. Молодёжный: Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского, 2021. С. 174-179.

4. Корабельников И. С. Цифровые платформы в сельском хозяйстве: современное состояние и векторы развития // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2025. С. 69-75.

5. Субаева А. К. Техническая и технологическая модернизация сельского хозяйства в условиях цифровой экономики. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2023. 308 с.

6. Хваткова Т. В., Уварова М. Н. Технико-технологическое развитие агропромышленного комплекса Российской Федерации // Профессия инженер: сборник статей XIII Всероссийской молодежной научно-практической конференции. Орел: ЗАО "Университетская книга", 2025. С. 191-196.

7. Эдер А. В. Трансформация АПК при цифровизации экономики // Пищевая промышленность. 2019. № 1. С. 44-48.

УДК 332.63:631.152

ОСОБЕННОСТИ РЫНКА АРЕНДЫ ЗЕМЛИ В АГРАРНОЙ СФЕРЕ

Балашова Н. Н., *д. э. н., профессор*
Немченко А. В., *к. э. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Определены особенности рынка аренды земли сельскохозяйственного назначения, установлены отличительные характеристики при аренде земли, находящейся в частной, а также государственной и муниципальной собственности. Предложены направления установления арендной платы за земли сельскохозяйственного назначения, учитывающие интересы арендатора, арендодателя и государственных органов.

Ключевые слова: *рынок аренды земли, арендные отношения, арендная плата, частная собственность, государственная собственность, муниципальная собственность.*

В отличие от промышленности, где земля является местом возведения производственных помещений, в сельском хозяйстве она выступает основным средством и областью приложения труда. Ограниченность и незаменимость земли как ресурса, её способность повы-

шать плодородие при рациональном использовании определяют в аграрной сфере особые условия воспроизводства, где экономические законы общественного развития переплетаются с биологическими (возделывание растений и выращивание живых организмов). К тому же как объект отношений, земля имеет ключевое значение во всей системе предпринимательской деятельности людей [1]. В условиях рыночной экономики земля является товаром, активно участвует в сделках купли-продажи, аренды, дарения.

Практика подсказывает, что использование арендованной земли – это наиболее приемлемая форма хозяйствования на современном этапе развития сельского хозяйства, которая соответствует уровню развития производительных сил и социальной среде, сложившейся на селе. Арендные отношения в сельском хозяйстве позволяют оптимально сочетать все формы собственности и создают объективные условия для развития форм хозяйствования, которые будут определять дальнейшее развитие этой отрасли [2].

В конце прошлого столетия, с началом аграрных преобразований, частная собственность на земли сельскохозяйственного назначения изначально была представлена в виде земельных долей, собственникам которых было предоставлено право всех форм их рыночного оборота, включая и право передачи земельных участков в аренду. По данным Росреестра с 01.01.2012 г. по 01.01.2025 г. площадь земельного фонда выросла на 13,6 млн га, при этом доли частной, а также государственной и муниципальной собственности практически не изменились и находятся на уровне 8 % и 92 % соответственно.

Основанием для заключения договора аренды земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности, является решение исполнительного органа государственной власти или органа местного самоуправления. Арендаторами и арендодателями земель сельскохозяйственного назначения могут быть юридические либо физические лица, обладающие земельной правоспособностью. Арендные отношения между ними возникают на основании договора аренды, важными условиями которого являются срок аренды, размер арендной платы, порядок и условия ее внесения, определяемыми по соглашению сторон, условия использования земли, права и обязанности субъектов арендных отношений.

Арендаторы земельных участков владеют и пользуются предоставленными им в аренду земельными участками и имеют права распоряжения ими, ограниченные договором аренды. Они обязаны, как и собственники, соблюдать установленный законом особый режим использования этих земель, поскольку сохранение целевого назначения земель сельскохозяйственного назначения является наиболее важным условием аренды земельных участков.

Арендатор заинтересован в первую очередь в долгосрочной аренде, при которой он имеет больше возможностей для получения дохода от использования земли и возмещения своих инвестиций в улучшение земель. При этом улучшение земель и повышение культуры земледелия повышают ценность земли, что и способствует росту рентного дохода и, соответственно, размера арендной платы. При долгосрочной аренде дополнительный доход является результатом инвестиций арендатора в улучшение земель, обеспечивает стабильность его экономического положения. Следовательно, арендатор сельскохозяйственных земель по существу соединяет в себе права пользователя сельскохозяйственными землями и собственника результатов производства, полученной на данной площади.

В условиях сформировавшихся высоких цен на землю иногда становиться целесообразным не покупать, а брать в аренду дополнительные земли, необходимые для организации эффективного аграрного производства, что позволяет оптимизировать размеры землепользования для эффективного ведения хозяйства и преодолевать высокий инвестиционный барьер из-за недостатка средств для покупки земли. При этом высвобождающиеся средства могут быть использованы на развитие инновационной деятельности и повышение технологического уровня производства, сопряжённых с большими дополнительными затратами [3].

На рынке земельных ресурсов аренда в соответствии с законом стоимости также выполняет и распределительную функцию, которая предполагает, перелив капитала между отраслями поскольку создает первичные условия для временного приложения капитала, которое в перспективе может быть закреплено, т. е. денежные средства, используемые как оборотный капитал, при определенных условиях остаются в сельском хозяйстве [5, 7]. При этом важно заметить, что для закрепления основного капитала в сельском хозяйстве в большей степени подходит долгосрочная аренда.

С помощью аренды соединяются два важнейших фактора производства: труд (предпринимательские способности) и капитал, между которыми сегодня существует противоречие в силу перекосов в экономическом развитии как страны в целом, так и в сельском хозяйстве [4]. Это противоречие между трудом и капиталом может помочь преодолеть широкое развитие арендных отношений с использованием государственных и муниципальных земель. Для государства, являющегося самым крупным собственником земли, передача ее в аренду может также послужить стабильным источником доходов от арендных платежей для пополнения бюджетов всех уровней, прежде всего, местных. За счет арендных платежей появляется возможность полноценного и целенаправленного осуществления мероприятий по защите

земель и восстановлению почвенного плодородия. Вместе с тем получение доходов от сдачи в аренду земель может и не являться самоцелью для государства. Исходя из социально-экономических интересов субъектов арендных отношений, окажется важнее обеспечить условия для решения стратегических задач (формирование продовольственной безопасности и достижение на ее основе политической и экономической независимости страны, сохранение сельского образа жизни, обеспечение занятости и увеличение доходов населения и т.д.). В этом случае приоритетом становится оказание содействия арендатору в ведении эффективного сельскохозяйственного производства и рациональном использовании земель. В этой связи арендная плата за земельные участки, находящиеся в государственной или муниципальной собственности, может и должна устанавливаться в зависимости от уровня развития экономики, задач социально-экономического развития, общей и экономической культуры, состояния земельного фонда, спроса и предложения земельных участков [6].

В качестве меры содействия арендатору в повышении эффективного использования сельскохозяйственных земель в договоре аренды может быть предусмотрена возможность последующего перехода арендованного земельного участка, находящегося в государственной собственности, в собственность арендатора. Это может произойти по истечении или до истечения срока аренды при условии внесения арендатором обусловленной договором выкупной цены, а также при условии соблюдения установленных законодательством особенностей совершения сделок купли-продажи и предоставления в собственность или в аренду таких земельных участков гражданам и юридическим лицам. Определение экономически целесообразной величины арендной платы за использование сельскохозяйственных угодий является наиболее важным условием эффективного развития арендных отношений.

По своему экономическому содержанию арендная плата представляет собой цену земли, сдаваемой в аренду, и включает в себя дополнительный доход (ренту) от ее производственного использования [10]. Поэтому основу устанавливаемой арендной платы должен составлять рентный доход. Часть такого дохода, полученного в зависимости от качества переданной в аренду земли, ее естественного плодородия и местоположения, должна передаваться собственнику арендодателю. Другая часть рентного дохода, полученного в результате дополнительных вложений капитала, должна оставаться арендатору [8]. Здесь важно правильно установить пропорции распределения созданного в процессе использования арендованной земли рентного дохода. Чрезмерное увеличение арендной платы может нарушать нормальные условия воспроизводства и подавлять предпринимательскую

активность арендатора. С другой стороны, заниженный размер арендной платы будет снижать заинтересованность арендатора в эффективном использовании земель и получении большего дохода.

Для правильного определения пропорций распределения созданного в процессе использования арендованной земли прибавочного продукта целесообразно устанавливать границы арендной платы, при которой обеспечиваются условия для воспроизводства и удовлетворения экономических потребностей арендатора. В настоящее время размеры арендной платы за землю устанавливаются в основном исходя из кадастровой стоимости земельных участков с применением коэффициентов в зависимости от ценности территории, целевого использования земель, категории арендаторов [9].

Установление обоснованных размеров арендной платы необходимо как для выравнивания условий хозяйствования, так и для обеспечения условий для эффективного и рационального использования земель и их сохранности. Поскольку по своему экономическому содержанию арендная плата представляет собой цену земли, сдаваемой в аренду, и включает в себя дополнительный доход (ренту) от ее производственного использования, поэтому основу определения ставок арендной платы должен составлять рентный доход. Прежде всего, при формировании ставок арендной платы необходимо исходить из согласованности социально-экономических интересов субъектов арендных отношений. Важным требованием к устанавливаемым ставкам арендной платы является их устойчивость и прозрачность в течение длительного периода, а все возможные изменения должны быть экономически обоснованы и целесообразны. Они должны обеспечивать стабильность экономического положения арендаторов и стимулировать его стремление к более эффективному использованию земли.

Список использованной литературы

1. Цифровые технологии и цифровая трансформация под современные реалии аграрного производства / Д. Анзилевич, В. Иванов, Н. Согласнова, Н. Балашова, А. Немченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 204. С. 500-513.

2. Ахтамов С. А. Процедура аренды земель сельскохозяйственного назначения // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. 2023. № 19. С. 30-33.

3. Донскова О. А. Экономическая оценка размещения овощеводства и выявление специализированных зон товарного производства в региональном разрезе // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 25-30.

4. Ибрагимова С. А. Аренда: некоторые особенности оборота земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения // Аграрное и земельное право. 2025. № 9. С. 129-130.

5. Состояние и перспективы цифровой трансформации аграрной сферы: региональный аспект / А. В. Немченко, О. А. Донскова, Н. В. Чернованова, Е. Е. Смотрова, И. А. Петерс // Инновации и инвестиции. 2023. № 8. С. 369-372.

6. Полунин Г. А., Титков А. А. Спрос и предложение на рынке аренды земель сельскохозяйственного назначения // АПК: экономика, управление. 2024. № 8. С. 66-73.

7. Управление воспроизводством сельскохозяйственной техники в АПК России: анализ структурных дисбалансов и технологической трансформации / Л. В. Попова, А. Г. Досова, А. А. Карпова, Т. В. Даева, Е. Е. Смотрова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2025. Т. 20. № 3 (79). С. 113-120.

8. Сагайдак А. Э., Сагайдак А. А. Земельная рента и совершенствование налогообложения земли в сельском хозяйстве // Инновации и инвестиции. 2020. № 7. С. 114-117.

9. Сагайдак А. Э., Сагайдак А. А. Кооперация и совершенствование платы за землю в сельском хозяйстве // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2020. № 2. С. 35-43.

10. Чамурлиева М. Н. О некоторых особенностях порядка аренды земель сельскохозяйственного назначения // Трибуна ученого. 2023. № 5. С. 23-28.

«Исследование выполнено за счет средств гранта Комитета образования и науки Волгоградской области по проекту №25-813-80650-1-0138-000025 «Разработка и применение инструментария установления арендной платы за земли сельскохозяйственного назначения»

УДК 338.43+004.9

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ АПК В ЦИФРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ: МЕЖДУ ТЕХНООПТИМИЗМОМ И ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

Варданян С.А., *к. э. н., доцент*
Смотрова Е.Е., *к. э. н., доцент*
Шемет Е.С., *к. э. н., доцент*

ФГБУ ВО Волгоградский ГАУ
ФГКОУ ВО Волгоградская академия МВД России
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Исследована дихотомия современного этапа цифровой трансформации агропромышленного комплекса России, проявляющаяся в противоречии между технологическим оптимизмом стратегических программ и реальными институциональными, инфраструктурными и социальными ограничениями. Предложена типология сценариев развития АПК в цифровом пространстве: технооптимистический, институционально-адаптивный и сценарный тупик («цифровой разрыв»).

Ключевые слова: *цифровая трансформация, цифровизация АПК, точное земледелие, институциональные ограничения, технооптимизм, федеральные государственные информационные системы, малые формы хозяйствования.*

Цифровая трансформация агропромышленного комплекса (АПК) прочно утвердилась в качестве одного из стратегических приоритетов экономической политики России. В условиях необходимости обеспечения продовольственной безопасности, роста дефицита трудовых ресурсов в сельской местности и геополитических вызовов, требующих достижения технологического суверенитета, цифровизация аграрного сектора рассматривается как безальтернативный вектор развития. Потенциальные возможности, открываемые технологиями точного земледелия, платформенными решениями и системами прослеживаемости, впечатляют: от оптимизации использования ресурсов и роста урожайности до повышения прозрачности цепочек создания стоимости и облегчения доступа к финансовым услугам.

Однако реальная картина внедрения цифровых технологий в российском АПК далека от технооптимистических сценариев, рисуемых в стратегических документах. Исследователи фиксируют глубокий разрыв между декларируемыми целями и практической реализацией, столкновение амбициозных планов с жесткими институциональными, инфраструктурными и социальными ограничениями. Императивное внедрение множества федеральных государственных информационных систем (ФГИС) в сочетании с недостаточно развитой цифровой инфраструктурой на селе, дефицитом кадров и высокой стоимостью технологий для малых форм хозяйствования порождает сложные, нелинейные эффекты.

Цель настоящей статьи – проанализировать ключевые противоречия современного этапа цифровизации российского АПК и на этой основе предложить типологию возможных сценариев его дальнейшего развития, находящихся в спектре между технооптимизмом и жесткими институциональными ограничениями.

Технооптимистический дискурс и анализ реального состояния цифровизации АПК позволили сделать определенные выводы. Технооптимистический сценарий, доминирующий в стратегических документах, исходит из представления о цифровизации как о линейном процессе, автоматически ведущем к росту эффективности. Потенциал технологий действительно огромен. Как отмечается в исследованиях, точное земледелие, основанное на интеграции передовых технологических решений, открывает новые возможности для повышения конкурентоспособности, эффективности и устойчивости аграрного сектора. Цифровые технологии позволяют индивидуализировать методы управления применительно к сельскохозяйственным культурам и земельным участкам, способствуя повышению урожайности и рациональному использованию ресурсов.

Прогнозы развития мирового рынка точного земледелия впечатляют: ожидается, что к 2032 году он достигнет 34 млрд долларов при среднегодовом темпе роста 13,3 %. На уровне идеальной модели циф-

ровизация способна охватить семь ключевых направлений: оптимизацию управления процессами; сбор данных в реальном времени; поддержку принятия решений; предоставление практических рекомендаций; укрепление рыночных связей; облегчение доступа к финансовым услугам; обеспечение прослеживаемости продукции.

Однако реальная картина внедрения цифровых технологий в российском АПК демонстрирует существенное отставание от технооптимистических моделей. По имеющимся оценкам, лишь 10% отечественных сельскохозяйственных организаций системно внедряют цифровые решения. При этом наблюдается колоссальный разрыв между крупными агрохолдингами, уровень цифровизации которых достигает 70-90 %, и малыми формами хозяйствования (малые и средние предприятия, фермерские хозяйства), которые часто не имеют финансовых, кадровых и иных ресурсов для цифрового перехода.

Это порождает первую системную проблему – гетерогенность цифрового пространства АПК, в котором сосуществуют высокотехнологичные кластеры и обширные зоны, фактически исключенные из процессов цифровой трансформации.

Важнейшим фактором, определяющим специфику цифровой трансформации российского АПК, является активная роль государства, реализующего стратегию «цифровизации сверху». Как показывает О. П. Фадеева, это сочетается с отчетливым административным посылом контролировать все в экономике, что дает интересные для исследователей результаты и иногда неожиданные для разработчиков последствия.

На практике это выражается в императивном внедрении множества федеральных государственных информационных систем (ФГИС), призванных обеспечить «прослеживаемость» всех цепочек – от производителей ресурсов до потребителей продукции. К числу таких систем относятся ФГИС «ВетИС», «Зерно», «Сатурн», Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) и другие.

Глубинные интервью с непосредственными пользователями этих систем выявили, с одной стороны, острые организационно-технические проблемы, связанные с внедрением и практической эксплуатацией таких систем. С другой стороны, они ставят вопрос о границах государственного вмешательства в бизнес-процессы, имеющие значительные и трудно стандартизируемые особенности.

Основные проблемы, выявленные в ходе исследования, представлены ниже.

1. Недостаточная интеграция систем. Императивное внедрение многочисленных информационных систем, которые с трудом интегрируются друг с другом, может как облегчить, так и осложнить

жизнь производителей. Вместо единого цифрового пространства формируется лоскутное одеяло из разрозненных, нестыкующихся баз данных.

2. Иллюзия контроля. Стремление чиновников знать все часто приводит к последствиям, противоположным ожидаемым, создавая «иллюзию контроля», основанную на недостоверной информации. Когда отчетность становится самоцелью, возникает соблазн манипулировать данными, что подрывает саму идею прозрачности.

3. Дополнительные издержки. Цифровизация уже привела к дополнительным затратам для производителей и, в конечном счете, для потребителей сельскохозяйственной продукции. Затраты на приобретение и обслуживание техники, программного обеспечения, оплату специалистов ложатся тяжелым бременем, особенно на небольшие хозяйства.

4. Проблемы малых форм хозяйствования. Ассоциация крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов России (АККОР) констатирует, что растущее количество информационных систем может привести к массовому закрытию ферм . Для крестьянских хозяйств использование цифровых программ требует значительных временных затрат и влечет дополнительные финансовые издержки на оплату специалистов, программного обеспечения, более мощной компьютерной техники. Наиболее сложная ситуация – у семейных ферм, которые в большинстве случаев являются многопрофильными и поэтому должны работать одновременно в нескольких ФГИС.

Помимо институциональных, существуют жесткие инфраструктурные и кадровые ограничения. По данным ФАО, список решаемых, но пока не решенных проблем включает:

- неразвитую цифровую инфраструктуру, проявляющуюся в нестабильном сигнале в сельской местности и особенно в отдаленных районах;
- цену внедрения инноваций, не всегда доступную для мелких фермеров;
- пробелы в законодательстве;
- отсутствие государственной программы по внедрению высоких технологий в аграрном секторе.

Дефицит квалифицированных кадров становится одним из самых серьезных вызовов. Современные цифровые технологии требуют специалистов, способных работать на стыке агрономии, информационных технологий и управления. Как отмечается в исследованиях, предложение на сельском рынке труда не соответствует запросам работодателей, ориентированных на новейшую технологическую базу сельскохозяйственного производства.

На основе проведенного анализа можно выделить три принципиально различных сценария развития АПК в цифровом пространстве (таблица 1).

Цифровая трансформация АПК России находится в точке бифуркации, где пересекаются мощный технологический потенциал и не менее мощные институциональные, инфраструктурные и социальные ограничения. Технооптимистический дискурс, доминирующий в стратегических документах, вступает в противоречие с реальной практикой «цифровизации сверху», порождающей эффекты, далекие от ожидаемых.

Таблица 1 – Сравнительный анализ сценариев развития АПК в цифровом пространстве

Критерий сравнения	Сценарий 1. Технооптимистический (форсированной цифровизации)	Сценарий 2. Институционально-адаптивный (сбалансированного развития)	Сценарий 3. Сценарный тупик («цифровой разрыв»)
Роль государства	Доминирующая, унифицирующая, контролирующая	Координирующая, дифференцирующая, поддерживающая	Формально-контролирующая (при реальной слабости)
Отношение к ФГИС	Расширение перечня обязательных систем, ужесточение требований	Интеграция существующих систем, создание единого «окна», дифференциация требований	Множество разрозненных, неинтегрированных систем
Положение малых форм хозяйствования	Вытеснение с рынка (неспособность нести издержки)	Государственная поддержка, субсидирование, льготные режимы	Существование в параллельной, нецифровой реальности
Цифровая инфраструктура	Развитие «по остаточному принципу»	Приоритетное развитие в сельской местности	Сохранение разрыва между городом и селом
Кадровый потенциал	Дефицит углубляется, образование не успевает	Адаптация образовательных программ, целевая подготовка	Хронический кадровый голод
Достоверность данных	Снижается (рост манипуляций, «иллюзия контроля»)	Повышается (реальная прозрачность)	Низкая (двойная отчетность)
Эффективность инвестиций в цифровизацию	Низкая (средства расходуются на администрирование)	Высокая (инвестиции в развитие)	Отрицательная (инвестиции не дают отдачи)
Социальные последствия	Рост социальной напряженности, сокращение занятости на селе	Сохранение и развитие сельских территорий	Деградация сельских территорий
Продовольственная безопасность	Риск снижения (за счет выбытия производителей)	Укрепление (за счет роста эффективности всех категорий)	Риск дестабилизации

Проведенный анализ, и представленная в Таблице 1 сравнительная характеристика сценариев позволяют утверждать, что основным вызовом является не столько технологическое отставание само по себе, сколько неспособность существующих институтов адаптироваться к новой цифровой реальности и учесть гетерогенность аграрных производителей. Императивное внедрение множества слабо интегрированных информационных систем при игнорировании проблем малых форм хозяйствования и неразвитости сельской инфраструктуры рискует привести к сценарию «цифрового разрыва» с тяжелыми социально-экономическими последствиями.

Альтернативой выступает институционально-адаптивный сценарий, предполагающий переход от форсированной унификации к сбалансированной политике, учитывающей разнообразие субъектов АПК, реальные инфраструктурные ограничения и необходимость развития человеческого капитала. Реализация этого сценария требует не столько новых технологических прорывов, сколько политической воли к институциональным изменениям: дифференциации требований, обеспечению реальной, а не декларативной интеграции систем, целенаправленному развитию сельских территорий и аграрного образования.

Только на этом пути цифровизация сможет реализовать свой огромный потенциал, став не дополнительным бременем для сельхозпроизводителей, а действенным инструментом повышения эффективности, конкурентоспособности и, в конечном счете, укрепления продовольственной безопасности страны.

Список использованной литературы

1. АККОР обратилась в Минсельхоз по поводу цифровизации малых форм хозяйствования // Ассоциация крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов России (АККОР). 2024. https://www.akkor.ru

2. Варданян С. А. Значение экологического аудита при формировании социальной ответственности бизнеса // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования: сборник научных трудов IV Международной научно-практической конференции. Киров: Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. С. 344-348.

3. Егорова Е. М., Варданян С. А., Пронин А. А. Концептуальное видение управленческого учета в бизнес-структурах АПК, реализующих концепцию устойчивого развития на основе ESG-стратегии // Управленческий учет. 2025. № 11. С. 5-12.

4. Каймакова Я. С., Варданян С. А. Информационное обеспечение аудита в АПК // Перспективы современной науки и образования: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Саратов: "Академия Бизнеса", 2022. С. 35-39.

5. Киварина М. В., Юрина Н. Н. Цифровизация агропромышленного комплекса региона: проблемы и перспективы // Аграрный вестник Урала. 2023. Т. 25. № 3. С. 515-528.

6. Леднева О. В. Анализ вызовов, рисков и возможностей цифровизации сельского хозяйства России // Прикладная статистика и искусственный интеллект. 2022. Т. 1. № 3. С. 45-58.

7. О развитии цифровых технологий в АПК // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. 2025. https://mcx.gov.ru/activity/digital

8. ФАО и ЕЭК – партнеры и союзники // Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО). https://www.fao.org/russian-federation/news/detail/fao-and-the-eec-are-partners-and-allies/ru/

9. Фадеева О. П. Сельский рынок труда: аграрное образование, вовлеченность в аграрную занятость и сельское расселение молодежи // Крестьяноведение. 2023. Т. 8. № 3. С. 204-228.

10. Фадеева О. П. Цифровизация «сверху» в российском агропромышленном комплексе: от проектов к реальности // Крестьяноведение. 2024. Т. 9. № 2. С. 175-198.

УДК 331.5:338.43

ТРАЕКТОРИЯ РАЗВИТИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ЦИФРОВОГО АПК: РАЗРЫВ МЕЖДУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРЕДЛОЖЕНИЕМ И СОЦИАЛЬНЫМ ЗАПРОСОМ

Варданян С. А., *к. э. н., доцент*
Чернованова Н. В., *к. э. н., доцент*
Ягупова Е. В., *к. э. н., доцент*
Донец А. А., *студент*

ФГБУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучена проблема дефицита кадров в агропромышленном комплексе России в условиях цифровой трансформации. Проанализирован разрыв между стремительным развитием технологий точного земледелия, роботизации и искусственного интеллекта, с одной стороны, и инерционностью системы подготовки кадров, а также низкой привлекательностью сельскохозяйственного труда для молодежи – с другой.

Ключевые слова: *кадровый потенциал АПК, цифровая трансформация АПК, дефицит кадров, цифровые компетенции, человеческий капитал.*

Цифровая трансформация агропромышленного комплекса (АПК) России, включающая внедрение технологий точного земледелия, беспилотных летательных аппаратов, интернета вещей (IoT), роботизированных систем и искусственного интеллекта, формирует принципиально новые требования к кадровому потенциалу отрасли. Однако темпы технологического развития существенно опережают адаптацию системы подготовки кадров и изменение социальных представлений о сельскохозяйственном труде, что порождает устойчивый и углубляющийся разрыв.

Актуальность исследования определяется несколькими факторами. Во-первых, кадровый дефицит в АПК приобрел характер системной угрозы продовольственной безопасности. По данным Минсельхоза России, отрасль ежегодно теряет около 150 тыс. работников при потребности в 160 тыс. новых специалистов для обновления кадрового состава. Общий дефицит кадров приближается к 200 тыс. человек, при этом сельскохозяйственные предприятия работают с нехваткой персонала от 30 % до 50 %.

Во-вторых, цифровизация меняет структуру спроса на компетенции. Исследования фиксируют рост потребности в специалистах с междисциплинарными знаниями: агроинформатиках, операторах роботизированных систем, специалистах по анализу больших данных в сельском хозяйстве. Спрос на цифровые компетенции за 2020-2024 гг. увеличился на 52 %, а дефицит специалистов по точному земледелию составляет 34 %.

В-третьих, сохраняется устойчивое противоречие между технологическим предложением (наличием цифровых решений) и социальным запросом (низкой привлекательностью аграрных профессий для молодежи, оттоком населения из сельских территорий). За десятилетие 2011-2021 гг. убыль сельского населения в результате внутренней миграции оценивается в 1,5-2,5 млн человек, трудоспособное население в сельской местности сократилось на 1,2 млн человек.

Современное состояние кадрового обеспечения агропромышленного комплекса России характеризуется устойчивыми негативными тенденциями. Численность занятых в сельском хозяйстве сократилась с 4,46 млн человек в 2017 году до 4,2 млн человек в 2023 году. При сохранении текущих темпов убыли (около 150 тыс. человек ежегодно) отрасль к 2030 году может потерять еще около 1 млн работников.

Особую тревогу вызывает качественная структура дефицита. Как отмечает министр сельского хозяйства О. Лут, «кадровый голод» усугубляется нехваткой специалистов, владеющих современными технологиями: «Нам нужно 160 тысяч новых работников в год для обновления отрасли, потому что 150 тысяч человек уходят ежегодно» [6].

Исследование Ергуновой и соавторов [5], основанное на анкетировании 847 специалистов и экспертных интервью с 38 руководителями агропредприятий, выявило следующие количественные параметры кадрового дисбаланса:

- рост спроса на цифровые компетенции за 2020-2024 гг. составил 52 %;
- дефицит специалистов по точному земледелию достигает 34 %;
- выявлена корреляция между уровнем цифровизации предприятий и трансформацией кадровых потребностей (коэффициент корреляции $r = 0,78$);
- разработанная нейросетевая модель сопоставления компетенций демонстрирует точность 87 %, превышая традиционные методы на 31 %.

Востребованность IT-специалистов в агросекторе подтверждается и данными рекрутинговых агентств. Согласно информации hh.ru, в топ-10 наиболее востребованных IT-специальностей в сельском хозяйстве входят программисты и разработчики, системные администраторы, аналитики, специалисты технической поддержки, менеджеры проектов, специалисты по информационной безопасности.

Цифровая трансформация АПК создает принципиально новые рабочие места и формирует запрос на компетенции, отсутствовавшие в традиционном сельском хозяйстве. По данным Минсельхоза России, более 60 % крупных и средних сельскохозяйственных предприятий используют цифровые инструменты в ключевых процессах, а около 40 % компаний отрасли применяют решения на основе искусственного интеллекта [6].

Технологический ландшафт современного АПК включает:

- в растениеводстве: наземную технику с автопилотом, сельскохозяйственные дроны, цифровые метеостанции, модели управления урожаем и прогнозирования с элементами ИИ;
- в животноводстве: системы управления стадом и мониторинга здоровья животных, роботизацию, ИИ для контроля ветеринарных рисков;
- в переработке: цифровые двойники, роботизированные сортировщики, сушилки, само пилотируемую технику.

Экономический эффект от внедрения цифровых технологий впечатляет: аналитика на основе ИИ обеспечивает до 30% сохранности урожая, экономию 15-25 % по отдельным статьям расходов и до 25 % роста рентабельности в зависимости от культуры и исходного уровня цифровизации.

Парадокс современного этапа цифровизации АПК заключается в том, что технологическое предложение опережает не только систему подготовки кадров, но и социальную готовность к восприятию сельскохозяйственного труда как привлекательного и престижного.

Анализ возрастной структуры сельского населения выявляет специфические проблемы:

- 52,0 % сельского населения составляют люди трудоспособного возраста (15-64 лет);
- 29,4 % – дети до 14 лет;
- 18,6 % – население старше 65 лет.

Структура занятости сельского населения кардинально изменилась: если в начале 1990-х годов более половины сельского трудоспособного населения было занято в сельском хозяйстве, то к 2014 году эта доля сократилась до 22,6 %. Современное сельское население все больше диверсифицирует источники доходов.

Основными барьерами для привлечения молодежи в аграрный сектор выступают следующие.

1. Инфраструктурные ограничения: неразвитость социальной инфраструктуры в сельской местности, низкое качество жилья, ограниченный доступ к образовательным и культурным услугам.

2. Имиджевые проблемы: сохранение стереотипов о сельскохозяйственном труде как о «немеханизированном», «грязном» и «непрестижном», несмотря на реальную технологизацию отрасли.

3. Диспропорции в оплате труда: разрыв в уровне заработной платы между агросектором и альтернативными сферами занятости (особенно IT-сектором) остается значительным.

4. «Утечка мозгов»: наиболее талантливые выпускники сельских школ ориентированы на поступление в столичные и региональные центры, а не на возвращение в сельскую местность.

На основе анализа существующих практик и научных исследований можно выделить три базовые модели преодоления кадрового разрыва в цифровом АПК, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ моделей преодоления кадрового разрыва в АПК

Критерий сравнения	Государственно-образовательная модель	Корпоративно-инвестиционная модель	Цифровая платформенная модель
Субъект реализации	Министерства, ведомства, вузы	Агрохолдинги, крупный бизнес	IT-компании, агрегаторы, образовательные платформы
Ключевые инструменты	Целевой набор, госзадание, программа «Кадры в АПК», агроклассы	Корпоративные университеты, базовые кафедры, стипендиальные программы	Онлайн-курсы, нейросетевые системы подбора, цифровые платформы непрерывного образования
Сроки реализации	Долгосрочные (5-10 лет)	Среднесрочные (3-5 лет)	Краткосрочные (до 1 года)
Охват	Массовый, системный	Ограниченный (крупные компании)	Широкий, но фрагментированный
Примеры реализации	Сеть агротехнологических классов в 67 регионах (свыше 9 тыс. школьников), программа «Приоритет 2030» в аграрных вузах	Практика крупнейших агрохолдингов («ЭкоНива», «Приосколье») по созданию базовых кафедр в профильных вузах	Нейросетевая система сопоставления компетенций, разработанная в СПбПУ (точность 87 %)
Преимущества	Системность, устойчивость, массовость	Практикоориентированность, соответствие реальным потребностям	Гибкость, скорость адаптации, индивидуализация траекторий
Ограничения	Инерционность, бюрократизация	Неравномерность доступа (доступно только крупному бизнесу)	Отсутствие системной связи с официальным образованием

Минсельхоз России с 2025 года реализует федеральный проект «Кадры в агропромышленном комплексе», который призван усовершенствовать систему аграрного образования и привлечь молодых специалистов в отрасль. Ключевым элементом проекта выступает создание сети агротехнологических классов в школах: с 1 сентября 2025 года открыто более 600 таких классов в 67 регионах, где обучаются свыше 9 тыс. школьников. К 2030 году количество агротехнологических классов достигнет 18 тыс., а ежегодная численность обучающихся в них составит 115 тыс. человек.

Как отмечается в документах проекта, «задачи системы образования включают подготовку агроинженеров и цифровых агротехнологов, специалистов в области интернета вещей, сенсорных технологий и геоинформационных систем, агроаналитиков и агрономов, генетиков, операторов дронов и агроэкологов».

Корпоративно-инвестиционная модель реализуется крупнейшими агрохолдингами, которые создают базовые кафедры в профильных вузах, формируют корпоративные университеты и внедряют системы наставничества. Исследователи отмечают, что «цифровизация основных производственных процессов является частью усовершенствованного механизма развития АПК», а дальнейшее развитие человеческого капитала должно осуществляться на основе института наставничества с применением цифровых платформ.

Цифровая платформенная модель, представленная, в частности, разработками СПбПУ, предлагает нейросетевые методики динамического сопоставления требований работодателей и компетенций специалистов. Такая система позволяет сократить время обработки резюме с 45 до 2,8 минуты и обеспечивает прогнозирование кадровых потребностей с точностью 82 %.

На основе проведенного анализа можно выделить три возможных сценария развития кадрового потенциала цифрового АПК.

Сценарий 1. Инерционный (сохранение текущих тенденций).

При данном сценарии сохраняются фрагментарность усилий, слабая координация между образованием, бизнесом и государством, а также несоответствие темпов подготовки кадров темпам технологического развития. Вероятные последствия: углубление кадрового дефицита до 250-300 тыс. человек к 2030 году; замедление цифровой трансформации АПК из-за отсутствия квалифицированных специалистов; консервация стереотипов о непривлекательности сельскохозяйственного труда.

Сценарий 2. Сценарный тупик («цифровой разрыв»).

Данный сценарий предполагает углубление разрыва между технологическим предложением и социальным запросом до критического уровня. Крупные агрохолдинги, имеющие ресурсы для привлечения и удержания кадров, продолжат цифровизацию, но малые и средние

предприятия останутся без необходимых специалистов. Это приведет к усилению дифференциации в отрасли и, в конечном счете, к снижению общей эффективности АПК.

Сценарий 3. Интегративный (сбалансированного развития).

Данный сценарий предполагает системную трансформацию подходов к подготовке и закреплению кадров, включающую:

- интеграцию усилий государства, бизнеса и образовательных учреждений в рамках единой стратегии;
- дифференциацию подходов к различным категориям производителей (крупный, средний и малый бизнес);
- синхронизацию темпов технологического обновления и кадровой подготовки;
- целенаправленное формирование позитивного имиджа аграрных профессий.

Проведенный анализ позволяет сформулировать следующие выводы.

1. Кадровый дефицит в АПК приобрел характер системного вызова, угрожающего продовольственной безопасности страны. Ежегодная убыль работников отрасли в 150 тыс. человек при потребности в 160 тыс. новых специалистов свидетельствует о необходимости экстренных мер. Дефицит специалистов с цифровыми компетенциями (рост спроса на 52 % за пять лет, нехватка специалистов по точному земледелию в 34 %) требует пересмотра подходов к подготовке кадров.

2. Технологическое предложение в АПК развивается опережающими темпами по сравнению с адаптацией системы образования и изменением социальных представлений о сельскохозяйственном труде. Более 60 % крупных и средних предприятий используют цифровые инструменты, около 40 % – решения на основе ИИ, однако университеты «не успели адаптировать свои программы к этим новым запросам».

3. Социальный запрос остается инерционным: сохраняется отток сельской молодежи в города, низкая привлекательность аграрных профессий, инфраструктурные ограничения сельских территорий. За десятилетие сельское население сократилось на 1,5-2,5 млн человек, трудоспособное население – на 1,2 млн человек.

4. Преодоление разрыва требует интеграции трех моделей: государственно-образовательной (системная подготовка кадров через агроклассы и целевой набор), корпоративно-инвестиционной (практико-ориентированное обучение на базе агрохолдингов) и цифровой платформенной (гибкие инструменты подбора и непрерывного образования).

5. Ключевым условием успеха выступает синхронизация темпов технологического развития, образовательной подготовки и социальной политики на селе. Без целенаправленного формирования привлекательной среды на сельских территориях (жилье, инфраструктура, качество жизни) даже самая совершенная система подготовки кадров не сможет обеспечить их закрепление.

Таким образом, траектория развития кадрового потенциала для цифрового АПК должна определяться не только технологическими потребностями, но и реальным социальным запросом, учетом демографических тенденций и институциональных ограничений. Только на пути интеграции технологических, образовательных и социальных решений возможно преодоление разрыва и формирование устойчивого кадрового обеспечения цифровой трансформации агропромышленного комплекса.

Список использованной литературы:

1. Балашова Н. Н., Варданян С. А., Чекрыгина Т. А. О рисках и путях преодоления дисбаланса между технологическим прогрессом и развитием человеческого капитала на селе в АПК 4.0 // Вестник Академии права и управления. 2025. № 6.
2. Варданян С. А., Чернованова Н. В., Шемет Е. С. Непрерывное аграрное образование как основа накопления человеческого капитала // Современное аграрное образование: технологии, качество, перспективы развития: материалы Международной научно-методической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2024. С. 311-315.
3. Варданян С. А., Немченко А. В., Чернованова Н. В. О рисках и путях преодоления дисбаланса между технологическим прогрессом и развитием человеческого капитала на селе в АПК 4.0 // Вестник Академии права и управления. 2025. № 6.
4. Дадурин А. В. Цифровые технологии как фактор повышения эффективности управления персоналом в агропромышленном комплексе: анализ инструментов и перспектив внедрения // Управленческий учет. 2025. № 12. С. 45-58.
5. Искусственный интеллект в управлении кадрами агропромышленного комплекса: нейросетевая методика динамического сопоставления требований работодателя и компетенций специалистов / О. Т. Ергунова, А. Г. Сомов, А. А. Седякина, А. А. Иващенко // Аграрная наука. 2025. № 8. С. 160-163.
6. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса: кадровый вопрос (рекомендации) // Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации. 2025. http://special.council.gov.ru/activity/activities/roundtables/171924/
7. Лубкова Э. М., Орлова К. С. Человеческий капитал в агропромышленном комплексе: реалии и перспективы // Экономика и управление инновациями. 2025. № 1. С. 90-99.
8. Мелихова Л. А. Медико-демографические аспекты состояния здоровья населения Волгоградской области // Здоровое долголетие - 2024: Материалы региональной научно-практической конференции, Волгоград, 14 июня 2024 года. Волгоград: Волгоградский ГМУ, 2024. С. 34-39.
9. Модели развития кадрового потенциала сельских территорий: анализ, нормативное регулирование // Naukaru. 2025. https://naukaru.ru/ru/nauka/article/104295/view
10. Проблемы подготовки бухгалтеров и аудиторов в условиях развития "цифровой экономики" / Н. В. Чернованова, Е. В. Ягупова, С. А. Варданян, Е. А. Дынникова // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2023. С. 293-298.

УДК 657.1/.6

УЧЕТНО-КОНТРОЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО КАПИТАЛА

Горбачева А. С., *к. э. н., доцент*
Чекрыгина Т. А., *к. э. н., доцент*
Сувонова Л. С., *д. т. н., профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия
Ташкентский государственный аграрный университет
г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. Приведен порядок организации учетно-контрольного обеспечения инвестиционной деятельности коммерческих организаций в условиях довлеющего фактора нестабильности рыночной среды. Несмотря на эти условия, в процессе исследования была подтверждена положительная динамика инвестиционной активности субъектов АПК, что свидетельствует о профессиональной потребности развития контроля инвестиций на основе учета и контроля формирования и целевого использования инвестиционного капитала.

Ключевые слова: *инвестиционные капиталы, инвестиционная активность, источники финансирования, амортизационные процессы, рабочий план счетов, внутрихозяйственная отчетность.*

Российские предприятия АПК как правило не отличаются инвестиционной привлекательностью и часто сталкиваются с проблемой дефицита инвестиционных ресурсов [2]. Следствием снижения инвестиционной активности аграрных предприятий является обострение проблемы продовольственной безопасности России.

Как показывают данные таблицы 1, существенными факторами, тормозящими развитие инвестиционной деятельности, стали три причины: недостаток собственных финансовых средств (от более 30 % организаций за период), неопределенность экономической ситуации в стране (от 5 до 10 %), высокий процент коммерческого кредита (от 31 до 5 %). Также весомыми стали такие причины, как сложный механизм получения кредитов на инвестиции (от 15 до 18 %) и высокий уровень конкуренции на рынке зерновых и зернобобовых региона (более 10 %).

Таблица 1 – Факторы снижающие инвестиционную активность субъектов АПК

Факторы	% от выбранной базы исследования			
	2022	2023	2024	2025
1. Сложный механизм кредитования	15	18	18	18
2. Высокие процентные ставки по кредитам	15	18	18	18
3. Дефицит собственного инвестиционного капитала	35	29	34	34
4. Нестабильная политическая ситуация	5	10	10	10
5. Высокуий уровень конкуренции на зерновую и зернобобовую продукцию	12	13	11	10
6. Дисбаланс цен на продукцию сельскохозяйственного и промышленного производства	18	12	9	10

Среди особо актуальных факторов преобладают внешние, не зависящие от различных приемов инвестиционного менеджмента предприятий. Факторов сдерживающим инвестиционную активность на внутрихозяйственном уровне является недостаток собственного инвестиционного капитала. Причиной этого является низкий уровень, или полное отсутствие их инвестиционного менеджмента.

В этой связи возникает потребность в перспективных приемах управления инвестициями, позволяющих предоставить релевантную информацию об инвестиционной деятельности.

Угрозой инвестиционной безопасности на уровне субъекта АПК выступает неэффективное управление внутренними резервами инвестирования, в качестве которых выступает прибыль и амортизационные отчисления. В современной экономике присутствует определенная концепция амортизационных процессов, как экономического явления – рисунок 2 [3, 5].

Классической формой финансирования инвестиций является использование собственных средств предприятия в виде чистой прибыли и амортизации. В условиях снижения доходности бизнеса и сокращения возможностей долгосрочного кредитования амортизация становится едва ли не единственным источником финансирования инвестиционной деятельности хозяйствующих субъектов.

Учетно-контрольное обеспечение реализации финансовых и реальных инвестиционных проектов должно представлять собой подвижную систему сбора и последующей обработки значимой для принятия эффективных решений информации. Рассмотрим источники финансирования реальных и финансовых инвестиций субъекта АПК в их взаимосвязи с системой учета и контроля.

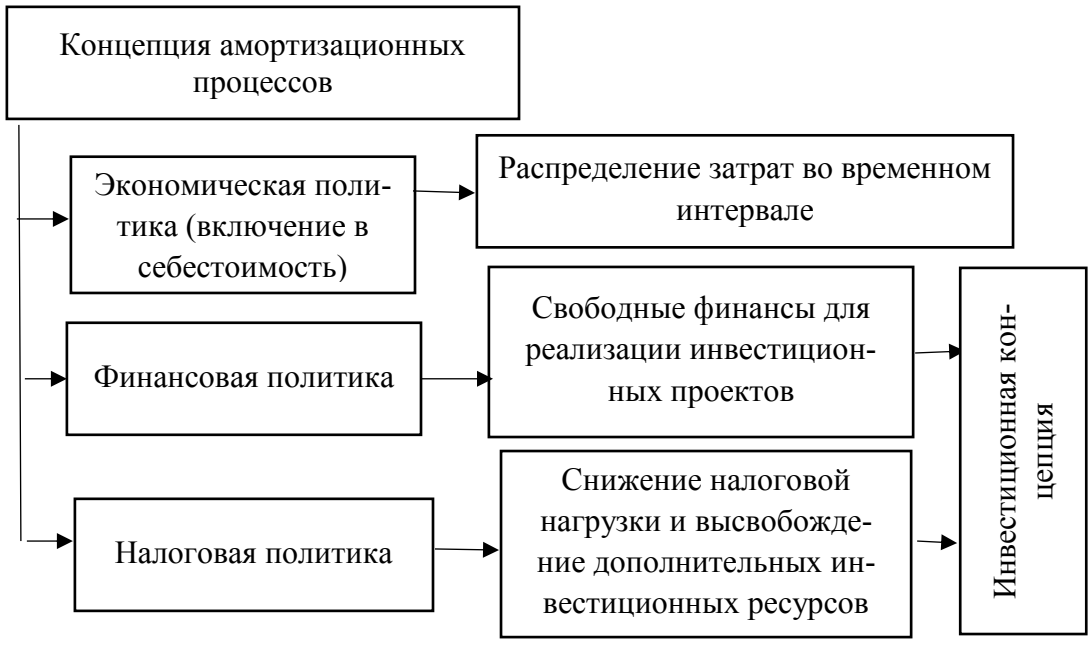


Рисунок 1 – Современная концепция инвестиционных процессов



Рисунок 2 – Взаимосвязь источников формирования собственного инвестиционного капитала с системой синтетического и аналитического учета

Для создания и поддержания конкурентных преимуществ предприятию нужны значительные инвестиции [1, 4]. Однако все перечисленные угрозы инвестиционной безопасности в масштабах отдельного предприятия негативно сказываются и на инвестиционной политике субъектов аграрного бизнеса. Большинство предприятий работают сегодня на устаревшем оборудовании, износ которого доходит до 80 %. Низкая рентабельность не позволяет им самостоятельно осуществить техническую реконструкцию.

В целях развития синтетического и аналитического учета формирования и использования собственного инвестиционного капитала предлагаем дополнить состав пассивных счетов рабочего Планов счетов в целях учета и контроля инвестиционной деятельности – таблица 2.

В первую очередь рекомендуем ввести новый счет, позволяющий контролировать аккумулирование собственных и заемных инвестиционных средств – счет 85 «Инвестиционный капитал». Это счет пассивный, который формируется по кредиту, по дебету показывается использование инвестиционных ресурсов. К нему следует открыть два синтетических субсчета второго порядка: собственный и заемный инвестиционный капитал. Далее продолжить аналитический разрез по видам финансирования и инвестиционным проектам, как представлено в таблице 2, здесь же представлены бухгалтерские записи по формированию и использованию вводимого счета.

Таблица 2 – Реконструкция рабочего плана счетов в целях развития учетно-контрольного обеспечения инвестиционной деятельности

Предлагаемые счета				
№	Синтетический счет 1 порядка	Синтетический счет 2 порядка	Аналитический сч. 3 порядка	Аналитический сч. 4 порядка
85	Инвестиционный капитал	1.Собственный инвестиционный капитал Дт 84 Кт 85 1.1.	1.1 Отчисления от нераспределенной прибыли	Инвестиционные проекты На сумму инвестиций
		Дт 02 Кт 85 1.2.	1.2 Отчисления от амортизации	
		2.Заемный инвестиционный капитал Дт 75, 76 Кт 85 2.2.	2.1. Кредиты	
			2.2. Целевой гос. кредит	
			2.3.Эмиссия	
			2.8.Цифровизированные источники: краудфандинг краудлендинг и др.	
		3. Использование инвестиционного капитала Дт 80 3 Кт 85.1.1. ..85.2.	По видам инвестиций	

По мере реализации инвестиционных проектов суммы инвестируемых средств уменьшают дебетовые обороты по предложенному счету. Реализуя цифровые возможности привлечения заемных инвестиционных средств, следует также обеспечить их детализированный учет. Так предлагаем открывать счет третьего порядка «Цифровизированные источники».

В целом учетно-контрольное обеспечение процессов финансирования и освоения долгосрочных инвестиций должно представлять собой подвижную систему сбора и последующей обработки значимой для принятия эффективных решений информации.

Система внутреннего контроля инвестиций позволяет:

– дать максимальную оценку законности, эффективности, рациональности и безопасности инвестиционных проектов.

– выявить негативные тенденции и рассчитать риски и минимизировать их.

Важную роль в этом играет рациональное сочетание методик бухгалтерского (финансового) и управленческого учета, что определяет эффективность контроля значимых для экономики предприятия результатов инвестиций.

Список использованной литературы

1. Донскова О. А. Обеспечение продовольственной безопасности как приоритетное направление развития АПК // Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы: материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 73-77

2. Горбачева А. С. Формирование амортизационной политики субъекта агробизнеса // Оптимизация сельскохозяйственного землепользования и усиление экспортного потенциала АПК РФ на основе конвергентных технологий: материалы международной научно-практической конференции. Волгоград, 2020. С. 25-30.

3. Горбачева А. С. Современные проблемы учета амортизации основных средств // Наука и молодёжь: новые идеи и решения: материалы XVI Международной научно-практической конференции молодых исследователей. Волгоград, 2023. С. 215-217.

4. Мелихов В. А. Практическое применение стандарта IAS16 «Основные средства» в организациях сферы АПК // Наука и молодёжь: новые идеи и решения: материалы XVI Международной научно-практической конференции молодых исследователей. Волгоград, 2023. С. 172-173.

5. Мелихова Л. А., Донскова О. А. Перспективы развития бухгалтерского учета // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2022. С. 48-54.

6. Чекрыгина Т. А., Горбачева А. С. Учетно-контрольное обеспечение маркетингового менеджмента субъектов агропромышленного бизнеса // Экономика и предпринимательство. 2017. № 22 (79-2). С. 287-292.

7. Чекрыгина Т. А. Бухгалтерский учет наличия и движения основных средств: практический аспект // Цифровая трансформация бизнеса: вызовы и перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2023. С. 217-223.

УДК 338.43:331.108.2

ТРАНСФОРМАЦИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА АПК В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ

Донскова О. А., *к. э. н., доцент*
Голубева Е. В., *преподаватель*
Пришенк Й., *ассистент-профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия
Университет Марибора
г. Марибор, Словения

Аннотация. Агропромышленный комплект вошел в число динамично развивающихся секторов российской экономики, а во главе должны стоять профессионалы, обладающие современными навыками, умениями и знаниями, умеющие предвидеть тренды развития технологических процессов, внедрять инновационные продукты, использовать и масштабировать лучшие практики. В статье выявлены тенденции формирования кадров, определена динамика занятости в АПК региона и факторов, влияющих на данный показатель, а в качестве трансформационного импульса трудового капитала отмечена необходимость внедрения новых форм обучения молодых специалистов.

Ключевые слова: *кадровый потенциал АПК, кадровая обеспеченность АПК, занятость, оплата труда, непрерывная подготовка специалистов АПК.*

В рамках национального проекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» пристальное внимание акцентируется на кадровых ресурсах. Государство заинтересовано в привлечении специалистов в агропромышленный комплекс для омолаживания отрасли, для которых реализуется различного рода выплаты и меры поддержки – приобретение или строительство жилья, наем жилого помещения по договору, различные выплаты стимулирующего характера. Планируется к 2030 году агропромышленные предприятия на 95 % обеспечить профессионалами с высоким уровнем подготовки в области смежных направлений подготовки.

Официальные данные, опубликованные Территориальным органом статистики по Волгоградской области, свидетельствуют, что в состав рабочей силы в 2024 году входит 1282,9 тыс. человек (61,2 %) из них занятых 1252,2 тыс. человек (59,8 %) и безработных 30,7 тыс. человек (1,5 %) [5]. Наибольшая доля занятого населения наблюдается в организациях, осуществляющих деятельность торговли оптовой и розничной; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов (18,6 %), в обрабатывающих производствах (13,6 %); в сельском, лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве (11,2 %).

За анализируемый период среднегодовая численность населения, занятого в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве, рыболовстве снизилась на 18 тыс. чел. к 2024 году относительно 2017 года, а доля в общей численности занятых в экономике Волгоградской области стала составлять 10,5 %.

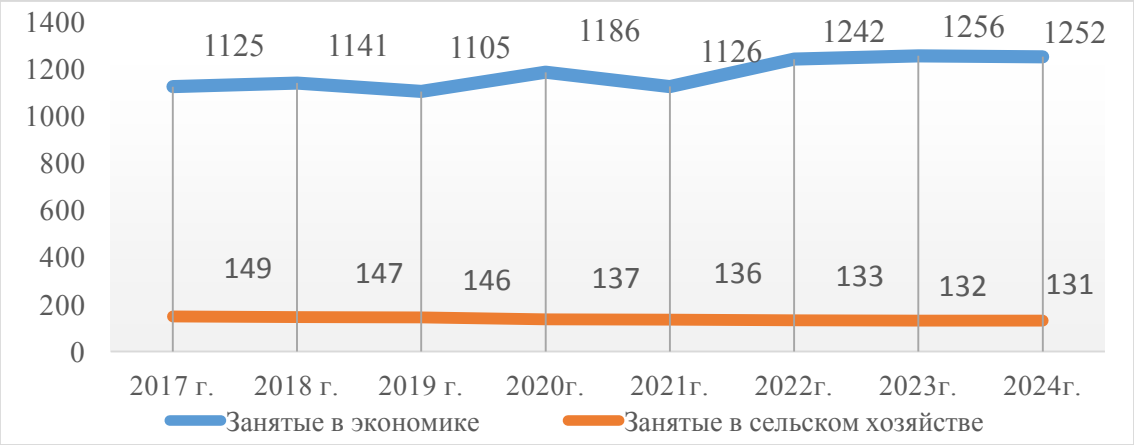


Рисунок 1 – Тенденция занятого населения Волгоградской области за 2017-2024 гг., тыс. чел.

Распределение квалифицированных кадров за 2017-2023 гг. по полу в сельском хозяйстве, охоте и лесного хозяйства, рыболовства, рыбоводства представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Уровень занятости квалифицированных кадров сельского и лесного, рыбоводства по полу, тыс. чел.

Период исследования	Всего	Мужчины	Женщины
2017	38,6	21,7	16,9
2018	39,6	21,2	18,4
2019	45,6	20,9	24,6
2020	41,4	19,3	22,1
2021	41,0	19,3	21,7
2022	28,0	14,6	13,4
2023	26,1	14,0	12,1

Резкий отток квалифицированных кадров происходит за два последних года в представленном временном отрезке. Следует заметить происходило увеличение доли женского пола в 2019-2021 гг., но к 2022-2023 гг. доля мужского населения превалирует.

В ходе опроса респонденты молодого поколения назвали следующие причины – отсутствие перспектив в аграрной сфере, отдалённость от крупных городов и социальной инфраструктуры, низкий уровень оплаты труда в разрезе других сфер экономики.

Остается спорным вопрос, связанный с доходами работников аграрной сферы от работников экономического сектора. Уровень оплаты труда имеет положительную тенденцию роста 28 тыс. руб. до 61 тыс. руб. за 2017-2024 гг. по всем сферам экономики и с 22 тыс. руб. до 50 тыс. руб. в сельском хозяйстве.

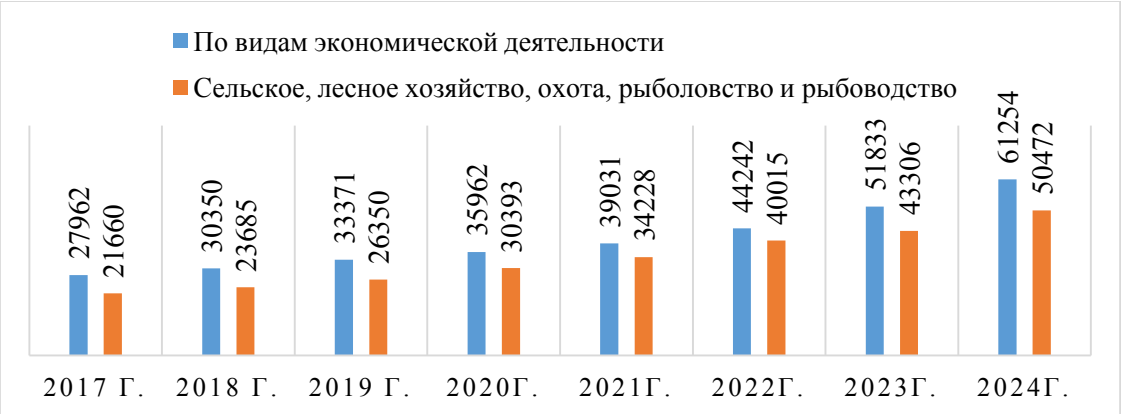


Рисунок 2 – Тенденция среднемесячной заработной платы по Волгоградской области за 2017-2023 гг., руб.

Как известно, важнейшим регулятором воспроизводства человеческого капитала является рынок труда, выступающий для сельской местности «зеркалом» социально-экономических и аграрных преобразований. В современных условиях эффективное развитие экономики, в целом, и сельского хозяйства, в частности, категорически невозможно без организации рациональной занятости населения [1, 4].

Приоритетным моментом в трудоустройстве является уровень оплаты труда, в том числе реальная заработная плата, поэтому целесообразно оценить потенциальный рост данного экономического показателя на перспективу. Одним из способов определения прогнозных значений является метод экстраполяции (таблица 2). Подобранные управления тренда (линейной, параболы, показательной функций) позволит рассчитать в краткосрочной перспективе уровень оплаты труда при сохранении прочих равных условий функционирования хозяйствующих субъектов бизнес структур Волгоградского региона.

Таблица 2 – Результаты анализ временных рядов основных параметров оплаты труда по Волгоградской области

Показатель	Уравнение тренда		Ошибка аппроксимации, %
По видам экономической деятельности, руб.	линейная	$y = 4477,9x + 20350$	0,9285
	парабола	$y = 588,6x^2 - 819,9x + 29180$	0,9927
	показательная	$y = 24712x^{0,348}$	0,8317
По сельскому хозяйству, руб.	линейная	$y = 4102,6x + 15302$	0,9765
	Парабола	$y = 295,92x^2 - 1439,3x + 19741$	0,9968
	показательная	$y = 18967x^{0,4051}$	0,8947

Данные таблицы 3 свидетельствуют о потенциальном росте оплаты труда экономической деятельности в целом, так и в сельском хозяйстве. Наибольший результат величины заработной платы получены по квадратической функции, т. е. в 2026 году размер достигнет 80 тыс. руб. (64 тыс. руб.), а в 2027 году более 90 тыс. руб. (почти 78 тыс. руб.) в целом по области (по аграрной сфере). По показательной функции региональная оплата труда в 2026 году составит 55 тыс. руб., в том числе по аграрному сегменту 48 тыс. руб., в 2027 году увеличение произойдет на 1857 руб. и на 1898 руб. соответственно.

Таблица 4 – Прогнозные значения уровня оплаты труда на основе уравнений тренда по Волгоградской области

Показатель	Модель тренда		Прогноз	
			2026г.	2027г.
По видам экономической деятельности, руб.	линейная	$y = 4477,9x + 20350$	65129	69607
	парабола	$y = 588,6x^2 - 819,9x + 29180$	79841	91382
	показательная	$y = 24712x^{0,348}$	55069	56926
По сельскому хозяйству, руб.	линейная	$y = 4102,6x + 15302$	56322	60424
	парабола	$y = 295,92x^2 + 1439,3x + 19741$	63726	77657
	показательная	$y = 18967x^{0,4051}$	48205	50103

Результаты прогнозирования отражают сохраняющуюся тенденцию роста обозначенного показателя по экономической деятельности в большей степени, чем по аграрной сфере, поэтому товаропроизводителям следует учитывать в ближайшей перспективе вопросы «кадрового голода» для выстраивания стратегии при управлении персоналом.

Существует успешная практика решения проблем, связанных с кадровым дефицитом в субъектах РФ. Например, Волгоградская область является одним из 24 субъектов РФ получателем свыше 22 млн рублей на реализацию программы повышения кадровой обеспеченности организаций, а это станет импульсом для реализации дополнительных региональных мер по подготовке и поддержки молодых аграриев [9]. Запуск пилотного проекта по созданию цепочки непрерывного образования и подготовка специальных групп учащихся («агротехнологические классы») способствует раннему осознанию профессиональной ориентации обучающихся общеобразовательных организаций на престиж аграрного образования и целевого обучения. Как известно, важнейшим регулятором воспроизводства человеческого капитала является рынок труда, выступающий для сельской местности «зеркалом» социально-экономических и аграрных преобразований. В современных условиях эффективное развитие экономики, в целом, и сельского хозяйства, в частности, категорически невозможно без организации рациональной занятости населения [3, 6].



Рисунок 3 – Взаимосвязь образовательных организаций, научного сообщества, бизнес структур при формировании кадрового потенциала

Согласно Постановлению Администрации Волгоградской области от 20.07.2021 № 372-п «Об утверждении порядка предоставления субсидий на возмещение части затрат по заключенным с работниками ученическим договорам», происходит содействие в обеспечении квалифицированными специалистами. Участники данного мероприятия выступили ССПК «Волгоградская заготовительная контора», ООО «Атамановское», СПК племзавод «Ромашковский», ООО СП «Донское», ИП Глава К(Ф)Х Мельников В.Г., ООО «Становское», АО «Агрофирма «Восток». В качестве условий предоставления стали производственная деятельность на сельской территории; заключение ученических договоров и (или) договоров о целевом обучении с обучающимися в образовательных организациях МСХ РСФ и (или) в иных образовательных организациях; заключение трудовых договоров с обучающимися по ученическим договорам.

Кадровое обеспечение цифровизации отраслей АПК является первостепенной задачей в условиях низкой цифровой грамотности. Непрерывная подготовка специалистов сельскохозяйственных предприятий должна быть направлена на формирование компетенций в области цифровой экономики [8]. В рамках цифровой трансформации аграрного образования и экономики АПК необходимо внедрение современных отечественных программных решений. Нужны новая стратегия, инфраструктура в подготовке студентов аграрного вуза, в управлении и организации учебного процесса [2].

Для этого следует внедрять в систему высшего и дополнительного профессионального аграрного образования востребованные в производстве и бизнесе современные информационные технологии, на их основе разрабатывать новые образовательные программы и стандарты обучения, механизмы управления системой высшего и дополнительного аграрного образования.

Список использованной литературы

1. Статистический сценарий развития человеческого капитала в аграрной сфере Волгоградской области / Н. Н. Балашова, И. А. Петерс, Е. Е. Смотрова, О. А. Донскова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2022. № 2. С. 44-50.

2. Варданян С. А. Непрерывное аграрное образование как основа накопления человеческого капитала // Современное аграрное образование: технологии, качество, перспективы развития: материалы Международной научно-методической конференции. Волгоград, 2024. С. 311-315.

3. Внедрение цифровых инструментов как предпосылка инновационного развития агропромышленного комплекса / О. А. Донскова, А. В. Немченко, Е. А. Колпакова, Е. В. Голубева // Международный научно-исследовательский журнал. 2025. № 12 (162).

4. Человеческий капитал регионального АПК: особенности формирования, направления развития и механизмы поддержки / О. А. Донскова, Е. Е. Смотрова, И. А. Петерс, Е. А. Немкина // Современные проблемы науки и общества. Пенза, 2021. С. 16-32.

5. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. http://www.gks.ru

6. Плешакова А. Н. Кадровые проблемы Волгоградской области в период масштабных экономических преобразований // Состояние и перспективы социально-экономического развития региона: взгляд молодых: сборник материалов XI международной студенческой научной конференции. Брянск, 2025. С. 333-337.

7. Тарасов А. В. Кадровый потенциал инновационного преобразования экономики Российской Федерации // Дневник науки. 2024. № 4 (88).

8. Повышение квалификации специалистов по бухгалтерскому учету в условиях развития цифровой экономики / Т. А. Чекрыгина, А. С. Горбачева, В. А. Мелихов, Л. С. Сувонова // Инструменты развития кадрового потенциала АПК: материалы научно-методической конференции с международным участием. Волгоград, 2023. С. 291-295.

9. Чернышкова В. И. Человеческий капитал как основа устойчивого развития сельских территорий // Молодежная наука - развитию агропромышленного комплекса: материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Курск, 2023. С. 184-188.

10. Цифровые платформы и технологии поддержки бизнеса / Н. В. Черновановa, Е. В. Ягупова, И. Винокуров // Казанский экономический вестник. 2024. № 1 (69). С. 68-73.

УДК 338.12:338.43

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЙ В АГРАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Донскова О. А., *к. э. н., доцент*
Голубева Е. В., *преподаватель*
Немкина Е. А., *к. э. н., доцент*
Пришенк Й. *ассистент-профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия
ГБОУ ВО Волжский институт экономики, педагогики и права
г. Волжский, Россия
Университет Марибора
г. Марибор, Словения

Аннотация. Обобщены теоретические и методические подходы к аналитическому прогнозированию вероятности финансовой несостоятельности предприятий АПК, адаптированных к отраслевой специфике аграрного производства. Предложена система адаптированных коэффициентов для диагностики банкротства сельскохозяйственных предприятий.

Ключевые слова: *финансовая несостоятельность, модели диагностики банкротства, показатели ликвидности и финансовой устойчивости, система раннего предупреждения кризисных ситуаций*

Функционирование современного агропромышленного комплекса в условиях трансформирующейся экономической среды детерминирует необходимость глубокого осмысления категориального аппарата, связанного с финансовой устойчивостью хозяйствующих субъектов [1]. Проблематика несостоятельности аграрных предприятий приобретает особую актуальность в контексте санкционного давления, волатильности валютных курсов и структурных изменений в системе продовольственного обеспечения. Дефиниция банкротства представляет собой сложно структурированный феномен, требующий междисциплинарного рассмотрения через призму правовых, экономических и управленческих аспектов.

Критическая важность проблематики прогнозирования экономической несостоятельности применительно к сфере агропромышленного производства детерминируется стратегической ролью данного сектора в обеспечении продовольственной безопасности страны, социальной стабильности сельских территорий, занятости значительных контингентов трудоспособного населения в депрессивных регионах с ограниченными альтернативными возможностями трудоустройства. Вместе с тем классические модели диагностики вероятности экономической несостоятельности, получившие широкое распространение в мировой и отечественной практике финансового анализа, калибровались преимущественно на эмпирических данных промышленных и торговых компаний, что предопределяет существенные ограничения их применимости к организациям сельскохозяйственного профиля.

Разработка инструментария раннего предупреждения о кризисных явлениях приобретает критическое значение в условиях турбулентной экономической среды, когда своевременная идентификация признаков дестабилизации позволяет инициировать антикризисные мероприятия до достижения точки невозврата [3]. Многообразие методических подходов отражает сложность исследуемого феномена и необходимость адаптации аналитических процедур к отраслевым особенностям объекта диагностики.

Предлагаемый алгоритм оценки несостоятельности базируется на многоуровневой архитектуре диагностики, включающей предварительную корректировку финансовых данных с учетом сезонности и государственной поддержки, расчет адаптированных коэффициентов с использованием отраслевых нормативов, интегральную оценку на основе модифицированной дискриминантной модели и сигнальную систему раннего предупреждения о нарастании деструктивных тенденций.

Первый уровень предлагаемой методики предполагает предварительную корректировку исходных финансовых данных для элиминирования искажающего влияния отраслевой специфики на аналитические индикаторы (таблица 1).

Корректировка № 1 заключается в трансформации моментных показателей баланса в среднегодовые значения для сглаживания сезонных колебаний: вместо остатков на отчетную дату используются средние арифметические значения на начало и конец года, что обеспечивает репрезентацию типичного уровня активов и обязательств без искажений, обусловленных специфической фазой производственного цикла на момент составления отчетности.

Корректировка № 2 предусматривает аналогичную трансформацию краткосрочных обязательств в среднегодовые значения, поскольку кредиторская задолженность перед поставщиками материально-технических ресурсов также подвержена сезонным колебаниям, достигая пика в предпосевной период при максимальных закупках семян, удобрений и средств защиты растений с последующим снижением после реализации урожая и расчетов с кредиторами.

Использование среднегодовых значений обеспечивает более стабильную и репрезентативную оценку типичного уровня текущих обязательств, не искаженного фазой производственного цикла.

Таблица 1 – Корректировки финансовых данных для предприятий АПК при диагностике банкротства

Корректировка	Исходный показатель	Скорректированный показатель	Цель корректировки
№ 1	Оборотные активы на конец года	Среднегодовые оборотные активы	Сглаживание сезонности
№ 2	Краткосрочные обязательства на конец года	Среднегодовые краткосрочные обязательства	Сглаживание сезонности
№ 3	Незавершенное производство биологического характера	Исключение из высоколиквидных активов	Адекватная оценка ликвидности
№ 4	Прибыль с учетом субсидий	Прибыль без учета субсидий	Оценка операционной эффективности
№ 5	Рентабельность текущего года	Трехлетняя скользящая средняя	Сглаживание волатильности
№ 6	Дебиторская задолженность на конец года	Среднегодовая дебиторская задолженность	Устранение сезонных пиков

Корректировка № 3 заключается в реклассификации незавершенного производства биологического характера из категории высоколиквидных активов в категорию, аналогичную запасам, при расчете коэффициента быстрой ликвидности, что обеспечивает более консервативную и достоверную оценку способности оперативного погашения краткосрочных обязательств без нарушения производственного цикла.

Корректировка № 4 предусматривает элиминирование государственных субсидий из финансовых результатов при расчете показателей рентабельности для оценки способности предприятия генерировать прибыль исключительно за счет операционной деятельности без внешней поддержки. Субсидии, отражаемые в составе прочих доходов, вычитаются из прибыли до налогообложения, формируя скорректированную операционную прибыль, на основе которой рассчитываются коэффициенты рентабельности активов, капитала и продаж. Данная корректировка позволяет идентифицировать предприятия, чья жизнеспособность критически зависит от продолжения государственного финансирования, что представляет существенный риск в условиях потенциального сокращения бюджетной поддержки.

Корректировка № 5 заключается в использовании трехлетних скользящих средних значений показателей рентабельности вместо показателей одного года для сглаживания влияния волатильности урожайности, обусловленной природно-климатическими факторами. Среднее арифметическое рентабельности за три последних года обеспечивает более объективную оценку типичной доходности предприятия, не искаженной единичными неблагоприятными либо, напротив, исключительно благоприятными периодами.

Корректировка № 6 предполагает использование среднегодовых значений дебиторской задолженности при расчете показателей оборачиваемости и структурных коэффициентов для устранения искажений, обусловленных сезонными пиками расчетов с покупателями после реализации урожая. Среднегодовая дебиторская задолженность, рассчитанная как среднее арифметическое остатков на начало и конец года, более адекватно репрезентирует типичный уровень иммобилизации средств в расчетах с контрагентами на протяжении производственного цикла.

Второй уровень методики предполагает расчет адаптированных финансовых коэффициентов, на основе скорректированных данных с последующим сопоставлением фактических значений с отраслевыми нормативами, калиброванными на статистике финансово устойчивых сельскохозяйственных предприятий аналогичной специализации. Система адаптированных коэффициентов включает пять групп индикаторов: ликвидности и платежеспособности, финансовой устойчивости, деловой активности, рентабельности и специфических отраслевых показателей.

Коэффициент $К_1$ репрезентирует адаптированную текущую ликвидность, рассчитываемую как отношение среднегодовых оборотных активов (СрОбА) к среднегодовым краткосрочным обязательствам (СрКО), что элиминирует искажающее влияние сезонных пиков и обеспечивает оценку типичной способности покрытия текущих обязательств за счет мобильных активов (табл. 4)

Таблица 2 – Система адаптированных коэффициентов для диагностики банкротства предприятий АПК

Группа	Коэффициент	Формула расчета	Норматив для АПК	Вес в модели
Ликвидность	$К_1$: Адаптированная текущая ликвидность	СрОбА / СрКО	1,2-1,5	0,20
Ликвидность	$К_2$: Адаптированная быстрая ликвидность	(СрОбА – Запасы – НЗП) / СрКО	0,4-0,6	0,15
Устойчивость	$К_3$: Коэффициент автономии	СК / А	0,30-0,45	0,18
Устойчивость	$К_4$: Обеспеченность СОС	СОС / ОбА	-0,10-0,10	0,12
Деловая активность	$К_5$: Оборачиваемость активов	Выручка / СрАктивы	0,8-1,5	0,10
Рентабельность	$К_6$: Скорректированная ROA	Прибыль без субсидий / СрАктивы	2,0-6,0%	0,15
Рентабельность	$К_7$: Скорректированная рентабельность продаж	Прибыль без субсидий / Выручка	4,0-10,0%	0,10

Отраслевой норматив установлен в диапазоне 1,2-1,5 на основе статистического анализа финансово устойчивых тепличных хозяйств, что существенно ниже универсального критерия 1,5-2,0, но адекватно отражает специфику агропромышленного производства с повышенной потребностью в заемном финансировании операционного цикла.

Коэффициент $К_2$ характеризует адаптированную быструю ликвидность, рассчитываемую с исключением из числителя не только запасов, но и незавершенного производства биологического характера, что обеспечивает консервативную оценку способности немедленного погашения обязательств исключительно за счет денежных средств и легкореализуемой дебиторской задолженности. Отраслевой норматив 0,4-0,6 отражает объективно более низкую долю абсолютно ликвидных активов в структуре оборотных средств сельскохозяйственных предприятий по сравнению с промышленностью и торговлей.

Коэффициент $К_3$ репрезентирует финансовую автономию через отношение собственного капитала (СК) к совокупным активам (А) с отраслевым нормативом 0,30-0,45, что существенно ниже универсального критерия 0,5, но адекватно отражает повышенную капиталоемкость агропромышленного производства и объективную недостаточность внутренних источников накопления для финансирования воспроизводства основных фондов.

Коэффициент $К_4$ характеризует обеспеченность собственными оборотными средствами (СОС) с отраслевым нормативом от минус 0,10 до плюс 0,10, допускающим умеренный дефицит СОС в пределах 10 процентов оборотных активов как нормальное состояние для сельскохозяйственных предприятий с сезонным характером производства.

Коэффициент $К_5$ репрезентирует оборачиваемость активов с отраслевым нормативом 0,8-1,5 оборота, что многократно ниже промышленных стандартов 2,5-3,5 оборота, но адекватно отражает длительность биологического цикла производства и высокую капиталоемкость сельскохозяйственных активов.

Коэффициенты $К_6$ и $К_7$ характеризуют рентабельность активов и продаж, рассчитанные на основе прибыли без учета государственных субсидий, что позволяет оценить способность генерирования дохода исключительно за счет операционной эффективности. Отраслевые нормативы 2,0-6,0 процента для ROA и 4,0-10,0 процента для рентабельности продаж отражают объективно более низкую маржинальность аграрного производства по сравнению с промышленностью.

Третий уровень методики предполагает построение интегральной дискриминантной модели на основе взвешенной комбинации адаптированных коэффициентов с весовыми коэффициентами, калиброванными методом дискриминантного анализа на выборке сельскохозяйственных предприятий-банкротов и финансово устойчивых организаций аналогичной специализации. Интегральный показатель Z рассчитывается по формуле:

$$Z = 0,20 \times К_1 + 0,15 \times К_2 + 0,18 \times К_3 + 0,12 \times К_4 + 0,10 \times К_5 + 0,15 \times К_6 + 0,10 \times К_7 \quad (1)$$

где коэффициенты нормализуются делением фактических значений на верхнюю границу нормативного диапазона для обеспечения сопоставимости разнородных индикаторов. Критериальное пороговое значение установлено на уровне 0,65: при $Z < 0,50$ прогнозируется критически высокая вероятность банкротства в течение двух лет, диапазон 0,50-0,65 характеризует зону повышенного риска несостоятельности, интервал 0,65-0,80 репрезентирует зону неопределенности с умеренным риском, тогда как $Z > 0,80$ свидетельствует о финансовой устойчивости и низкой вероятности банкротства.

Четвертый уровень методики предполагает внедрение сигнальной системы раннего предупреждения о нарастании кризисных явлений на основе мониторинга динамики финансовых коэффициентов и идентификации предупреждающих сигналов задолго до достижения критических пороговых значений.

Пятый уровень методики предполагает построение сценарных прогнозов вероятности банкротства на различных горизонтах времени (один, два, три года) при альтернативных траекториях развития ключевых факторов: базовый сценарий экстраполирует сложившиеся тенденции без существенных изменений в управлении, оптимистический сценарий предполагает имплементацию антикризисных мероприятий с постепенным улучшением финансового положения, пессимистический сценарий моделирует дальнейшее ухудшение конъюнктуры при отсутствии корректирующих воздействий.

Методические особенности диагностики финансового состояния аграрных организаций обусловлены необходимостью учета сезонности, биологической природы активов, государственной поддержки и специфики ценообразования на сельскохозяйственную продукцию, что требует разработки отраслевых модификаций универсальных методик или создания специализированного аналитического инструментария.

Список использованной литературы

1. Донскова О. А. Финансовая устойчивость организаций АПК: особенности и порядок диагностики // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы Национальной научно-практической конференции. Ижевск, 2022. С. 345-350.

2. Донскова О. А. Бухгалтерский баланс как основа анализа финансовой отчётности // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 416-422.

3. Внедрение цифровых инструментов как предпосылка инновационного развития агропромышленного комплекса / О. А. Донскова, А. В. Немченко, Е. А. Колпакова, Е. В. Голубева // Международный научно-исследовательский журнал. 2025. № 12 (162).

4. Донскова О. А., Немкина Е. А. Анализ финансовой отчетности контрагентов // Методические рекомендации по проведению практических (семинарских) занятий и самостоятельной работы. Волгоград, 2024.

5. Корабельников И. С. Цифровые платформы в сельском хозяйстве: современное состояние и векторы развития // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2025. С. 69-75.

6. Состояние и перспективы цифровой трансформации аграрной сферы: региональный аспект / А. В. Немченко, О. А. Донскова, Н. В. Чернованова, Е. Е. Смотрова, И. А. Петерс // Инновации и инвестиции. 2023. № 8. С. 369-372.

7. Бухгалтерская финансовая отчетность в условиях цифровизации: проблемы и перспективы развития / Т. А. Чекрыгина, А. С. Горбачева, Е. В. Голубева, Л. С. Сувонова // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 326-332.

8. Чернованова Н. В. Цифровые платформы и технологии поддержки бизнеса // Казанский экономический вестник. 2024. № 1 (69). С. 68-73.

9. Черняева А. Д., Донскова О. А. Внедрение цифровых технологий в АПК как необходимость инновационного развития // Состояние и перспективы социально-экономического развития региона: взгляд молодых: сборник материалов XI международной студенческой научной конференции. Брянск, 2025. С. 385-388.

10. Skiter N. N., Ketko N. V., Donskova O. A., Smotrova E. E., Peters I. A. Methodology of intellectual analysis of candidates in the personnel selection process // "Smart technologies" for society, state and economy. Lecture Notes in Networks and Systems. 2021. Pp. 641-652.

УДК 631.53.01:338.43

ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА: ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ДОСТИЖЕНИЕ НЕЗАВИСИМОСТИ

Даева Т. В., *к. с.-х. н., доцент*
Досова А. Г., *к. э. н., доцент*
Моргачев И. В., *д. э. н., профессор*
Мещерякова Е. Г., *преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены основные тенденции в становлении отечественной селекции и семеноводства. Подчеркнута необходимость развития семеноводства, как фактора продовольственной безопасности и стабильного экономического развития страны. Цифровизация стала ключевым инструментом достижения технологического суверенитета в семеноводстве России, способствуя ускорению селекционных процессов через внедрение единых цифровых платформ.

Ключевые слова: *селекционная работа, продовольственная безопасность, независимость от импорта семян, господдержка АПК, цифровые платформы, новые сорта, ФГИС «Семеноводство».*

Текущая ситуация в семеноводстве России находится на этапе трансформации, где сочетаются проблемы прошлых лет – зависимость, низкая конкурентоспособность и новые вызовы-санкции, но есть и перспективы развития за счет цифровизации и государственной поддержки, направленной на достижение семенной независимости.

Реалии семеноводства в России характеризуются переходным периодом к цифровизации через ФГИС «Семеноводство», зависимостью от импорта в ряде ключевых культур, проблемами с конкурентоспособностью отечественной селекции и нехваткой подходящих зон для семеноводства, несмотря на активный экспорт ряда семян (пшеница, рис) и рост внутреннего спроса на высококачественный материал.

Санкции и проблемы логистики усиливают риски, а государственная поддержка становится критически важной для развития селекционных центров и снижения зависимости от зарубежных поставщиков [2].

Актуальность развития отечественной селекции и семеноводства в России на современном этапе обусловлена необходимостью обеспечения технологического суверенитета и выполнения задач Доктрины продовольственной безопасности.

Современный рынок семян сельскохозяйственных культур развивается под влиянием технологических инноваций и растущих требований к качеству, однако сталкивается с вызовами импортозависимости и необходимостью усиления отечественной селекции. Целенаправленная государственная поддержка и внедрение инновационных методов способны повысить самодостаточность и конкурентоспособность рынка [1].

Селекция во все времена была и остается главным стратегическим направлением сельского хозяйства – от ее успехов зависит продовольственная безопасность государства. До 90-хх годов отечественная селекция была важнейшим направлением в сельском хозяйстве, об этом свидетельствуют огромное количество институтов, лабораторий, экспериментальных полей, селекционеров, появление новых сортов и гибридов [6]. Однако эти времена прошли, селекция в РФ значительно сбавила темпы в своем развитии. Почему же это произошло и что повлияло на современное состояние отрасли:

Во-первых, низкий уровень финансирования научных разработок и исследований: невысокие объемы государственной поддержки; недостаточное участие регионов в развитии селекционно-семеноводческой отрасли; недоступность кредитных линий и программ господдержки для селекционных стартапов; низкая инвестиционная привлекательность отрасли для частных инвесторов.

Во-вторых, отсутствие стимула у производителей заниматься селекцией. Проблема заключается в низком вознаграждении авторских прав за создание новых сортов. На практике используется термин «роялти», который обозначает ежегодные обязательные платежи за используемые селекционные достижения по заключенной сделке. В нашей стране роялти от продажи сельскохозяйственных культур составляет 0,0001 %, а в других странах – от 2 % и выше. Необходимо развитие механизмов защиты авторских прав селекционеров для стимулирования частных инвестиций в отрасль.

В-третьих, нормативно-правовое регулирование:

– отсутствие утвержденных правовых программ по развитию селекции и семеноводства технических, масличных, овощных и других сельскохозяйственных культур;

– несовершенство нормативно-правового регулирования отрасли селекции и семеноводства, в том числе части защиты интеллектуальных прав и коммерциализации научных исследований.

В четвертых, качество семян и их использование: качество отечественных сортов семян на уровень ниже импортных, а возраст на рынке значительно выше; отсутствие доступа у частных селекционно-семеноводческих компаний к генетическим ресурсам для создания новых сортов и гибридов; закрытость информации о процессе производственного использования семян, в том числе отсутствие единой информационной базы, содержащей сведения о предложении семян, посадочного материала и спросе на них; слабые связи между селекционно-семеноводческими центрами и потенциальными покупателями семян; низкая конкурентоспособность отечественных семян по сравнению с их зарубежными аналогами; использование в промышленных масштабах небольшого числа сортов из допущенных к использованию на территории страны.

Министерство сельского хозяйства РФ ставит целью к 2030-му довести уровень обеспеченности аграрного сектора отечественными семенами до 75 %. Данному вопросу уделено особое внимание, поскольку речь идет о национальном суверенитете [4]. Импортозамещение в этой сфере – обязательное условие продовольственной безопасности государства.

Так, в 2025-м, по данным Минсельхоза, доля российских семян в общем объеме посева составила 67,6 %. Это на 5,1 % больше прошлогоднего показателя. Ожидается, что реализация нацпроекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», в который входит федеральный проект «Создание условий для развития научных разработок в селекции и генетике», закрепит успех.

До 2020 года российский АПК находился в критической зависимости от импорта семян. На тот момент годовые объемы закупок достигали € 350 млн В Россию ввозили до 98 % семян сахарной свеклы, 60-70 % семян кукурузы, 90 % семян овощей закрытого грунта. Санкции, введенные западными странами в 2022-м, вынудили правительство активизировать программу импортозамещения в этой сфере.

Меры господдержки предусматривали, в частности, субсидирование приобретения отечественных семян, а также создание селекционно-семеноводческих центров (ССЦ) в формате государственно-частного партнерства (ГЧП). В период с 2022 по 2024 год федеральный бюджет на эти цели потратил примерно 40 млрд руб.

Селекция и семеноводство являются важными и приоритетными направлениями развития АПК, поэтому в стране намечены основные пути решения проблем отечественной селекции. В связи с этим, государством уже начаты меры по развитию отрасли: финансирование, модернизация и реконструкция центров, расширение сети лабораторий.

Несмотря на общие успехи, сохраняется зависимость от зарубежного материала по сахарной свекле, подсолнечнику и ряду овощных культур. По итогам 2025 года доля семян отечественной селекции в российском АПК достигла 69,3 % (в 2022 году она составляла 60,3 %, в 2024-м – 67,6 %).

По мнению специалистов, для успешного и активного развития селекции и семеноводства необходимо увеличение объемов государственной поддержки и совершенствование форм ее предоставления, привлечение инвестиций и усиление участия регионов в селекционно-семеноводческой отрасли [3]. Так, с 1 января 2026 года вступают в силу важные изменения в системе господдержки:

1. Государство прекращает поддержку использования иностранных семян. Субсидии на приобретение элитных семян будут предоставляться исключительно для сортов отечественной селекции [7] (исключение – картофель и овощи).

2. Аграрии смогут получить компенсацию в размере 50-70 % от затрат на покупку и выращивание элитных семян российского производства.

3. На программу поддержки семеноводства в 2026 году запланировано около 10 млрд рублей [10].

Прогресс в обеспечении независимости в области семеноводства был достигнут благодаря тому, что:

• к началу 2026 года уровень обеспеченности семенами отечественной селекции по базовым культурам приблизился к 70 %;

• только в 2025 году в госреестр было добавлено 47 новых сортов российской селекции [9];

• в настоящее время государство продолжает политику сокращения импорта семян из недружественных стран, стимулируя переход аграриев на российские аналоги.

Сегодня аграрный сектор России входит в эпоху стремительной цифровой модернизации [5]. Первая реакция отрасли на обязательное внедрение ФГИС «Семеноводство» ожидаемо стала стадией острого отрицания, когда любой новый инструмент воспринимается как дополнительная нагрузка вместо помощи. Тем не менее, дискуссии о целесообразности системы завершены, ФГИС «Семеноводство» закреплена законодательно и стала обязательной реальностью для всех участников рынка.

Для добросовестного производителя ФГИС «Семеноводство» выступает как механизм защиты. Система обеспечивает прослеживаемость «цифрового следа» каждой партии – от участка селекции до конечного потребителя – и это препятствует практике продажи обычного товарного зерна под видом элиты, что наносит существенный

ущерб урожайности и экономике сельскохозяйственных предприятий. Сегодня зерно не признаётся семенным материалом, пока не зафиксировано в системе; этот факт встречает наибольшее сопротивление у тех, кто привык работать в «серой» зоне, придумывая различные оправдания, якобы подтверждённые их личной практикой, что по сути напоминает мошенничество.

Несмотря на волну критики, подходы НСА остаются взвешенными и стратегически выверенными: ФГИС – объективная необходимость, которая требует системной работы над ее оптимизацией.

Аграрная отрасль уже переживала сходные циклы цифровизации во время внедрения ФГИС «Зерно», ФГИС «Цербер» и ФГИС «Меркурий». Каждый раз звучали прогнозы коллапса рынка, но со временем эти платформы стали привычными инструментами, защищающими как легальных производителей, так и потребителей. ФГИС «Семеноводство» идёт по тому же маршруту, хотя, безусловно, хотелось бы, чтобы внедрение было более выверенным и спокойным.

Путь к принятию этой реальности непростой: потребуется активная работа государственных структур по совершенствованию цифровой инфраструктуры и программного обеспечения, а бизнесу придется перестроить мышление. Именно такое совместное усилие разных сторон позволит превратить ФГИС «Семеноводство» из источника противоречий в прочную базу, на которой будет строиться будущее отечественного АПК.

Можно сказать, что, в 2026 году цифровизация стала ключевым инструментом достижения технологического суверенитета в семеноводстве России. Основной упор сделан на прозрачность рынка и ускорение селекционных процессов через внедрение единых цифровых платформ.

Основные достижения и инструменты в области цифровизации семеноводческой отрасли России:

– по состоянию на февраль 2026 года ФГИС «Семеноводство» обеспечивает учет каждой партии семян на всей территории РФ. Платформа позволяет отслеживать путь семян от селекции до товарного посева, исключая оборот некачественного и контрафактного материала:

– с 1 марта 2026 года вводится в промышленную эксплуатацию обновленная Единая цифровая платформа АПК, объединяющая информационные ресурсы Минсельхоза для оперативного управления отраслью;

– в начале 2026 года успешно завершен первый этап разработки платформы предиктивной селекции на базе ИИ (РГАУ-МСХА), что позволяет в разы быстрее создавать сорта с заданными характеристиками;

– по поручению президента уровень цифровизации сельского хозяйства в целом должен составить 50%, что напрямую влияет на эффективность внедрения новых отечественных сортов.

Основные тренды развития отечественной селекции и семеноводства в настоящее время сводятся к следующему:

1. Модернизация материально-технической базы и внедрение биотехнологий. Активное использование молекулярно-генетических методов, генной инженерии и биоинформатики для ускорения селекционных процессов.

2. Повышение финансирования и создание госпрограмм поддержки через целевые программы, гранты и инновационные фонды для привлечения инвестиций в селекцию.

3. Укрепление связей науки и сельхозпроизводства. Формирование партнерств между НИИ, университетами и агропредприятиями для практического апробирования новых сортов и пород.

4. Оптимизация нормативно-правовой базы. Снижение административных барьеров, упрощение процедур регистрации и охраны интеллектуальной собственности.

5. Образовательные инициативы и мотивация кадров. Создание привлекательных условий труда, повышение престижа профессии селекционера, поддержка молодых ученых через стипендии и гранты.

6. Цифровая трансформация отрасли требует активного привлечения как бюджетных, так и внебюджетных инвестиций в компании АПК.

Для обеспечения устойчивого развития отечественной селекции необходимо комплексное решение проблем, интеграция современных технологий и государственная поддержка, что позволит повысить качество и конкурентоспособность селекционной продукции на внутреннем и мировом рынках [8].

Развитие селекции в стране позволит идти в ногу с целями продовольственной доктрины РФ. А внедрение новых технологий в отрасль позволит нам значительно сократить сроки выведения новых сортов и гибридов. И как следствие из этого, планомерно и без серьезного ущерба для отрасли, выйти из сложившейся ситуации.

Список использованной литературы

1. Даева Т. В. Импортозамещение на рынке семян сельскохозяйственных культур: проблемы и направления их решения / Т. В. Даева, А. Г. Досова, Е. Г. Мещерякова, С. Б. Макыш // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации. Волгоградский ГАУ, 2024. С. 43-50.

2. Криничная Е. П. Современное состояние отрасли селекции и семеноводства в России: ключевые проблемы и направления их решения // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 4. С. 245-265.

3. Кусаинова А. Б. Развитие селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в рамках ЕАЭС // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 2. С. 121-127.

4. Максимова Е. Семена государственной важности. К 2030 году Россия должна закрыть отечественной продукцией 75% от потребности для сева. https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/38227-na-puti-k-klimaticheskoy-neytralnosti-v-strane-budet-organizovana-shirokaya-set-karbonovykh-poligono/

5. Менеджмент бережливого производства в условиях цифровой трансформации / А. Г. Досова, А. А. Карпова, Т. В. Даева, С. Ю. Шалдохина // Естественно-гуманитарные исследования. 2025. № 6 (62). С. 1110-1116.

6. Полухин А. А. Тенденции развития селекции и семеноводства в России в условиях реализации политики импортозамещения на ресурсных рынках // Вестник аграрной науки. 2020. № 4 (85). С. 118-129.

7. О введении временного количественного ограничения на ввоз отдельных видов семян сельскохозяйственных растений: постановление Правительства РФ от 27 января 2024 г. № 72.
https://storage.consultant.ru/ondb/attachments/202401/31/Postanovlenie_publikacia_s7Z.pdf

8. Развитие селекции и семеноводства: исследование рынка и концепция Б1. https://b1.ru/analytics/seed-production-industry-b1-vision/

9. Россия наращивает производство отечественных семян в ответ на импортозамещение. https://vestnikapk.ru/articles/news/rossiya-narashchivaet-proizvodstvo-otechestvennykh-semyan-v-otvet-na-importozameshchenie/

10. Селекция и семеноводство стали одними из самых поддерживаемых направлений в российском АПК. https://mcx.gov.ru/press-service/news/selektsiya-i-semenovodstvo-stali-odnimi-iz-samykh-podderzhivaemykh-napravleniy-v-rossiyskom-apk/

УДК 005.93:338.43

ОПЕРАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГРОПРОИЗВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Досова А. Г., *к. э. н., доцент*
Карпова А. А., *к. э. н., доцент*
Даева Т. В., *к. с.-х. н., доцент*
Керимова У.К., *д. э. н., профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия
Казахский национальный аграрный университет
г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация. Рассмотрены основные направления применения дронов, проведен анализ их влияния на ключевые показатели производственной деятельности, а также выявлены организационно-правовые барьеры, сдерживающие их внедрение. На основе обобщения научных источников и эмпирических данных автором предлагается классификация эффектов от внедрения БПЛА и формулируются практические рекомендации по интеграции беспилотных систем в контур управления аграрным предприятием. Сделан вывод о том, что БПЛА трансформируются из вспомогательного инструмента мониторинга в неотъемлемый элемент системы управления, обеспечивающий рост производительности и устойчивость агропроизводства.

Ключевые слова: *операционный менеджмент, беспилотные летательные аппараты, БПЛА, эффективность агропроизводства, цифровая трансформация, точное земледелие.*

Современное сельское хозяйство функционирует в условиях жесткой конкуренции, дефицита трудовых ресурсов и возрастающих требований к экологичности производства. В этой парадигме операционный менеджмент, как система управления производственными процессами, требует внедрения принципиально новых подходов, основанных на цифровизации и автоматизации. Ключевую роль в этом процессе играют беспилотные летательные аппараты, которые кардинально меняют методы сбора, обработки информации и воздействия на объекты производства [1].

Актуальность темы обусловлена стремительным ростом мирового и российского рынка агродронов. Согласно данным, в 2024 году доля БПЛА в авиахимических работах в России достигла 35,1 %, а мировой рынок прогнозируемо вырастет с 7,9 млрд долларов в 2022 году до 48,8 млрд к 2032 году. Несмотря на очевидный технологический прогресс, существует разрыв между потенциальными возможностями дронов и их фактической интеграцией в системы операционного управления предприятиями. Проблема заключается в отсутствии системного понимания того, как применение БПЛА трансформирует операционные процессы, а также в наличии правовых и организационных барьеров [2].

Цель данной статьи – проанализировать влияние применения беспилотных технологий на операционный менеджмент в агропроизводстве и определить пути повышения эффективности деятельности сельскохозяйственных предприятий за счет их интеграции.

Теоретической и методологической базой исследования послужили научные труды отечественных авторов в области цифровизации сельского хозяйства, применения беспилотных технологий и операционного менеджмента. В работе использованы методы системного анализа, синтеза, обобщения, сравнительного анализа и логико-структурного подхода. Информационную базу составили данные из научных статей, нормативно-правовые акты, а также эмпирические данные о внедрении БПЛА в различных регионах России [3].

Внедрение беспилотных технологий оказывает комплексное воздействие на все уровни операционного менеджмента: планирование, организацию, мотивацию и контроль. Традиционные методы управления, основанные на визуальном осмотре полей и усредненных нормах внесения удобрений, уступают место высокоточным системам, работающим с пространственно-временными данными. Это позволяет перейти от реактивного управления (реагирование на уже возникшую проблему) к проактивному (предупреждение проблем на основе ранней диагностики) [4].

Как отмечают исследователи, БПЛА обеспечивают переход к концепции «умного» сельского хозяйства, где управление осуществляется не на основе интуитивных решений, а на базе объективных данных. Это кардинально меняет содержание труда агронома и операционные цепочки. Например, аэрофотосъемка с построением цифровых карт полей (NDVI, VARI) позволяет создавать электронные карты заданий для дифференцированного внесения удобрений и средств защиты растений (СЗР). Таким образом, операция «управление плодородием» из усредненной превращается в высоколокализованную [5].

В таблице 1 представлена трансформация ключевых операционных задач при внедрении БПЛА.

Таблица 1 – Сравнение традиционных и цифровых (с применением БПЛА) операционных процессов в растениеводстве

Операционная задача	Традиционный подход	Подход с применением БПЛА	Эффект для операционного менеджмента
Мониторинг полей	Визуальный осмотр, выборочные пешие обходы (1 раз в 1-2 недели)	Спектральный анализ всего поля в реальном времени (ежедневно /еженедельно)	Сокращение времени диагностики до 70%, выявление проблем на ранних стадиях
Внесение удобрений/ СЗР	Сплошное внесение по единой норме	Дифференцированное (точечное) внесение на основе электронных карт	Экономия ресурсов до 30%, снижение пестицидной нагрузки на почву
Инвентаризация земель	Ручные обмеры, работа с устаревшими бумажными картами	Аэрофотосъемка, фотограмметрия, создание и обновление цифровых кадастров	Повышение точности учета угодий до 90%, выявление неиспользуемых земель
Оценка ущерба от ЧС	Экспертная оценка "на глаз", длительный сбор документов	Объективная фиксация с воздуха, точная оценка пострадавших площадей	Сокращение сроков экспертизы, объективизация данных для страховых компаний

Применение БПЛА позволяет достичь целого комплекса эффектов, которые можно классифицировать на три группы: экономические, производственные и управленческие [6].

Экономические эффекты выражаются в прямой экономии ресурсов. Точечное внесение агрохимикатов сокращает их расход на 20-30 %. Снижаются затраты на ГСМ за счет оптимизации маршрутов и

исключения холостых проездов тяжелой техники. Кроме того, снижаются трудозатраты, так как один оператор дрона может заменить бригаду полевых агрономов [3].

Производственные эффекты связаны с ростом урожайности и качества продукции. Благодаря своевременному выявлению очагов заболеваний и дефицита питательных веществ, потери урожая сокращаются на 4-15%. Это особенно важно в условиях роста частоты экстремальных погодных явлений, когда оперативная реакция имеет решающее значение [4].

Управленческие эффекты являются, пожалуй, наиболее значимыми для операционного менеджмента. Интеграция БПЛА с геоинформационными системами (ГИС) и IoT-платформами формирует единое информационное пространство. Это повышает прозрачность и контролируемость всех операций, обеспечивая руководство предприятия достоверными данными для принятия решений в режиме реального времени. Формируется «цифровая зрелость» предприятия, когда до 50 % операций переводится в цифровой формат.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение БПЛА в операционные процессы сталкивается с рядом серьезных препятствий. Анализ научной литературы и правоприменительной практики [5, 6] позволяет выделить следующие группы барьеров [7]:

Правовые и регуляторные барьеры: основная проблема заключается в несовершенстве и противоречивости нормативной базы. Как отмечает Владимиров И.А. с соавторами, существует терминологическая путаница (БВС, БПЛА, БЛА) в разных подзаконных актах. Сложность получения разрешений на полеты, необходимость согласований с множеством инстанций (включая ФСБ и Минобороны для аэрофотосъемки) и региональные запреты на полеты в 2022-2023 годах создают высокие транзакционные издержки и фактически блокируют оперативное использование дронов.

Организационные барьеры: отсутствие в штате квалифицированных операторов и аналитиков, способных не просто управлять дроном, но и интерпретировать полученные данные (спектральные снимки, карты NDVI). Низкий уровень цифровизации многих хозяйств не позволяет интегрировать данные с БПЛА в существующие ERP-системы.

Технологические и инфраструктурные барьеры: высокая стоимость профессионального оборудования, ограниченное время автономной полета, зависимость от погодных условий, а также отсутствие развитой сети сервисного обслуживания в удаленных регионах [8].

Для преодоления этих барьеров необходим комплексный подход:

Совершенствование законодательства: унификация терминологии, упрощение процедур получения разрешений для сельхозпроизводителей, создание экспериментальных правовых режимов («регуляторных песочниц») для отработки новых технологий, как предлагается в Стратегии развития беспилотной авиации до 2030 года.

Развитие кадрового потенциала: внедрение программ подготовки операторов БПЛА и специалистов по точному земледелию в аграрных вузах и колледжах, система повышения квалификации для действующих агрономов.

Государственная поддержка: субсидирование части затрат на приобретение БПЛА и программного обеспечения для малых и средних хозяйств, развитие лизинговых программ.

На наш взгляд, ключевым условием реализации потенциала БПЛА является не просто их приобретение, а глубокая интеграция в общую систему операционного менеджмента предприятия. Это означает, что данные с дронов должны стать основой для:

Краткосрочного планирования: корректировка графиков внесения удобрений и полива на основе актуальных данных о вегетации.

Среднесрочного планирования: уточнение севооборотов, планирование мелиоративных мероприятий на основе анализа рельефа и состояния почв.

Контроллинга: создание объективной системы KPI для оценки эффективности работы агрономической службы и подрядных организаций.

Эффективным механизмом может стать создание на предприятии единого Центра управления полетами и анализа данных, который аккумулирует информацию со всех беспилотных систем и интегрирует ее с метеоданными и данными от наземных датчиков [9].

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что беспилотные летательные аппараты являются не просто технологическим новшеством, а стратегическим ресурсом, трансформирующим операционный менеджмент в агропроизводстве. Они обеспечивают переход к высокоточному управлению, основанному на объективных и своевременных данных, что ведет к росту экономической эффективности, повышению урожайности и экологической устойчивости [10].

Однако для полной реализации потенциала БПЛА необходимо решение системных проблем: совершенствование правового поля, развитие кадровой и сервисной инфраструктуры, а также методическая поддержка процессов интеграции дронов в существующие системы управления на предприятиях. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку экономических моделей оценки эффективности инвестиций в беспилотные технологии и создание отраслевых стандартов их применения.

Список использованной литературы

1. Менеджмент бережливого производства в условиях цифровой трансформации / А. Г. Досова, А. А. Карпова, Т. В. Даева, С. Ю. Шалдохина // Естественно-гуманитарные исследования. 2025. № 6 (62). С. 1110-1116.

2. Особенности и тенденции развития логистической инфраструктуры в российском сельском хозяйстве / О. Г. Зубова, А. А. Карпова, А. Г. Досова, Т. В. Даева // Вестник Университета Российской академии образования. 2020. № 4. С. 60-71.

3. Особенности и тенденции развития российского рынка овощей защищенного грунта / О. Г. Зубова, А. А. Карпова, Т. В. Даева, А. Г. Досова // Бизнес. Образование. Право. 2020. № 2 (51). С. 84-88.

4. Попова Л. В., Досова А. Г. Воспроизводство машинно-тракторного парка в сельском хозяйстве Волгоградской области: проблемы и тенденции // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 3 (47). С. 274-281.

5. Попова Л. В., Досова А. Г. Совершенствование системы государственной поддержки обновления технического потенциала сельского хозяйства // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 2 (42). С. 297-302.

6. Проблемы логистического менеджмента в агропромышленном комплексе / Л. В. Попова, Т. А. Дугина, А. А. Карпова, А. Г. Досова // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2020. № 3 (265). С. 56-64.

7. Риск-менеджмент в управлении рекультивацией нарушенных земель / А. Г. Досова, А. А. Карпова, М. П. Мещеряков, Т. В. Даева // Естественно-гуманитарные исследования. 2025. № 6 (62). С. 1116-1122.

8. Управление воспроизводством сельскохозяйственной техники в АПК России: анализ структурных дисбалансов и технологической трансформации / Л. В. Попова, А. Г. Досова, А. А. Карпова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2025. Т. 20. № 3 (79). С. 113-120.

9. Управление конкурентоспособностью аграрных предприятий в условиях импортозамещения / Л. В. Попова, А. Г. Досова, О. М. Земскова, М. Ф. Серебрякова // Вестник Академии знаний. 2022. № 53 (6). С. 217-221.

10. Управление рекультивацией нарушенных земель: цифровая трансформация и региональные особенности / А. Г. Досова, А. А. Карпова, М. П. Мещеряков [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 8. С. 291-298.

УДК 657.1:338.43

ВНУТРИФИРМЕННЫЙ СТАНДАРТ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА В РЫНОЧНЫХ СУБЪЕКТАХ АПК: ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Егорова Е. М., *д. э. н., профессор*
Чернованова Н. В., *к. э. н., доцент*
Ягупова Е. В., *к. э. н., доцент*
Пронин А. А., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена структурная и содержательная основа внутрифирменного «Стандарта управленческого учета (Ведение. Руководство. Требования)», раскрывающая его современные методологические, методические и организационные аспекты. Формирование стандарта, как важного организационно-управленческого документа, развивает организационно-методическое обеспечение управленческого учета в рыночных субъектах АПК, основанное на современных подходах, методах и технологиях.

Ключевые слова: *управленческий учет, организация управленческого учета, внутрифирменный стандарт управленческого учета, субъектно-объектная основа управленческого учета, методы управленческого учета.*

Современная сложная и турбулентная среда, обусловленная обострением военно-политической и, как следствие, социально-экономической ситуации затрудняет достижение целей построения информационной/цифровой экономики и предъявляет особые требования к уровню учетно-информационного обеспечения управления инновационным развитием экономических субъектов АПК [8].

Управленческий учет в организациях АПК пока не сформировался в динамическую область практического опыта, но необходимость в нем возросла многократно, т.к. именно управленческий учет способен обеспечить гибкостью, адаптивность менеджмента к новым условиям внешней среды и внедрение современных организационно-экономических форм и способов хозяйствования.

Организация управленческого учета должна исходить из целей управления конкретным хозяйствующим субъектом и служить средством для достижения успеха в бизнесе. На его постановку, несомненно, влияют стандарты, инструкции, методические рекомендации, предоставляющие потенциальную возможность их применения.

Во внешней нормативно-законодательной базе нет документов обязательного государственного регулирования управленческого учета, как в случае с финансовым учетом. И, действительно, невозможно предусмотреть особенности организационной структуры, цели функционирования, специфику информационных потребностей менеджмента в одном документе, поэтому организация управленческого учета носит очень специальный характер и является инициативой и внутренним делом каждого экономического субъекта АПК [1].

Следует отметить, что отраслевые методические материалы по организации управленческого учета также отсутствуют.

В самом общем виде организация управленческого учета включает три составляющие: методологическую, определяющую принципы, способы и объекты управления; организационную, определяющую субъекты управления, разработку, оптимизацию и выбор учетной политики и всех документов внутренней регламентации управленческого учета; технологическую, включающую в себя первичное наблюдение, измерение и регистрацию фактов хозяйственной жизни, ведение аналитического и синтетического учета (обработка, группировка, систематизация первичных данных), определение технических средств, необходимых для функционирования системы управленческого учет [5, 6].

Процесс организации управленческого учета в рыночных субъектах АПК достаточно сложен, поскольку он является составной частью системы управления. Поэтому в основу его организации должен быть положен анализ конкретных информационных потребностей. Исходя из этого, определяются процедуры учета, алгоритмы обработки данных, структурные связи и ступенчатость элементов бухгалтерского учета, способы и формы обобщения и представления информации, периодичность ее получения [4, 9].

На наш взгляд, в качестве одного из важных организационно-управленческих документов, регламентирующих методологические и организационные аспекты управленческого учета в рыночных субъектах АПК, может выступать внутрифирменный «Стандарт управленческого учета (Ведение. Руководство. Требования)».

Рассмотрим структурные элементы и содержательную основу стандарта:

1. Общие положения (определяет основы осуществления деятельности по управленческому учету, устанавливает особенности формирования информации управленческого учета, цели и назначение ее использования. Стандарт исходит из реализации системного подхода и основывается на практическом применении процессного стратегического и сбалансированного подхода в управлении хозяйствующим субъектом);

2. Область применения (стандарт имеет внутриорганизационный характер, действует в отношении объектов и субъектов управленческого учета, применяется в соответствии с организационной структурой. Действие стандарта не распространяется на объекты и субъекты бухгалтерского (финансового), налогового, статистического и др. видов учета);

3. Понятия и определения (приводятся определения используемых понятий: управленческий учет; структура управленческого учета (система сбалансированных показателей, бюджетирование, внутренний контроль, классификация и учет затрат, калькулирование себестоимости продукции (услуг, работ), учет по бизнес-процессам и центрам ответственности (ЦО), управленческая отчетность и управленческий анализ); ведение управленческого учета; продукт ведения управленческого учета (информация, полученная в результате осуществления управленческого учета, систематизированная и структурированная определенным на бумажных носителях и (или) в электронном виде); процедура управленческого учета (последовательность действий по наблюдению, идентификации, измерению, накоплению, анализу, подготовке, интерпретации и передаче информации, обусловленная оперативными, тактическими и стратегическими целями экономического субъекта); инструменты управленческого учета; метод управленческого учета;

4. Содержание:

4.1. Цель и задачи ведения управленческого учета (цель состоит в создании информационного обеспечения процессов планирования, контроля и принятия управленческих решений, для достижения стратегических, тактических, оперативных целей на основе фактических, нормативных и прогнозных показателей функционирования организации, его бизнес-процессов, подразделений, сотрудников, а также показателей внешней среды. Задачи ведения управленческого учета заключаются в: формировании информации о ресурсах, затратах, результативности и эффективности основных, обеспечивающих, управленческих бизнес-процессов, подпроцессов и функций в рамках этих бизнес-процессов; создании единого учетно-информационного поля с целью обеспечения взаимосвязи между стратегической, тактической и оперативной деятельностью, стратегическим, тактическим и оперативным управлением и др.);

4.2. Субъекты управленческого учета и требования, предъявляемые к ним (субъектами управленческого учета являются профессиональные исполнители (сотрудники служб учетно-аналитического и финансово-экономического профиля, сотрудники управленческой бухгалтерии и др.), обладающие достаточной профессиональной квалификацией для выполнения процедур управленческого учета, владеющие техникой, методами (методиками) и инструментами его ведения. Субъекты управленческого учета должны отвечать следующим требованиям: иметь высшее экономическое (желательно профильное – бухгалтерское) образование; обладать достаточными высокими практическими навыками учетно-аналитической (в необходимых случаях – контрольно-прогностической и финансово-экономической) работы; на профессиональном уровне владеть специфическими методами управленческого учета (в т. ч. стратегическими); обладать знаниями в области этапов процесса принятия управленческих решений и потребностей разных уровней управления и контроля; разделять ценности и стратегические цели организации и неукоснительно соблюдать нормы организационной культуры и этики, в т. ч. профессиональной; обладать профессиональными навыками и умением осуществлять ведение управленческого учета в автоматизированной информационной среде и др.) [2];

4.3. Основные направления ведения управленческого учета (направлениями ведения управленческого учета в вузе являются: формирование системы сбалансированных показателей стратегического развития, в разрезе его бизнес-процессов, структурных подразделений и сотрудников, по основным сферам деятельности; формирование информации (плановой, нормативной, фактической, прогностической) о затратах, для контроля и управления ими, и определения себестоимости основных бизнес-процессов, производимых продуктов

(работ, услуг); формирование информации о затратах, выручке, финансовых и нефинансовых результатах, инвестициях по экономическому субъекту в целом, по бизнес-процессам, (подпроцессам – цепочке создания потребительской ценности) и центрам ответственности; разработка критериев и оценочных показателей деятельности по организации в целом и центрам ответственности; аналитическое оценивание и разработка практических рекомендаций по результатам сравнения ожидаемых (бюджетируемых) и фактических значений показателей; организация управленческого учета по бизнес-процессам, подпроцессам, функциям; формирование системы управленческих отчетов (внутренней управленческой отчетности) [7];

4.4. Основные процессы, обеспечивающие ведение управленческого учета (процесс идентификации (определение, классификация и оценка хозяйственных операций для последующего отражения соответствующей информации в системе управленческого учета), процесс измерения (представление информации о хозяйственных операциях и иных экономически значимых событиях в количественном и качественном выражении), процесс накопления (упорядоченное и последовательное отражение и классификацию хозяйственных операций в учетных регистрах), процесс анализа информации (предусматривает определение совокупности пользователей и задач для реализации аналитической (оценочной) деятельности, выявление ее взаимосвязи с другими экономически значимыми событиями), процессы подготовки и интерпретации информации (согласование прогнозируемых и фактических учетных данных, подготовка по ним аналитических заключений);

4.5. Основные элементы, обеспечивающие ведение управленческого учета (соответствуют важнейшим функциям управления и включают ключевые элементы (сбалансированная система показателей, стратегическое бюджетирование, ориентированное на результат, внутренний контроль, учет затрат и калькулирование себестоимости продукции (услуг, работ), учет по бизнес-процессам, подпроцессам, функциям, центрам ответственности, управленческая отчетность и управленческий анализ);

4.6. Процедуры, инструменты и методы, используемые для ведения управленческого учета (процедуры подразделяются на: учетно-калькуляционные (научно-обоснованная классификация затрат, учет затрат, распределение затрат, калькулирование себестоимости бизнес-процессов, продуктов); аналитические (управленческие) (определяют информационное обеспечение оперативных и стратегических решений, формирование оценочных показателей, разработка форм управленческой отчетности); контрольные (функционально-стратегическое бюджетирование, ориентированное на результат, контроль бюджетов

и анализ отклонений); организационные (практическая организация, стандартизация, регламентация управленческого учета, разработка учетной политики по управленческому учету). Инструменты ведения управленческого учета подразделяются на учетно-калькуляционные (традиционные и инновационные калькуляционные системы, система счетов управленческого учета), аналитические (анализ безубыточности, маржинальный анализ, операционный анализ, релевантный анализ, ценообразование, в том числе трансфертное, инвестиционный анализ, стратегический анализ, анализ цепочки потребительской ценности продуктов, SWOT-анализ, функционально-стоимостный анализ, стратегическое ценообразование, сбалансированная система показателей), контрольные (основные бюджеты (бюджет доходов и расходов (БДР), бюджет капитальных затрат (БКЗ), бюджет движения денежных средств (БДДС)) и операционные бюджеты, жесткие и гибкие бюджеты, факторный анализ отклонений) и организационные (практическая разработка организационной структуры в качестве основы для ведения управленческого учета, Стандартов и Регламентов по управленческому учету, положений учетной политики по управленческому учету). Бухгалтерские и аналитические методы ведения управленческого учета [3];

4.7. Факторы, оказывающие влияние на ведение управленческого учета (особенности нормативно-правового регулирования деятельности рыночных субъектов АПК, уровень внутренней стандартизации и регламентации бизнес-процессов деятельности, масштабы и уровень диверсификации деятельности, тип и уровень организационной структуры и организационной культуры, состояние внутрифирменной системы стандартов по управленческому учету, тип и требуемый уровень детализации информации необходимый для принятия управленческих решений, уровень развития и состояние автоматизированных систем информационного обеспечения ведения управленческого учета и др.);

5. Пользователи продуктами ведения управленческого учета и их основные информационные потребности пользователями управленческой учетной информации являются: высший уровень управления (совет директоров, директор и т.п.) (нуждается в интегрированной внутренней отчетности о достижении поставленных целей и факторах на них влияющих, о фактических результатах функционирования структурных подразделений и бизнес-процессов и д.); владельцы бизнес-процессов и руководители структурных подразделений всех уровней (заинтересованы во внутренней управленческой отчетности, включающей значения ключевых показателей деятельности бизнес-процессов, подразделений на конкретный момент времени, результаты их аналитической обработки, нуждаются в информации планового

и прогнозного характера); специалисты бизнес-процессов и структурных подразделений (в пределах своей компетенции заинтересованы в информации о деятельности структурных единиц и процессов организации, прогнозе внешних и внутренних факторов, оказавших влияние на результаты их деятельности и деятельности экономического субъекта в целом); сотрудники (заинтересованы в информации о результативности деятельности компании в целом, о прогнозе ее социально-экономического развития, о кадровой стратегии, условиях труда и уровне его оплаты, о социальной политике); стейкхолдеры (заинтересованы в информации о качестве и результатах деятельности экономического субъекта, о его месте на продовольственном рынке, о его социально-культурно-общественной пользе, роли и значении) [3];

6. Внесение изменений (изменения в стандарт вносятся при уточнении понятий и/или расширении их перечня, существенном преобразовании условий деятельности, состоящем в возникновении новых процедур, инструментов и методов ведения управленческого учета, а также повлекших появление иных направлений ведения управленческого учета, уточнении требований к профессиональной компетенции субъектов управленческого учета;

7. Приложения.

8. Библиографические ссылки на нормативно-справочную информацию.

Таким образом, формирование внутрифирменного «Стандарта управленческого учета (Ведение. Руководство. Требования)» позволит создать действенную и эффективную систему управленческого учета в рыночных субъектах АПК, раскрывая его основные методологические, методические и организационные аспекты.

Список использованной литературы

1. Егорова Е. М., Балашова Н. Н. Развитие бухгалтерской информационной системы в условиях цифровизации экономики // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2022. С. 35-42.

2. Егорова Е. М. Многоцелевая система управленческого учета // 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. 19-25.

3. Егорова Е. М. Сбалансированная система показателей как основа учетно-информационной системы стратегического управления экономическим субъектом АПК // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Волгоградский ГАУ, 2019. Т. 5. С. 22-26.

4. Наумов М. Р. Учетно-информационные технологии на современном этапе развития цифровой экономики // Наука и молодежь: новые идеи и решения: материалы XVIII Международной научно-практической конференции молодых исследователей. Волгоград, 2025. С.110-112.

5. Подлужнов И. В. К вопросу о значении и содержании учетно-информационного обеспечения управления современными экономическими субъектами АПК // Актуальные исследования. 2024. № 30 (212). С. 72-76.

6. Пронин А. А. Управление бизнес-структурами АПК: учетно-информационный аспект // Цифровая экономика и новые возможности для бизнеса: сборник статей Ш Международной научно-практической конференции. Пенза, 2025. С. 75-78.

7. Сызранцев Г. В., Шуклецова В. Ю. Современные учетные технологии // Наука и молодежь: новые идеи и решения: материалы XVII Международной научно-практической конференции молодых исследователей. Волгоград, 2023. С. 33-35.

8. Чапко О. В. Развитие информационно-аналитического обеспечения управления деятельностью экономических субъектов в условиях цифровизации экономики // Приоритетные направления социально-гуманитарных и экономических исследований в современной науке: сборник научных статей по итогам национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 131-135.

9. Чернышкова В. И. Состояние и перспективы развития управленческого учета на малых предприятиях агропромышленного комплекса // Наука и молодежь: новые идеи и решения: материалы XVIII Международной научно-практической конференции молодых исследователей. Волгоград, 2025. С. 114-116.

УДК 338.24:338.43

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СУБЪЕКТОВ АПК

Егорова Е. М., *д. э. н., профессор*
Токарева Е. В., *к. э. н., доцент*
Варданян С. А., *к. э. н., доцент*
Пронин А. А., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены основные положения и сущностные характеристики концепции устойчивого развития и концепции бережливого производства. Выявлена тесная взаимосвязь, присущая им и заключающаяся в том, что достижению целей устойчивого развития способствуют инструменты и методы бережливого производства, ориентированные на обеспечение долгосрочной потребительской ценности производимого продукта при минимизации затрат ресурсов, устранении потерь, оптимизации производственных процессов и максимальной ориентации на потребности клиентов.

Ключевые слова: *устойчивое развитие АПК, бережливое производство, экономические субъекты АПК, минимизация затрат, оптимизация производственных процессов.*

Осуществляемое в нашей стране реформирование приводит к кардинальному изменению характера производства, экономических отношений и укладывается в глобальную концепцию устойчивого

развития, предпосылки которой обусловлены многочисленными и серьезными экологическими, социальными и экономическими проблемами, стоящими перед мировым сообществом [1].

Еще в 1987 г. Международная комиссия ООН опубликовала доклад «Наше общее будущее», в котором устойчивое развитие обозначено как развитие, способствующее удовлетворению потребностей настоящего и будущих поколения. С тех пор прошло достаточно много времени, в течение которого международные организации и национальные правительства фокусируют свое внимание на этой ключевой и глобальной проблеме современности, формулируя цели и задачи, разрабатывая стратегии и концепции, способствующие достижению баланса между экономическим развитием, решением экологических проблем и минимизацией ущерба экосистеме планеты.

Главная идея и принципы устойчивого развития, основанной на принципах справедливости и ответственности, нашли отражение в ESG-стратегии, ориентированной на достижение целей экологического, социально-экономического и управленческого аспектов деятельности, включающих в себя: сохранение и улучшение окружающей среды; социальную ответственность за благоприятные условия и достойную оплату труда сотрудников, благополучие и безопасность потребителей и социума; высокое качество управления, эффективность деятельности, забота о персонале, прозрачность отчетности и др. [2].

В Российской Федерации о концепции устойчивого развития заговорили еще в 1996г., после принятия Указа Президента № 440, обозначившего необходимость решения проблем экологической безопасности, различного рода задач в социально-экономической сфере при обеспечении сохранения факторов окружающей природной среды в целях рационального удовлетворения потребностей человечества. При этом, именно триединство (экономическая, экологическая, социальная составляющие) концепции обеспечивает системно-синергетический эффект устойчивого развития [7].

Указ Президента «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» в качестве условий достижения стратегических национальных целей указывает на необходимость решения ряда задач, направленных на создание комфортной и безопасной среды для увеличения рождаемости и ожидаемой продолжительности жизни, экологического благополучия и улучшения качества жизни, обеспечение технологического лидерства, устойчивой и динамичной экономики, цифровой трансформации [5].

Можно заключить, что устойчивое развитие – это модель взаимодействия между обществом, людьми, окружающей средой и экономическим субъектом как коммерческой структурой, которая следует положениям долгосрочного и стабильного развития. Управление организацией происходит в рамках этого консенсуса.

Таким образом, компании, взявшие на вооружение стратегию устойчивого развития на основе ESG-принципов, как квинтэссенции гуманного, цивилизованного и ответственного подхода к развитию экономики, человека и социума, устойчивость и долговечность своей бизнес-системы обеспечивают не только следованием экономическим законам построения бизнес-процессов и их финансовой результативности, но и всесторонним развитием людей, экологической и социальной ответственностью, как вклад в устойчивое развитие, социально-общественный капитал и природу [3;9].

ESG-стратегия привлекательна для бизнес-структур АПК, так как: формирует привлекательный образ для общественности, деловых партнеров, потребителей, покупателей, ценящих экологическую составляющую приобретаемого продукта т. д.; повышает конкурентоспособность для реальных и потенциальных инвесторов и кредиторов, которые заинтересованы в ответственном отношении бизнес-структур к экологии и социально-ориентированной политике; позволяет капитализировать бренд; позволяет функционировать в русле тренда социально-экономического преобразования страны, удовлетворяя экологические и социальные требования общества, рынка, государства; делает возможным получение преференций и снижения объемов налогообложения; цементирует организационную культуру и повышает уважение и доверие сотрудников [4; 8].

Исследуя подходы и инструментальную основу реализации экономическим субъектом АПК стратегии устойчивого развития, становится очевидным, что достижение ее целей находится в тесной связи и прямой зависимости от принятия и реализации концепции бережливого производства.

Бережливое производство (lean management) – это целая философия и концепция управления, основанная на стремлении к повышению качества работы за счет устранения всех видов потерь (потери из-за перепроизводства, потери времени из-за ожидания, потери при ненужной транспортировке, потери из-за лишних этапов обработки, потери из-за лишних запасов, потери из-за ненужных перемещений, потери из-за выпуска дефектной продукции и др. [7].

В основе этой концепции лежит непрерывный поиск методов постоянного развития для достижения эффективности и максимизации результатов. Она распространяется на все производственное предприятие, затрагивая каждый аспект его деятельности: проектирование, снабжение, производство, сбыт продукции и т. д.

Основателем концепции «бережливого производства» считается Тайити Оно, создававший производственную систему в Toyota в 1950-е годы и проводивший первые опыты по оптимизации производственного процесса [6].

Основные цели бережливого производства заключаются в минимизации рисков, избавлении от лишних расходов, сокращении времени на производство продукции, улучшении качества продукции, общем снижении затрат экономического субъекта. Их квинтэссенция заключается в уменьшении количества процессов, операций, действий производства в интересах прибыльности бизнеса и увеличения ценности продукта в глазах конечного потребителя.

Бережливое производство направлено на достижение максимальной ценности для потребителя при минимизации внутренних издержек в производственной системе. Базовые принципы, на которых основывается концепция бережливого производства представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные принципы бережливого производства

Важно отметить, что бережливое производство направлено на сохранение ценности при меньших затратах ресурсов и требует вовлечения каждого сотрудника в процессы оптимизации производственных процессов и максимальную ориентацию на потребности клиентов.

Бережливое производство оперирует определенным методическим инструментарием, направленным на устранение потерь и оптимизацию процессов. В качестве основных методов выступают: система 5S; метод Канбан; метод SMED; Кайдзен [7].

Бережливое производство само по себе неразрывно связано с экономикой, развитием сотрудников, защитой окружающей среды, энергоэффективностью, что вполне удовлетворяет принципам ESG и

укладывается в концепцию устойчивого развития. В частности, экономический и экологический аспекты устойчивого развития предполагают эффективное использование ресурсов, минимизацию отходов, энергосбережение и т.д. Очевидно, что достижению некоторых из заявленных целей устойчивого развития могут способствовать инструменты и методы бережливого производства и программ ресурсосбережения. Эта взаимосвязь можно проследить:

– внедрение методов бережливого производства помогает улучшить экологические показатели бизнеса, такие как использование энергии, образование твёрдых отходов, использование материалов и выбросы в атмосферу;

– корректировка существующих бизнес-процессов в соответствии с ESG-принципами позволяет экономическим субъектам эффективно концентрировать производственные ресурсы и минимизировать затраты;

– внедрение ESG-повестки в рамках концепции бережливого производства – это работа не только по повышению производительности, эффективности и минимизации потерь, но и по снижению рисков от последствий управленческих решений.

При этом единого подхода к ESG-трансформации нет – каждая организация определяет вектор развития самостоятельно.

Таким образом, концепция бережливого производства интегрируется в систему устойчивого развития и ESG-подхода, как важный элемент.

И если под ESG (environmental, social and corporate governance), как указано выше, понимается оценка бизнеса через влияние на окружающую среду, социальную сферу и работу в области корпоративного управления, то с помощью выстраивания процессов и практик, способствующих более разумному потреблению ресурсов и использованию инновационных продуктов, представляющих суть бережливого производства, ускоряется и улучшается процесс создания долгосрочной стоимости и конкурентные позиции экономического субъекта на рынке. Поэтому в последнее время произошел подъем двух отдельных, но потенциально трансформирующих сил для устойчивости бизнеса: ESG концепция и концепция бережливого производства.

Вместе, ESG и бережливое производство, интегрируют усилия в области устойчивого развития в бизнес-стратегию. Идентифицируя корпоративные риски и генерируя идеи новых продуктов, внедрения обеспечивают прибыльность и долгосрочную ценность для всех заинтересованных сторон.

На наш взгляд, устойчивое развитие современного экономического субъекта АПК – это механизм управления, опосредованный принципами выживаемости, гибкости, адаптируемости и непрерывности разви-

тия, обусловливающий формирование равновесности и сбалансированности системообразующих компонентов через поиск оптимального сочетания имеющегося потенциала (производственный, финансовый, организационный, технологический, маркетинговый, инновационный, социальный и т. д.), внешних и внутренних ограничений в условиях усложнения и глобализации экономических процессов.

Достижение целей устойчивого развития (ESG: environmental, social, governance) невозможно без реализации стратегии бережливого производства (lean management).

Список использованной литературы

1. Великанов А. М. Совершенствование учетно-информационного обеспечения управления развитием экономических субъектов АПК на основе ESG-стратеги // Материалы XXVIII региональной конференции молодых ученых и исследователей Волгоградской области. Волгоград, 2024. С. 235-242.
2. Егорова Е. М., Балашова Н. Н. Проблемы и предпосылки формирования отчетности экономических субъектов, реализующих концепцию устойчивого развития // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 434-441.
3. Егорова Е. М. Концепция устойчивого развития субъектов агробизнеса: учетно-аналитический аспект // Научное обоснование цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2023. С. 178-183.
4. Егорова Е. М. Концептуальный подход к формированию сбалансированной совокупности финансовых и нефинансовых показателей стратегического развития рыночных субъектов агропромышленной сферы // Научное обозрение: теория и практика. 2019. № 1. С. 89-97.
5. Бережливое производство: понятие, принципы, методы и опыт внедрения / А. В. Лихвойнен, А. В. Филиппович, В. И. Юхимец, В. С. Александрова, Е. В. Первухина // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2021. № 9-2. С. 154-159.
6. Лыскова И. Е. Внедрение моделей устойчивого развития и бережливого производства в систему экологической и социальной безопасности современной организации (на примере госкорпорации «Росатом») // Глобальная ядерная безопасность. 2019. № 4 (33). С. 85–95.
7. Назипов Ф. Н. Современные инструменты и принципы бережливого производства // Вестник науки: экономика и бизнес. 2020. № 1 (22). С. 180-186.
8. Пронин А. А. Управление бизнес-структурами АПК: учетно-информационный аспект // Цифровая экономика и новые возможности для бизнеса: сборник статей Ш Международной научно-практической конференции. Пенза, 2025. С. 75-78.
9. Organizational and methodological approaches to development of accounting policy for formation of integrated accounting of interrelated agricultural companies / N. N. Balashova, V. A. Melikhov, M. A. Ovchinnikov, E. M. Egorova, E. V. Tokareva // European Research Studies Journal. 2016. V. 19. № 2 Special Issue. Pp. 153-160.

УДК 338.1+316.4

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ В СФЕРЕ МОЛОДЁЖНОЙ ПОЛИТИКИ АПК: ВЕКТОРЫ ТРАНСФОРМАЦИИ В ЦИФРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Зверева Г. Н., *к. э. н., доцент*
Мартынова Д. Д., *консультант отдела финансирования в сфере образования, молодёжной политики и спорта*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ,
Комитет финансов Волгоградской области
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучены проблемы и перспективы стратегического управления в агропромышленном комплексе (АПК) в контексте молодёжной политики и цифровизации. Рассмотрены современные тренды, направленные на интеграцию молодых специалистов в сельское хозяйство и промышленность, подчёркивая необходимость формирования соответствующей информационной инфраструктуры и использования цифровых технологий. Освещены практические механизмы интеграции молодого поколения в цифровое пространство, такие как государственные проекты, поддержка малого предпринимательства и активизация регионального сотрудничества.

Ключевые слова: *стратегическое управление, молодёжная политика, цифровое пространство, проекты АПК.*

В контексте трансформационных процессов, происходящих в российском обществе, молодёжная политика приобретает стратегическое значение. Молодёжь, как ключевая социальная группа, одновременно является показателем текущих вызовов и субъектом формирования будущего страны. В связи с этим государство активизирует свою деятельность в области стратегического планирования, ресурсного обеспечения и управления процессами, направленными на развитие молодёжи [1].

Активизация государства в области стратегического планирования, ресурсного обеспечения и управления процессами связана с необходимостью развивать молодое поколение. Политика в это сфере объединяет усилия разных ведомств и структур, включая все уровни власти и институты гражданского общества. Как отмечает Ушакова М.В. «реализация государственных программ, требует эффективного участия всех уровней власти» [6]. Её цель – создавать условия для полноценного развития и самореализации молодёжи, обеспечивая стабильное социальное и экономическое развитие нашей страны.

Этот подход отражает понимание того, что молодые люди играют решающую роль в формировании будущих лидеров и творцов перемен, способствующих укреплению национального благополучия и международной конкурентоспособности России.

Эффективная реализация молодёжной политики невозможна без чёткого стратегического управления. Оно служит инструментом, позволяющим определить долговременные цели, рационально распределить имеющиеся ресурсы и организовать конструктивное взаимодействие между различными субъектами – органами власти, образовательными учреждениями и институтами гражданского общества. Такой подход обеспечивает системность и последовательность мероприятий, необходимых для качественного развития молодого поколения и укрепления российского общества в целом [3].

В 2024 году была утверждена Стратегия, направленная на развитие молодёжной политики в России до 2030 года [5]. Этот документ носит системный характер и устанавливает ключевые направления государственной деятельности в отношении молодых граждан. Стратегия подчёркивает важность действий на формирование единой, комплексной системы стратегического управления в молодёжной сфере. Эта система будет включать не только определённые цели и задачи, но и чёткие показатели результативности. В документе определены семь ключевых сфер деятельности: подкрепление фундаментальных российских духовных и моральных установок, развитие у молодого поколения установки на активное участие в жизни общества, рост профессионального потенциала и содействие в профессиональном выборе, создание возможностей для личностного роста, формирование благоприятной общественной атмосферы, усиление роли органов молодёжного самоуправления и внедрение современных цифровых инструментов. Каждое из этих направлений нуждается не только в идеологическом сопровождении, но и в фактической реализации действенных управленческих подходов, что составляет суть стратегического управления.

Молодёжная политика в агропромышленном комплексе (АПК) России направлена на привлечение молодёжи в отрасль, содействие повышению профессиональной квалификации, служебному росту и правовой и социальной защищенности молодёжи в интересах развития кадрового и интеллектуального потенциала отрасли [4].

В эпоху стремительных перемен и динамичной трансформации окружающего мира, где цифровизация и агропромышленный комплекс выступают ключевыми драйверами экономического развития, стратегическое управление в сфере молодёжной политики приобретает особую актуальность. В данном случае необходимо рассмотреть специфику адаптационных процессов и трансформационных стратегий, направленных на оптимизацию интеграционных механизмов между молодёжной политикой, цифровыми технологиями и АПК.

На сегодняшний день регулируют молодёжную политику в АПК РФ следующие документы:

Отраслевое соглашение по агропромышленному комплексу Российской Федерации на 2024-2026 годы. В главе 8 «Молодёжная политика» определены приоритетные направления совместной деятельности в области молодёжной политики в АПК.

Федеральный проект «Кадры в АПК» национального проекта «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности». Основная цель этого проекта – показать молодёжи, что работа в аграрной сфере – это современно и перспективно, здесь можно осваивать технологии будущего и строить стабильную карьеру.

Несмотря на наличие продуманных стратегических направлений имеющихся законодательных рамок, осуществляемая в России политика в отношении молодежи сталкивается с определенным трудностями, которые замедляют результативное применение методологии стратегического управления [2], в том числе и в АПК такие как:

Цифровой разрыв и недостаточная связность информационных платформ. В рамках данного исследования представляется целесообразным рассмотреть ключевые аспекты цифровой трансформации в контексте её воздействия на молодёжные инициативы и программы. Особое внимание следует уделить анализу влияния цифровых платформ и инструментов на формирование новых форм социальной активности и гражданской идентичности среди молодёжи.

Противоречия в ценностях и идеологии.

Недостаточное участие молодёжи в принятии управленческих решений.

Кадровая недостаточность и дефицит компетенций. АПК, являясь одной из системообразующих отраслей экономики, также претерпевает значительные изменения под воздействием цифровизации. В данном контексте стратегическое управление в сфере молодёжной политики должно учитывать специфику аграрного сектора, включая необходимость подготовки квалифицированных кадров, развитие инновационных технологий и формирование устойчивых моделей взаимодействия между молодёжью и предприятиями АПК.

Социально-экономические проблемы.

Проблемы с вовлечением молодёжи в общественные процессы. Переход к стратегическому управлению молодёжной политикой в Российской Федерации это важная необходимость, которая обусловлена изменениями в социальной структуре общества, усложнением управленческих задач и возрастанием требований к результативности государственной политики. Стратегия молодёжной политики до 2030 года создаёт устойчивую управленческую платформу, но её реализация встречается с вызовами, которые связаны с кадровыми, институциональными и цифровыми ограничениями.

Для увеличения результативности стратегического управления в молодёжной политике нужно:

– создать систему подготовки и квалифицированного формирования кадров в сфере молодёжной политики на федеральном и региональном уровнях;

– развивать молодёжное самоуправление как полноценный инструмент участия в стратегическом планировании и мониторинге;

– усилить электронную интеграцию информационных платформ с возможностями оборотной связи и анализа потребности молодёжи;

– обеспечить региональную сбалансированность через гибкое ресурсное и методическое сопровождение;

– строить стратегические методы с учётом ценностной диверсификации молодёжной среды, в том числе вовлечение молодёжи в факторы приспособлению и коррекции менеджерских решений.

Министерство сельского хозяйства и Волгоградский регион активно принимают меры, для привлечения молодёжи в АПК. Одной из эффективных – это создание агротехнологических классов в школах. ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ – один из первых аграрных вузов в стране, который начал развивать раннее аграрное образование. В агроклассах школьники углублённо проводят лабораторные исследования, знакомятся с современной сельхозтехникой, занимаются проектированием.

Также разрабатываются программы стажировок и практик в агропромышленном комплексе, активно развивается сотрудничество с университетами и колледжами для создания специализированных курсов.

Предоставляются социальные гарантии такие как доступное жильё, медицинское обслуживание, и программы поддержки молодых специалистов.

Проводятся мероприятия и фестивали, посвящённые агропромышленному комплексу, позволяющих молодёжи ближе познакомиться с отраслью. В Волгограде примером может служить молодёжный фестиваль #ТриЧетыре, получивший статус международного.

Особо отметим роль наставничества для молодёжи, которая помогает передать знания и опыт, а также создавать атмосферу поддержки и сотрудничества.

Объединяющей цифровой платформой, направленной на работу с молодёжью в АПК, по словам министра сельского хозяйства РФ, стала цифровая платформа «Я в Агро», разработанная Россельхозбанком. На электронной площадке школьники и студенты получают информацию о вакансиях и карьерных возможностях в сельском хозяйстве.

Кроме того, для повышения привлекательности сельского образа жизни Минсельхоз реализует несколько всероссийских проектов:

«Агровектор» – формат онлайн-встреч, которые посвящены различным сферам агрономии, животноводства, инженерии, ИТ, почвоведения и агрохимии. Студенты презентуют свои проекты учёным ведущих российских аграрных вузов и экспертам из компаний АПК.

Федеральная образовательная программа «Агростартап» – развитие предпринимательского потенциала сельской молодёжи посредством практико-ориентированного обучения и содействия в привлечении инвестиций для реализации бизнес-идей в агропромышленном секторе.

Марафон «Земля спорта», который направлен на популяризацию здорового образа жизни среди сельчан.

Всероссийский конкурс «Я в Агро», объединяющий молодых людей из малых территорий, школьников, студентов и молодых специалистов, работающих и обучающихся в сфере агропромышленного комплекса.

Особую значимость приобретают общественныеинициативы направленные на привлечение молодёжи в АПК:

Российский Союз Молодёжи реализует проекты, направленные на работу с молодёжью в сфере агропромышленного комплекса, например, Всероссийский конкурс «Я в Агро».

Российский союз сельской молодёжи создает возможности для самореализации молодёжи на селе, в том числе в агропромышленном комплексе. В 2023 году Союз совместно с Росмолодёжью запустил программу подготовки команд молодых специалистов для реализации социальных проектов «Кадры для села».

Проект «Агронаставники» – инициатива, направленная на поддержку молодых специалистов на селе, – формирование реестра наставников из числа фермеров, руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий.

Таким образом, стратегическое управление в сфере молодёжной политики в условиях цифровизации и развития АПК требует комплексного подхода, включающего анализ текущих тенденций, разработку инновационных стратегий и механизмов их реализации. Только при условии глубокого понимания специфики данных процессов можно обеспечить эффективное управление и достижение поставленных целей в области молодёжной политики.

Список использованной литературы

1. Государственная молодежная политика стратегии развития и повседневные практики в настоящем и будущем: материалы просветит. конф. Новосибирс: СибАГС, 2024. 118 с. https://znanium.ru/catalog/product/2215270

2. Кибанов А. Я., Ловчева М. В., Лукьянова Т. В. Реализация молодежной политики в Российской Федерации: монография. Москва: ИНФРА-М, 2026. 149 с.

3. Переверзев М. П. Менеджмент в молодежной политике: учебное пособие. Москва: ИНФРА-М, 2024. 238 с.

4. Спрос на агрономов вырос на 35%: как привлечь молодеть в современное село. https://chr.plus.rbc.ru/partners/6936abf97a8aa92a9af835

5. Стратегия реализации молодёжной политики в Российской Федерации на период до 2030 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 17 августа 2024 г. https://www.consultant.ru/law/hotdocs/86206.html?ysclid=mlbbl745vg402911136

6. Ушакова М. В. Роль государственных и муниципальных органов в реализации молодёжной политики в Российской Федерации // Юридический мир. 2026. № 2. С. 43-46.

УДК 338.43:004.9

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АПК РЕГИОНА: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Иванов В. В., *заместитель*
Губернатора Волгоградской области
Балашова Н. Н., *д. э. н., профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования «цифровой зрелости» АПК региона. Разработаны анкеты для проведения опроса субъектов агробизнеса, обобщены результаты исследования, разработан новый инструмент «цифровая технологическая карта». Предложена модель цифровой агроэкосистемы АПК

Ключевые слова: *цифровая трансформация АПК, цифровизация АПК, цифровая зрелость, цифровые технологические карты.*

На сегодняшний день вектор технологического развития сельского хозяйства определяется экономическими и экологическими вызовами. Существует запрос на оптимизацию и повышение производительности агропромышленных процессов за счет процессов цифровой трансформации АПК Волгоградской области [2, 3].

В рамках проведенного исследования разработана методика оценки (мониторинга) «цифровой зрелости» АПК региона, которая включала 5 этапов [1, 4].

На подготовительном этапе была сформирована анкета, созданы электронные таблицы, интегрированные с онлайн-формой анкеты; осуществлялось согласование с органами исполнительной власти области и муниципальных районов, контроль за процессами.

Выборка данных формировалась по трем блокам:

– по размеру (крупные, средние, мелкие и микропредприятия):

– по специализации (растениеводство, животноводство, рыболовство, овощеводство, сельхозпереработка);

– по организационно-правовым формам организации (агропромышленные предприятия, акционерные общества, ИП (КФХ), общества с ограниченной ответственностью, сельскохозяйственные артели).

Улучшать координацию между участниками аграрного рынка, повышать прозрачность цепочек поставок и сбыта продукции, усиливать контроль качества и безопасности сельскохозяйственной продукции призваны государственные информационные системы.

Опрос показал, что данные информационные системы применяются в работе наших респондентов.

В настоящее время свыше 70 % из всех опрошенных микро, малых, средних и крупных предприятий применяют в своей работе Федеральные государственные информационные системы: «Зерно», «Сатурн», «Семеноводство», «О землях сельскохозяйственного назначения». ФГИС «Цербер» и «Хорриот» находят меньшее применение от 0,3 % до 30,8 %.

Цифровизация требует наличия современных компьютерных, информационных и телекоммуникационных ресурсов.

В результате нашего опроса выяснилось, что лишь 41 % из общего числа опрашиваемых предприятий регулярно обновляют компьютерную технику. Наиболее популярными платформами аналитики данных и принятия решений стали «История поля» (ее используют 32 предприятия из 539 опрошенных), «ГЕО-план» (30 предприятий), «Агросигнал» (28 предприятий).

Интернет-ресурсы сегодня открывают новые возможности как для сбыта продукции, так и для ее производства. Почти треть опрошенных предприятий уже использует Интернет для закупки технического оборудования, почти половина – для продвижения продукции. В производственных процессах цифровые технологии представлены, как правило, автоматическим и весоизмерительным оборудованием (его имеет 15 % опрошенных предприятий) системы точного земледелия (12 %), датчики температуры и влажности (11 %) и многие другие.

В опрашиваемых организациях сосредоточено более 4,5 тысяч тракторов и комбайнов, около 5 тысяч сельскохозяйственных машин, 967 навигационных систем для сельхозтехники. Опрошенные нами предприятия использует различные технологии в растениеводстве («ноу тилл» – нулевую, mini-till – минимальную, с использованием паров, без использования паров и пр.).

Ряд опрошенных предприятий отмечали, что применяют в своей деятельности элементы точного растениеводства. Чаще всего это: определение границ полей с использованием спутниковых систем навигации (20 %), параллельное вождение (15 %), спутниковый мониторинг транспортных средств (16 %) и дифференцированное опрыскивание сорняков (13 %).

Точное животноводство включает: электронную базу производственного процесса, мониторинг состояния здоровья, мониторинг качества продукции животноводства и роботизацию основных технологических процессов.

Из 539 опрошенных организаций, в четырех хозяйствах применяют «Умный склад», 8 хозяйств используют «Умное поле», 2 хозяйства применяют «Умное стадо». Крупные организации используют «в своей деятельности «Умный агрофис».

Анализ показывает рост внедрения специализированного программного обеспечения, такого как ExactFarming (Экзактфарминг) и GIS WebServerAGRO (Веб-сервер GIS Agro), особенно в крупных хозяйствах. Руководители крупных организаций отметили высокое значение применения в производственной деятельности RFID-технологии (ЭРФИАЙДИ-технологии) и цифровых платформ.

Проведенное анкетирование демонстрирует недостаточно высокий уровень цифровизации в региональном АПК, с доминированием операционной системы Windows и 1С среди используемых систем. Большое значение в производственной деятельности крупных организаций имеют такие информационные технологии, как: геоинформационные системы и центр обработки данных. Для средних организаций среднее значение имеют облачные сервисы. Для микропредприятий большие данные имеют среднее значение в производственной деятельности. Высокое значение в производственной деятельности крупных организаций имеют автоматизированные линии, технологии ИИ и «Цифровой двойник». Положительным моментом по результатам исследования стало решение большинства руководителей опрошенных хозяйств о намерении внедрить в управление бизнес-процессами вышеназванные комплексные цифровые агрорешения в ближайшее время.

Респонденты отметили финансовые затруднения и невозможность инвестирования в данное направление развития. Вторым сдерживающим фактором все опрошенные респонденты определяют отсутствие специалистов по цифровым технологиям, третий сдерживающий фактор выделяют в основном респонденты малых форм хозяйствования это недостаток информации о цифровых технологиях.

Руководители крупных организаций считают, что для развития цифровизации в хозяйстве необходимо увеличение субсидий и дотаций на сельскохозяйственную продукцию и упрощение правил предоставления кредитов и субсидий по ним. Руководители средних предприятий считают, что для развития цифровизации в хозяйстве необходимо помимо увеличения субсидий и дотаций на сельскохозяйственную продукцию еще и расширение возможностей и улучшение условий сбыта продукции.

Одним из основополагающих инструментов управления в сельском хозяйстве выступает цифровая технологическая карта, но к сожалению, у 80 % сельхозтоваропроизводителей технологические карты отсутствуют.

Современный рынок предлагает различные варианты программного обеспечения для составления цифровых техкарт в сельском хозяйстве. Однако их внедрение требует серьезных инвестиций и специ-

алистов с цифровыми компетенциями. Но как отметили наши опрашиваемые респонденты не все предприятия имеют возможность и готовы тратить средства на такого рода цифровизацию.

Результаты исследования показали, что применение оцифрованных технологических карт в Excel-формате позволяет провести в полном объеме организационно-экономическое обоснование производства основных сельскохозяйственных культур, дать оценку агротехнологическим мероприятиям, потребности в технике, потребности в рабочей силе, а самое главное является эффективным инструментом управления затратами и, соответственно, повышения эффективности производства продукции.

Таким образом, Волгоградская область осуществляет Переход на Excel-уровень оцифрованной технологической карты, который двигает весь производственный процесс, связывает данные и управляет действиями, первый шаг к формированию современной экономической культуры агробизнеса в реалиях цифровой эры.

Цифровые технологические карты служат основой для внедрения в агробизнес-процессы принципов бережливого производства, которые в свою очередь являются ключевым драйвером повышения эффективности хозяйственной деятельности в рамках реализации федерального проекта «Производительность труда».

В результате проведенного мониторинга оценки цифровой зрелости сельхозтоваропроизводителей и для успешной цифровой трансформации АПК региона предложена модель цифровой агроэкосистемы, которая включает элементную структуру и контуры цифровизации (маркетплейсы, государственные и частные информационные системы, сервисы поддержки агробизнеса, экосистемы банков и контрагентов), онлайн-площадки, инновационно-образовательные медиаплатформы аграрных ВУЗов.

Целью цифровой агроэкосистемы АПК становится повышение конкурентоспособности производителей сельскохозяйственной продукции посредством обеспечения эффективной интеграции цифровых решений, а также кооперации ключевых участников на платформах (в том числе на субплатформах), объединенных единой информационной средой.

Центральным (звеном) участником агроэкосистемы выступает сельхозтоваропроизводитель с высокоэффективными цифровыми инструментами управления внутрихозяйственными бизнес-процессами.

Обобщая результаты проведенного исследования, хотелось бы отметить, основным стратегическим направлением цифровой трансформации агропромышленного комплекса должно стать поэтапное формиро-

вание модели цифровой агроэкосистемы региона, которая включает следующие этапы: создание центров управления цифровой трансформацией АПК, формирование единой цифровой платформа АПК региона, применение оцифрованных технологических карт в управлении бизнес-процессами, внедрение принципов бережливого производства, подготовка кадров, владеющих цифровыми компетенциями.

Таким образом, синергия цифровых инструментов и методологии бережливого производства трансформирует агропредприятия в высокотехнологичные производственные системы, способные достигать целевых показателей продовольственной безопасности и экономической эффективности, заданных в Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 года.

Список использованной литературы

1. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.

2. Иванов В. В. Состояние и пути развития цифровизации бизнес-процессов агропромышленного комплекса Волгоградской области // Экономика и предпринимательство. 2024. № 12 (173). С. 1404-1410.

3. Иванов В. В. Цифровизация сельского хозяйства России: условия и ограничения // Актуальные проблемы науки и техники, инноватика. Уфа, 2024. С. 134-140.

4. Иванов В. В. Цифровая трансформация аграрного сектора: отраслевые и аграрные особенности // Финансовый менеджмент. 2024. № 12. С. 264-272.

5. Клейнер Г. Б. Развитие экосистем в финансовом секторе России // Управленец. -2020. № 11(4). С. 2–15.

6. Концепция государственного регулирования цифровых платформ и экосистем. https://www.economy.gov.ru/material/departments/d31/koncepciya_gos_regulirovaniya_cifrovyh_platform_i_ekosistem

7. Коробейников Д. А. Модель цифровой экосистемы агропромышленного комплекса // Вестник университета. 2023. № 1. С. 83-91.

8. Лапидус Л. В. Цифровая экономика: управление электронным бизнесом и электронной коммерцией: учебник. Москва: ИНФРА-М, 2022. 479 с.

9. Нормативные документы и информационные сервисы в сфере цифровой трансформации агропромышленного комплекса России: инф. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. 136 с.

10. Перспективы цифровой трансформации сельского хозяйства: монография / М. А. Жукова, А. В. Улезько. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2021. 179 с.

УДК 338.48:004.9

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТУРИСТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Лахвицкая Л. В., *преподаватель*
Лахвицкий А. Н., *к. ф. н., преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучено современное состояние цифровизации туристических объектов Волгоградской области в контексте трансформации туристского спроса. Проанализированы действующие региональные и федеральные цифровые сервисы, используемые для продвижения туристских продуктов, выявлены ключевые ограничения их функционирования. Обоснована необходимость формирования единой цифровой туристской экосистемы региона, предложена концептуальная модель регионального туристического портала.

Ключевые слова: *цифровой туризм, туристская экосистема, региональный туризм, цифровые платформы, Волгоградская область.*

В условиях цифровизации социально-экономических процессов туристская отрасль претерпевает существенные изменения. Современный турист формирует представление о территории, выбирает направления и планирует маршрут преимущественно на основе цифровых источников информации. Отсутствие туристского объекта в цифровом пространстве в современном мире фактически снижает его потенциал для туристского выбора, независимо от его исторической, культурной или природной значимости.

Для регионов с высоким историко-культурным потенциалом цифровая представленность становится не вспомогательным, а стратегическим фактором развития туризма. Волгоградская область, обладая уникальным наследием, сталкивается с необходимостью системного переосмысления роли цифровых инструментов в формировании туристского продукта и продвижении территории [1].

Волгоград традиционно ассоциируется с объектами военно-исторического наследия, прежде всего с мемориальным комплексом на Мамаевом кургане, который выступает ключевым туристским магнитом региона. Вместе с тем устойчивое развитие туризма предполагает расширение туристского предложения за счёт культурных, этнографических, индустриальных, аграрных и рекреационных ресурсов области [2, с. 48].

Основная проблема заключается в фрагментарности цифрового представления туристских объектов региона. Информация рассредоточена по различным платформам, носит несистемный характер и, как прави-

ло, ориентирована на отдельные объекты или коммерческие продукты. Отсутствует единое цифровое пространство, способное представить Волгоградскую область как целостную туристскую территорию [3, 4].

В регионе уже реализованы отдельные успешные примеры цифровизации туристских и культурных объектов. Музей-панорама «Сталинградская битва» демонстрирует высокий уровень цифровой интеграции, включая онлайн-продажу билетов, использование мультимедийных и интерактивных форматов, активное присутствие в цифровой среде. Аналогичным образом функционируют мультимедийные исторические парки нового поколения, где экспозиции полностью основаны на цифровых технологиях [5].

В Волгограде также функционирует мультимедийный исторический парк «Россия – моя история», экспозиции которого полностью основаны на цифровых технологиях. Несмотря на высокий уровень цифровой реализации, данный объект выступает скорее, как универсальная культурно-образовательная площадка и не формирует самостоятельный туристский мотив для посещения региона [6].

Отдельного внимания заслуживают VR-проекты, ориентированные на виртуальное знакомство с достопримечательностями региона. Использование иммерсивных форматов позволяет расширить аудиторию, включая школьников и студентов, и способствует популяризации территории за пределами региона.

Интерес представляет так же официальный сайт администрации Волгограда (volgadmin.ru), в структуре которого представлена вкладка, посвящённая туризму. Данный раздел выполняет преимущественно информационную функцию и содержит сведения о ключевых достопримечательностях города, культурных объектах и памятных местах [4].

Несмотря на официальный статус ресурса, туристский раздел не обладает функциональностью полноценного цифрового туристического сервиса. Информация представлена в статичном формате, отсутствуют интерактивные маршруты, инструменты персонализированного планирования поездки, мультимедийный контент и интеграция с другими цифровыми платформами.

Таким образом, вкладка «Туризм» на официальном сайте администрации может рассматриваться как базовый информационный ресурс, однако её потенциал как инструмента цифрового продвижения территории остаётся реализованным лишь частично. Это подтверждает необходимость перехода от разрозненных информационных решений к формированию единой цифровой туристской экосистемы региона.

Наряду с региональными инициативами значительную роль играют федеральные цифровые платформы и агрегаторы туристских услуг. Однако их участие в продвижении Волгоградской области носит ограниченный и выборочный характер. Размещение туристских продуктов зависит от активности отдельных туроператоров и коммерческих усло-

вий, что не обеспечивает системного представления региона и его туристского потенциала. Для комплексного анализа цифровой представленности туристических объектов Волгоградской области в Таблице 1 проведена сравнительная оценка ключевых ресурсов и платформ [7].

Таблица 1 – Сравнительная оценка цифровых ресурсов и платформ туристической отрасли Волгоградской области

Объект / Платформа	Тип	Цифровой функционал	Ограничения / особенности
Музей-панорама «Сталинградская битва»	Музей	Онлайн-бронирование, мультимедиа, виртуальные экспозиции	Ориентирован на отдельный объект, ограниченная интеграция с другими экскурсиями
«Россия – моя история»	Исторический парк	Полностью цифровые экспозиции, интерактивные панели, мультимедиа	Пример цифрового формата, не привлекает туристов специально в Волгоград
Альтаирика VR	VR-продукты	Онлайн-бронирование, VR-туры, Immersive-фильмы, эффект «полёта»	Зависит от выездов команды, нет постоянной интеграции в региональный туризм
Sputnik8	Агрегатор экскурсий	Бронирование туров, отзывы	Коммерческая модель, ограниченная интеграция образовательного контента и стратегического позиционирования региона
RUSSPASS	Интеграционная платформа	Бронирование билетов и туров	Коммерческая модель, ограничена региональная специфика
Idemvmuzei.ru	Агрегатор музеев	Поиск экскурсий, информация о музеях	Ограниченный охват, нет комплексного продвижения
Yandex Travel	Мобильный агрегатор	Бронирование отелей	Не системная информация о регионе
Tripster	Мобильный агрегатор	Бронирование авторских экскурсий	Слабое представление региона; не формирует целостный туристический продукт
izi.TRAVEL	Аудиогиды	Аудиогиды, маршруты	Нет комплексного продукта региона
«Своё За городом»	Агротуризм	Размещение тур. предложений фермеров	Зависит от активности локальных организаторов, не системно интегрировано в туристическую стратегию региона
Раздел «Туризм» сайта администрации Волгограда	Официальный ресурс	Справочная информация об объектах	Справочный ресурс, не формирует маршруты, не учитывает стратегические задачи развития туризма

Проведённый анализ позволяет выделить ряд ключевых ограничений. Во-первых, большинство цифровых сервисов ориентированы на коммерческую реализацию отдельных экскурсионных продуктов, а не на формирование целостного образа территории. Во-вторых, отсутствует интеграция образовательного контента, что снижает познавательную ценность туристских маршрутов. В-третьих, цифровые платформы не учитывают региональную специфику и не связаны с долгосрочной стратегией развития туризма Волгоградской области.

Таким образом, существующая цифровая инфраструктура не выполняет функцию формирования осознанного туристского опыта и не способствует комплексному развитию регионального туризма.

В сложившихся условиях актуальной является разработка единого регионального туристического портала нового поколения. Его ключевая особенность заключается в отказе от модели классического маркетплейса в пользу формирования цифровой туристской экосистемы.

Основной целью такого портала является не продажа экскурсионных услуг, а формирование понимания региона, его истории, культуры и современного развития. Концептуально портал должен включать три взаимосвязанных функциональных контура [8, с. 258].

Образовательный контур предполагает создание цифровых маршрутов с историческим и культурным контекстом, мультимедийных материалов по ключевым объектам, а также разделов, ориентированных на школьные и студенческие группы. Важным элементом является цифровая реконструкция утраченных или частично сохранившихся объектов, позволяющая расширить нематериальный туристский ресурс региона.

Навигационно-аналитический контур включает единую интерактивную карту туристских, культурных, производственных и аграрных объектов, маршрутизацию по тематическим направлениям, а также календарь событий региона. Это обеспечивает прозрачность информации и облегчает планирование поездки.

Профессиональный (B2B) контур ориентирован на взаимодействие с туроператорами, учреждениями культуры, образования и предприятиями. Он может включать личные кабинеты, инструменты регистрации программ, сбор статистики посещаемости и интеграцию с мерами региональной поддержки.

Цифровизация туристских объектов Волгоградской области является необходимым условием устойчивого развития регионального туризма. Существующие цифровые ресурсы и платформы не обеспечивают комплексного представления туристского потенциала региона и требуют стратегического переосмысления.

Создание единой цифровой туристской экосистемы позволит объединить государственные структуры, бизнес, образовательные учреждения и туристов в едином информационном пространстве. Та-

кой подход меняет философию туризма, переводя его от модели разрозненного потребления услуг к модели осознанного знакомства с регионом. В перспективе это способствует повышению туристской привлекательности Волгоградской области и формированию её устойчивого цифрового образа.

Список использованной литературы

1. RUSSPASS. Планирование путешествий по России // RUSSPASS. – https://www.russpass.ru

2. Correia P. From Virtual to Reality: Enhancing Cultural Tourism through AI, VR, and the Metaverse // Proceedings of the 8th International Conference on Tourism Research. 2025. V. 8. No. 1. Pp. 47-55.

3. Lu Y., Mi G., Lu H., Wang Y. Immersive Technologies in Built Heritage Spaces: Understanding Tourists' Continuance Intention toward Sustainable AR and VR Applications at the Terracotta Warriors Museum // Buildings. 2025. V. 15. No. 19. https://www.mdpi.com/2075-5309/15/19/3481

4. Волгоградская область: туристский портал. https://volgadmin.ru

5. Музей-панорама «Сталинградская битва»: официальный сайт музея. https://www.stalingradbattle.ru/

6. Исторический парк «Россия – моя история»: официальный сайт. https://russia-mihistory.ru

7. Альтаирика: виртуальная энциклопедия. https://altairika.ru/volgograd

8. Казиева З. М., Токарева Е. В. Цифровизация музеев сельских территорий Волгоградской области как инструмент популяризации туризма // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2025. С. 257-261.

УДК 338.43:658.14/.17

ОРГАНИЗАЦИЯ И РАЗВИТИЕ ФИНАНСОВОГО КОНТРОЛЯ СУБЪЕКТОВ АПК В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Мелихов В. А., *к. э. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлены теоретические аспекты процесса цифровизации ведомственного контроля в АПК, определены практические рекомендации по финансовому контролю в условиях формирования единой цифровой платформы в АПК. Выявлены подходы к реализации контрольных процедур в условиях цифровизации.

Ключевые слова: *финансовый контроль, внутриведомственный государственный контроль, цифровизация АПК, организация контрольных мероприятий.*

Цифровизация ведомственного контроля – это процесс внедрения цифровых технологий в деятельность контрольных органов, включая процессы, процедуры, системы хранения и передачи информации, а также взаимодействие с гражданами и бизнесом [2].



Рисунок 1 – Система государственного финансового контроля

Цифровизация может проявляться в разных формах: от перевода бумажных документов в электронную форму до применения платформенных решений и электронных сервисов [1].

К целям цифровизации ведомственного контроля можно отнести:

– повышение эффективности и прозрачности контрольных механизмов через применение информационно-коммуникационных технологий;

– улучшение отслеживания соблюдения законодательных норм и правил;

– обеспечение оперативного реагирования на угрозы нарушений;

– сокращение издержек по организации контроля, например, за счёт автоматизации процессов;

– минимизация рутинной работы при первичной обработке и анализе данных, развитие инструментов глубокой аналитики [3].

Некоторые задачи цифровизации ведомственного контроля:

• Автоматизация рабочих процессов – повышение скорости оценки реальности угроз объектам контроля, подготовки и принятия решений.

• Использование данных из внешних источников – риски по каждой организации подтверждаются в автоматическом режиме из информационных систем, в том числе из внешних источников информации.

• Внедрение дистанционных проверок – например, использование мобильного приложения «Инспектор» для дистанционных проверок.

• Реализация сервиса самопроверок на базе реестра обязательных требований – перечень вопросов для самопроверки формируется на основании действующих правил и сопряжён с реестром.

• Использование интернета вещей – контролеру предоставляется доступ к системам контролируемого лица, его датчикам, с которых инспектор может снимать сведения, которые могут послужить индикаторами риска [4; 5].



Рисунок 2 – Схема организации государственного финансового контроля

При этом цифровизация не отменяет возможность использования традиционных способов осуществления контрольных полномочий, например, некоторые контрольные процедуры возможно реализовать только по непосредственному месту расположения объекта контроля.

В России цифровизация ведомственного контроля регулируется, например,

– Распоряжением Правительства РФ от 21.12.2023 № 3745-р (ред. от 17.06.2024) «Об утверждении Концепции совершенствования контрольной (надзорной) деятельности до 2026 года». В документе указаны направления цифровизации, например, развитие единого реестра видов контроля, реестра обязательных требований, государственной информационной системы «Типовое облачное решение по автоматизации контрольной (надзорной) деятельности».

– Ведомственными правовыми актами – например, распоряжениями МЧС России, МВД России, ФСИН России, которые закрепляют основы цифровой трансформации в деятельности органов.

Также мероприятия по внедрению цифровых технологий в процессы государственного управления проводятся в рамках федерального проекта «Цифровое государственное управление» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

Можно отметить примеры реализации цифровизации ведомственного контроля в России:

– Модернизация системы внутреннего государственного финансового контроля – Федеральное казначейство внедряет цифровые технологии, которые меняют подходы к контролю бюджетных потоков. Например, интеллектуальный мониторинг платежей и контрактных обязательств минимизирует риски нецелевого расходования бюджетных средств.

– Внедрение цифровых технологий в деятельность Счётной палаты РФ: например, интеграция с автоматизированной информационной системой «Единая проектная среда», что позволило систематизировать, хранить и обрабатывать информацию, поступающую от объектов контроля. Также разработан инструмент для повышения эффективности контроля в сфере закупок, позволяющий в автоматическом режиме выявлять нарушения в документации извещений.

– Реализация ведомственной программы цифровой трансформации: например, распоряжение МЧС России от 25 июля 2022 г. № 800 «Об утверждении Ведомственной программы цифровой трансформации МЧС России на 2022 г. и на плановый период 2023 и 2024 годов».

В агропромышленном комплексе продукты цифровизации ведомственного контроля – это цифровые системы и инструменты, которые автоматизируют процессы, повышают эффективность контрольной деятельности и обеспечивают прозрачность взаимодействия контролирующих органов с объектами контроля.

Такие продукты могут включать:

– Цифровые платформы для учёта жизненного цикла контрольного мероприятия и внутриведомственного взаимодействия.

– Цифровые двойники объектов контроля (паспорта объектов контроля), которые концентрируют данные из государственных информационных систем и иных ресурсов.

– Модули риск-анализа для автоматизированной оценки и ранжирования потенциальных объектов контроля по рискоёмкости.

– Инструменты для дистанционных проверок и мониторинга, например, мобильные приложения для дистанционных проверок «Инспектор».

– Сервисы для самопроверок на базе реестра обязательных требований, которые формируют перечень вопросов на основании действующих правил.

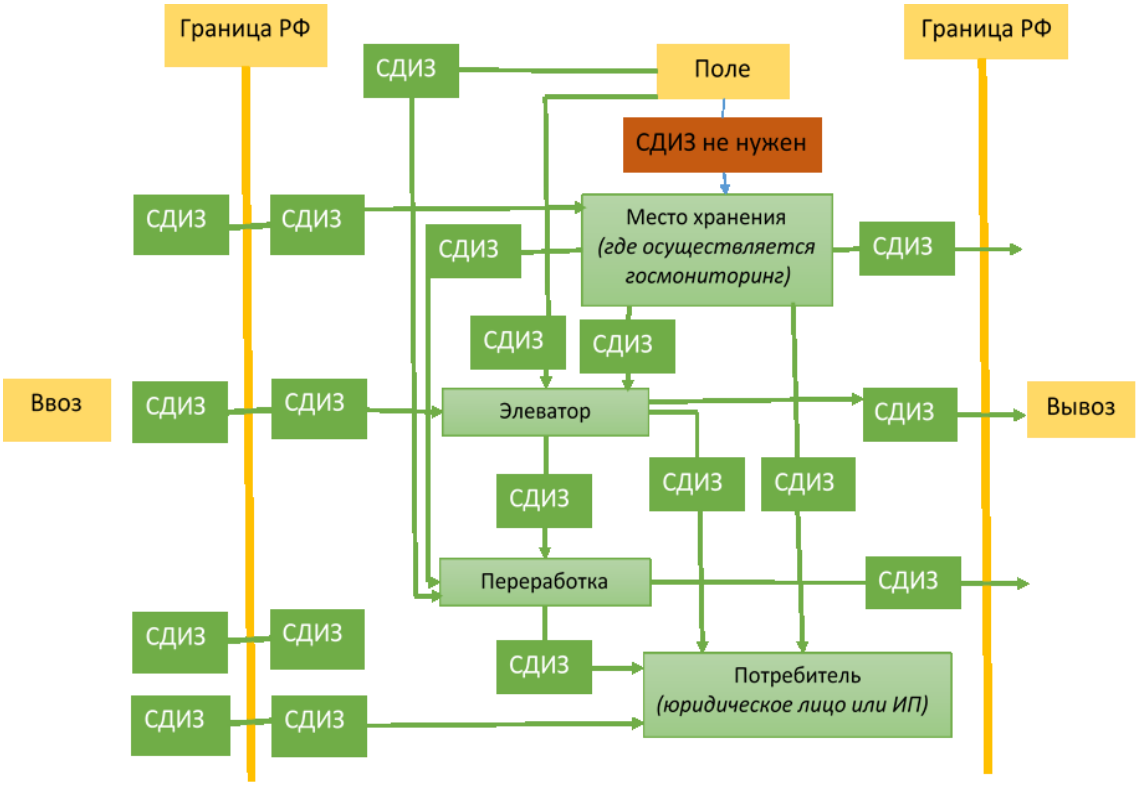


Рисунок 2 – Схема реализации контрольных процедур бизнес-процессов растениеводства с помощью ФГИС

Цифровизация ведомственного контроля не отменяет традиционные способы осуществления контрольных полномочий – некоторые процедуры можно реализовать только по месту расположения объекта контроля.

В России развиваются процессы по цифровизации ведомственного контроля в России:

– Цифровая платформа контроля в финансово-бюджетной сфере от Федерального казначейства. Включает элементы учёта жизненного цикла контрольного мероприятия, механизмы внутриведомственного взаимодействия, цифровой двойник объекта контроля и модуль риск-анализа.

– Инструмент для контроля в сфере закупок от Счётной палаты РФ, который в автоматическом режиме выявляет нарушения в документации извещений (информационные карты, технические задания).

• Решение по анализу бухгалтерских записей бюджетного учёта от Счётной палаты РФ, которое позволяет анализировать факты хозяйственной жизни объектов контроля.

• Подсистема «Административное производство» в ГИС «Типовое облачное решение по автоматизации контрольной деятельности» (ГИС ТОР КНД), которая позволяет вести полный цикл производства по делу об административном правонарушении в электронном виде.

• Сервис самообследования на базе реестра обязательных требований, который формирует перечень вопросов для самопроверки на основании действующих правил.

Модель цифровизации ведомственного контроля предполагает внедрение информационных технологий в деятельность контрольно-надзорных органов, включая процессы, процедуры, системы хранения и передачи информации, а также взаимодействие с гражданами и бизнесом. Цифровизация проводится «секторально» – по отдельным функциональным направлениям: сущностным характеристикам объекта контроля, воздействие на которые приводит к достижению целевых результатов контроля.

Некоторые элементы модели:

– Автоматизация рабочих процессов – замена отдельных элементов или этапов контрольно-надзорного воздействия на действия, осуществлённые автоматически (без участия должностного лица).

– Интеграция информационных систем – использование единых данных, например, данных из государственных информационных систем и иных информационных ресурсов.

– Внедрение цифровых инструментов – например, цифрового двойника объекта контроля, который концентрирует данные из государственных информационных систем, или модуля риск-анализа, позволяющего автоматизировать оценку и ранжирование потенциальных объектов контроля по рискоёмкости.

– Дистанционный контроль – например, проведение проверок без контакта с проверяемым объектом.

– Метод наблюдения – постоянная оценка цифрового двойника объекта контроля без вмешательства в его деятельность, при этом в случае возникновения признаков нарушений информация в виде предостережения оперативно направляется реальному объекту контроля.

– Повышение эффективности и прозрачности контрольных механизмов через применение информационно-коммуникационных технологий.

– Улучшение отслеживания соблюдения законодательных норм и правил.

– Оперативное реагирование на угрозы нарушений – например, автоматическая выдача предписания или предостережения о недопустимости нарушения требований закона на основе систем наблюдения.

– Снижение издержек – цифровизация позволяет автоматизировать процессы, сократить количество ошибок госслужащими под влиянием человеческого фактора.

В заключении можно отметить, что процесс цифровизации внутриведомственного контроля приведет к сокращению трудозатрат на планирование и управление мероприятиями с учётом загрузки инспекторского состава, к совершенствованию системы сбора, консолидации и представления данных из разрозненных информационных систем различной ведомственной и функциональной принадлежности, минимизации рутинной работы при первичной обработке и анализе данных, развитие инструментов глубокой аналитики, исключению дублирования в работе контрольных и надзорных органов, а также организации межведомственного взаимодействия – например, создание личных кабинетов для обмена информацией между ведомствами.

Некоторые методы и инструменты реализации цифровизации ведомственного контроля:

– использование искусственного интеллекта для анализа данных, выявления аномалий и несоответствий, а также для прогнозирования потенциальных рисков.

– применение интернета вещей – например, предоставление контролеру доступа к системам контролируемого лица, его датчикам, с которых инспектор может снимать сведения, которые могут послужить индикаторами риска.

– использование сервиса самопроверок на базе реестра обязательных требований – перечень вопросов для самопроверки формируется на основании действующих правил и сопряжён с реестром обязательных требований.

– внедрение дистанционных проверок – например, использование мобильного приложения «Инспектор», которое позволяет проводить проверки в дистанционном формате.

Список использованной литературы

1. Формирование и развитие механизма внутреннего контроля в целях рационального управления производственными бизнес-процессами в субъектах агробизнеса / Н. Н. Балашова, Т. А. Чекрыгина, А. С. Горбачева, В. В. Полторынкина // Экономика и предпринимательство. 2021. № 6 (131). С. 1309-1318.

2. Иванов В. В. Состояние и пути развития цифровизации бизнес-процессов агропромышленного комплекса Волгоградской области // Экономика и предпринимательство. 2024. № 12 (173). С. 1404-1410.

3. Иванов В. В. Цифровая трансформация аграрного сектора: отраслевые и аграрные особенности // Финансовый менеджмент. 2024. № 12. С. 264-272.

4. Поцелуев В. Г., Мелихов В. А. Определение объектов учета при создании инновационных продуктов и процессов для организации учетно-аналитической системы управления затратами на инновации на мясоперерабатывающих предприятиях // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2012. № 2. С. 215-218.

5. Об утверждении Концепции совершенствования контрольной (надзорной) деятельности до 2026 года: распоряжение Правительства РФ от 21.12.2023 №3745-р (ред. от 17.06.2024).

6. Balashova N. N. Developing the Metodology to Form Integrated Reporting of agroholdingsin the Russian Federation // Agris on-line Papers in Economics and Informatics. 2015. № 4. Pp. 19-29.

7. Deegan C. Twenty five years of social and environmental accounting research within Critical perspectives of Accounting: Hits, misses and ways forward // Critical perspectives on Accounting. 2017. № 43. Pp. 65-87.

8. Gray R., Brennan A., Malpas J. New accounts: Towards a reframing of social accounting // Accounting Forum. 2014. № 38 (4). Pp. 258-273.

9. Popova L. Daeva T., Dugina T., Melikhov V., Chekrygina T. Digital Innovation in Traditional Services of Credit Cooperative // Frontier Information Technology and Systems Research in Cooperative. Economics Part of the Studies in Systems, Decision and Control book series. 2020. V. 316. Pp. 477-485.

10. Vardanyan S. A., Balashova N. N., Khoruzhy V. I., et al. Modern digital technologies in accounting and internal audit in agricultural enterprises // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2022. V. 965. № 012060.

УДК 631.674.6:338.43:004.9

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ЦИФРОВИЗАЦИИ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ В ИНТЕНСИВНОМ РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Мещеряков М. П., *д. т. н., доцент*
Даева Т. В., *к. с-х. н., доцент*
Потапова М. Д., *преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлен комплексный анализ экономической эффективности внедрения цифровых технологий в системы капельного орошения. На основе авторской методики выполнен расчёт прямых и косвенных экономических эффектов, включая экономию ресурсов, прирост урожайности и снижение операционных затрат. Результаты подтвердили высокую рентабельность инвестиций в цифровизацию мелиоративных систем с периодом окупаемости от 2 до 4 лет в зависимости от культуры и масштаба внедрения. Предложены практические рекомендации для сельхозпроизводителей.

Ключевые слова: *цифровизация АПК, капельное орошение, точное земледелие, водосберегающие технологии растениеводства.*

Современный этап развития мелиорации характеризуется переходом от задач простого обеспечения влагой к созданию высокоточных технологических платформ управления продукционным процессом агроценозов [1, 5]. Капельное орошение, доказавшее свою эффективность с точки зрения равномерности распределения влаги и экономии водных ресурсов, сегодня переживает качественную трансформацию благодаря интеграции цифровых решений. Однако внедрение таких систем со-

пряжено со значительными капитальными вложениями, что обуславливает необходимость детального и доказательного экономического обоснования [2, 3]. Целью настоящего исследования является разработка методики и расчёт комплексного экономического эффекта от цифровизации системы капельного орошения на примере интенсивного производства овощных культур закрытого и открытого грунта.

В основу работы положены данные опытно-производственных испытаний, проведённых в период 2020-2023 гг. в хозяйствах Волгоградского региона на площадях, оборудованных системами капельного орошения с различной степенью автоматизации [3, 5].

Исследования проводились на двух моделях:

1. Базовая система – стандартная система капельного орошения с ручным или групповым программированием полива;

2. Цифровая система – система, оснащённая распределённой сетью почвенных влагосенсоров (тензиометры, TDR-датчики), метеостанцией, автоматическими клапанами с электроприводом и контроллером с алгоритмами принятия решений на основе динамических моделей водопотребления культур.

Для экономической оценки использовалась разработанная многофакторная модель, структура которой отражена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Блок-схема многофакторной модели оценки экономического эффекта цифровизации системы капельного орошения

Формула для расчёта интегрального годового экономического эффекта (Эг):

$$Э_Г = \left[\Sigma(\Delta R_i \cdot C_i) + \Sigma\left(\Delta P_j \cdot C_j\right)\right] - OPEX_d - A \cdot \Delta K + I, \quad (1)$$

где: ΔR_i – экономия i-го вида ресурса (вода, электроэнергия, труд, минеральные удобрения);

C_i – стоимость единицы i-го ресурса;

ΔP_j – прирост j-го продуктивного показателя (масса урожая, процент продукции высшего сорта);

C_j – стоимостная оценка единицы j-го показателя;
$OPEX_d$ – дополнительные ежегодные затраты на обслуживание цифровой системы (подписка на ПО, замена датчиков, интернет);
A – норма амортизации дополнительных капиталовложений (принята равной 0.333 для срока полезного использования цифрового комплекса 3 года, что соответствует темпу морального старения подобных технологий);
ΔK – дополнительные капитальные вложения в цифровизацию;
I – стоимостная оценка косвенных эффектов (для упрощения количественных расчётов в данной работе принята равной 15 % от суммы прямых эффектов на основании экспертных оценок).

Финансовый анализ инвестиционного проекта внедрения проводился с расчётом: чистого дисконтированного дохода (NPV) за 6 лет; внутренней нормы доходности (IRR) и дисконтированного срока окупаемости (DPP).

Норма дисконта (r) принята на уровне 12%, что соответствует средней стоимости капитала для сельскохозяйственных проектов в регионах исследования. В таблице 1 представлены агротехнические и экономические показатели капельного орошения томатов защищенного грунта, среднее за 3 года, на 1 га.

Таблица 1 – Сравнительные агротехнические и экономические показатели для томата защищённого грунта

Показатель	Вариант А (Контроль)	Вариант Б (Цифра)	Абсолютное отклонение	Относительное отклонение, %
1. Расходные показатели				
Поливная вода, м^3	4250	3650	-600	-14,1
Электроэнергия, кВт·ч	1280	1020	-260	-20,3
Трудозатраты на управление, чел-час	90	18	-72	-80,0
Минеральные удобрения (в д.в.), кг	850	780	-70	-8,2
2. Продукционные показатели				
Урожайность, т	147,5	165,0	+17,5	+11,9
Доля продукции I товарного сорта, %	68	85	+17 п.п.	-
Средняя цена реализации, руб/кг	54,0	58,5	+4,5	+8,3
3. Экономические показатели				
Выручка от реализации, тыс. руб.	7965,0	9652,5	+1687,5	+21,2
Затраты на ресурсы, тыс. руб.	623,8	497,1	-126,7	-20,3

Система прецизионного орошения позволила стабилизировать влажность в корнеобитаемом слое в оптимальном диапазоне для каждой культуры. Колебания были снижены с ±20-25 % (в контрольном варианте) до ±5-7 %. Это исключило периоды как водного дефицита, угнетающего фотосинтез, так и переувлажнения, провоцирующего развитие анаэробных процессов и корневых гнилей [4, 6].

Как видно из таблицы 1, экономия воды составила 14 %, что несколько ниже значений, часто декларируемых в рекламных материалах, но является технологически достоверным и устойчивым результатом. Более значимой оказалась экономия электроэнергии (20,3 %) за счёт оптимизации работы насосного оборудования и сокращения количества пусков [3, 5]. Наибольший относительный эффект достигнут в сокращении трудозатрат (-80 %), что позволяет перераспределить персонал на другие технологические операции.

Качественный скачок отмечен в продуктивности. Прирост урожайности томата на 11,9 % дополнен существенным улучшением товарного качества (рост выхода I сорта на 17 процентных пунктов), что позволило получить премиальную надбавку к цене. Суммарный рост выручки на гектар составил 21,2 %.

Дополнительные капитальные затраты (ΔK) на цифровизацию 1 гектара системы капельного орошения в условиях защищённого грунта составили в среднем 1 950 тыс. руб. Их структура: оборудование (сенсоры, клапаны, контроллеры) – 65 %, монтаж и пусконаладка – 20 %, лицензионное программное обеспечение – 15 %. Ежегодные операционные затраты ($OPEX_d$) оценены в 42 тыс. руб./га.

Отрицательное значение NPV, полученное в результате проведенных расчётов, объясняется высокой начальной стоимостью инвестиций и коротким расчётным периодом. Однако при увеличении горизонта планирования до 6 лет (с учётом последующей модернизации ПО и части датчиков, составляющей 30 % от ΔK) NPV становится положительным, что подтверждает долгосрочную эффективность проекта.

Важным косвенным эффектом, не поддающимся прямой денежной оценке, является снижение агрорисков: минимизация вероятности как локального переувлажнения (развитие корневых гнилей), так и дефицита влаги (снижение фотосинтетической активности) [3, 5]. Кроме того, система формирует цифровой след, повышающий прозрачность производства для инвесторов и потребителей, что в условиях ESG-трансформации экономики является дополнительным нематериальным активом предприятия.

Для комплексной оценки экономической эффективности цифровизации необходимо учитывать не только прямые, но и косвенные эффекты, а также сопутствующие риски (рисунок 2).

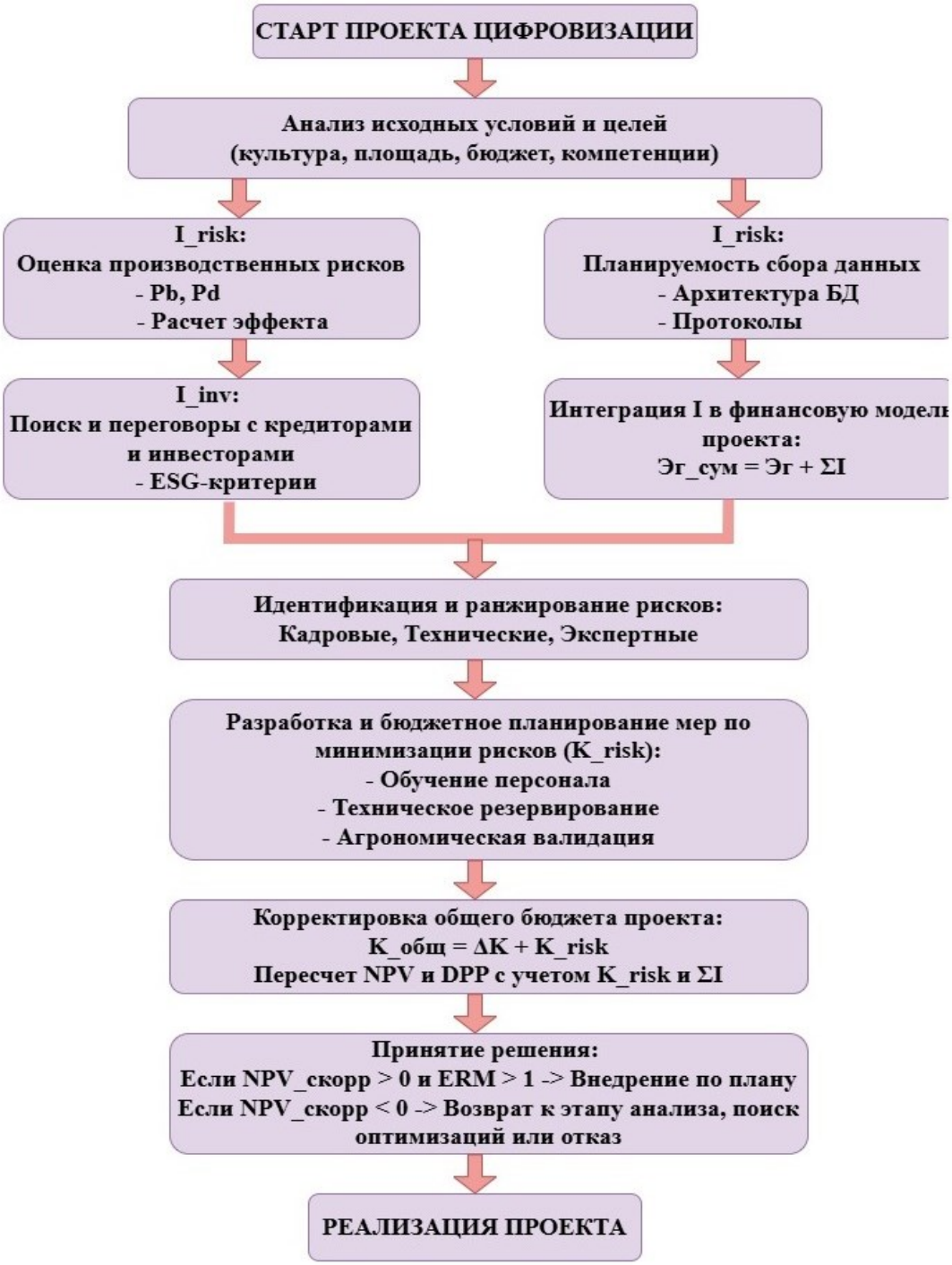


Рисунок 2 – Блок-схема управления косвенными эффектами и рисками

Представленная блок-схема позволяет структурировать процесс управления как дополнительными выгодами, так и рисками, переводя качественные оценки в плоскость практического планирования и принятия решений.

Их количественная оценка представляет методологическую сложность, однако применение экспертных методов и анализ аналогичных проектов позволяет провести корректную денежную оценку.

Наиболее весомый вклад вносит снижение производственных рисков (I_risk). Эффект от цифрового досье (I_data) носит накопительный характер и возрастает со временем. Затраты на минимизацию рисков (K_risk) являются неотъемлемой частью капитальных вложений и должны быть заложены в бюджет проекта. Их эффективность (ERM > 1) экономически обоснована.

Проведённое исследование доказало, что цифровизация систем капельного орошения является экономически оправданным и высокоэффективным направлением развития интенсивного растениеводства. Ключевым источником возврата инвестиций выступает существенный прирост стоимости валовой продукции (более 20 %), обеспечиваемый за счёт точного поддержания фитотехнических параметров.

Разработанная многофакторная модель позволяет комплексно оценить эффект, учитывая, как прямые статьи экономии, так и качественные изменения в продукции. Модель адаптируема под различные культуры и регионы.

Для успешной реализации подобных проектов необходима двухэтапная подготовка: сначала – формирование компетенций у инженерно-агрономической службы предприятия, затем – постепенное масштабирование пилотного решения на всю площадь. Критически важно рассматривать цифровую систему не как набор датчиков, а как целостный инструмент управления продукционным процессом, требующий интеграции в общую бизнес-логику хозяйства.

Список использованной литературы

1. Интегрированные управления водными ресурсами в сельском хозяйстве: монография / под ред. А. М. Григорьева, И. С. Запольской. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 456 с.

2. Evans R. G., Sadler E. J. Methods and technologies to improve efficiency of water use // Water Resources Research. 2008. V. 44.

3. Управление рекультивацией нарушенных земель: цифровая трансформация и региональные особенности / А. Г. Досова, А. А. Карпова, М. П. Мещеряков, Е. Г. Мещерякова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 8. С. 291-298.

4. Кужель А. А. Современное состояние и развитие ресурсосберегающего орошения в России // Материалы XXVIII региональной конференции молодых ученых и исследователей Волгоградской области. Волгоград, 2024. С. 345-347.

5. Мещеряков М. П. Экономика замкнутого цикла в сельском хозяйстве: роль рекультивации в снижении экологических издержек // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 278-284.

6. Шумаков Б. Б., Лысенко В. П. Автоматизация поливов: от механизации к интеллектуальным системам. М.: КолосС, 2019. 312 с.

7. Pereira L. S., Cordery I., Iacovides I. Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving // Agricultural Water Management. 2012. V. 108. Pp. 39-51.

УДК 631.674:658.14

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ В МЕЛИОРАЦИИ

Мещеряков М. П., *д. т. н., профессор*
Досова А. Г., *к. э. н., доцент*
Мещерякова Е. Г., *старший преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Обобщен многолетний опыт оценки эффективности цифровых решений, внедряемых в условиях реальных мелиоративных систем юга России. Предложен методический подход для такого анализа.

Ключевые слова: *экономическая эффективность цифровизации мелиорации, дефицит водных ресурсов, цифровизация мелиорации.*

Введение современных цифровых технологий в управление мелиоративными комплексами представляет собой не просто модернезацию, а стратегическую трансформацию всего подхода к управлению водными и земельными ресурсами [1, 4]. Экономическая целесообразность подобного перехода, часто декларируемая на интуитивном уровне, требует строгого количественного обоснования, учитывающего специфику мелиорации как капиталоемкой, инерционной и климатически зависимой отрасли [2, 5].

Ключевое отличие цифровых инструментов от традиционных средств автоматизации заключается в создании замкнутого цикла «мониторинг – анализ – решение – воздействие». Речь идет о комплексном использовании распределенных сетей датчиков влажности почвы (тензиометры, нейтронные зонды, емкостные сенсоры), метеостанций, дистанционного зондирования Земли, совмещенных с геоинформационными системами (ГИС) и адаптивными моделями расчета водного баланса [3, 7]. Важнейшим компонентом становятся программные платформы, позволяющие не только визуализировать данные, но и осуществлять прогнозное моделирование дефицита влаги и оптимального времени полива для каждого конкретного участка, контура или даже растения.

С экономической точки зрения, данные технологии трансформируют переменные издержки и минимизируют риски. Основные статьи экономии формируются за счет: резкого сокращения затрат на электроэнергию или дизельное топливо для насосных станций (до 30-40 %) благодаря оптимизации графиков полива и давлений в сети; экономии водных ресурсов (15-25 %) при сохранении или повышении урожайности; снижения трудовых затрат на обходы и ручное управ-

ление (до 50-60 %) [5, 7]. Однако первоначальный тезис об эффективности требует коррекции: максимальный экономический эффект достижим не при простой замене оборудования, а при глубинном перепроектировании бизнес-процессов хозяйства. Стоимость жизненного цикла оборудования – это сумма всех затрат на: приобретение, монтаж, эксплуатацию, электроэнергию, обслуживание, утилизацию [3, 6, 8]. На рисунке 1 представлены три основные статьи затрат в течение 10 лет эксплуатации насосных систем на мелиорируемых землях Нижнего Поволжья.

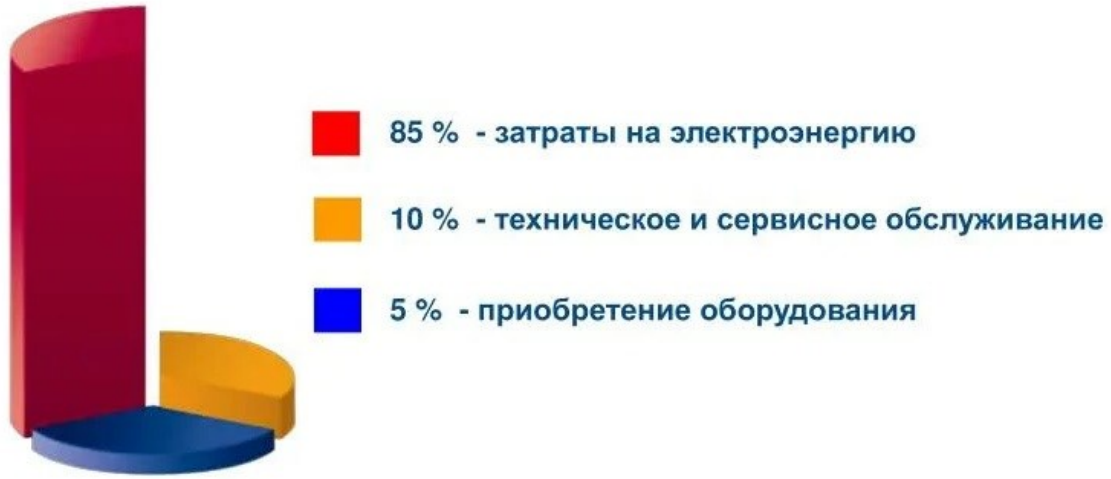


Рисунок 1 – Аудит насосных систем на мелиорируемых землях Нижнего Поволжья

В отличие от отраслей с коротким производственным циклом, оценка в мелиорации должна учитывать долгосрочные агроэкологические последствия [5]. Предлагаемая методика включает следующие основные блоки:

1. Прямые капитальные и операционные затраты. Это стоимость сенсорного оборудования, телекоммуникационной инфраструктуры, лицензий на ПО, монтажа и настройки. Сюда же относятся ежегодные затраты на обслуживание, связь, обновление ПО. Одним из значимых моментов считается необходимость расчета амортизации по разным группам активов (от 3 лет для электроники до 10-15 лет для модернизированной насосной инфраструктуры).

2. Прямая экономия от оптимизации ресурсов. Расчет ведется по следующей формуле:

$$\Delta P = (P_{БАЗ} - P_{ЦИФР}) \cdot Ц\,, \quad (1)$$

где: Р – объем потребляемых ресурсов (вода, энергия);
Ц – цена потребляемых ресурсов (вода, энергия);
$P_{БАЗ}$ – базовый уровень потребления;
$P_{ЦИФР}$ – цифровой уровень потребления.

3. Экономия за счет повышения урожайности и качества продукции. Цифровое управление, минимизируя стресс растений от водного дефицита или переувлажнения, обеспечивает не только прибавку урожая (в среднем 10-20 %), но и его стабильность. Экономический эффект оценивается как:

$$\Delta У = (У_{ЦИФР} - У_{БАЗ}) \cdot S \cdot Ц_{РЕАЛ}\ , \qquad (2)$$

где: S – площадь;
$Ц_{РЕАЛ}$ – цена реализации.

Риск данного блока – вклад других агротехнических факторов, требующий выделения «мелиоративной составляющей» через полевые опыты.

4. Снижение стоимости владения активами и риск-менеджмент. Этот блок часто упускается. Цифровые системы мониторинга состояния гидротехнических сооружений, трубопроводов и оборудования позволяют перейти от планово-предупредительного к фактическому ремонту, сокращая затраты на обслуживание на 15-25 %. Кроме того, системы прогнозирования засух и суровых погодных условий позволяют финансово хеджировать риски, снижая потенциальные убытки.

5. Оценка социально-экологического эффекта. Хотя напрямую не конвертируется в деньги, снижение водозабора способствует выполнению природоохранных нормативов, избеганию штрафов и формированию положительного имиджа предприятия, что в долгосрочной перспективе влияет на стоимость бизнеса и доступ к «зеленому» финансированию.

Интегральным показателем остается срок окупаемости и чистый дисконтированный доход. Для типовых проектов по внедрению систем точного орошения на площади от 500 га, по нашим расчетам, срок окупаемости колеблется от 3 до 7 лет в зависимости от культуры, стоимости ресурсов и уровня государственной, либо иной поддержки. Дисконтированный доход при этом становится положительным уже на горизонте 5-8 лет.

Таким образом, цифровизация мелиорации перестает быть вопросом технологического престижа и становится императивом экономического выживания и экологической ответственности отрасли. Основой современных решений является создание адаптивной киберфизической системы [3, 7, 8]. Одним из компонентов является «Распределение сенсорной сети», в которой до 80 % экономии достигается за счет ликвидации переувлажнения корнеобитаемого слоя. Например, данные с тензиометров, установленных на разных глубинах и в разных точках поля, позволяют точно определять фронт увлажнения в реальном времени.

Другой компонент, как «Прогнозные модели и цифровые двойники», применяют баланс влаги с интеграцией прогнозов погоды позволяет планировать поливы на 3-5 суток вперед, оптимизируя график работы насосных станций.

Благодаря компоненту «ГИС и данные дистанционного зондирования» позволяют провести анализ вегетационных индексов (NDVI, NDWI) со спутников Sentinel-2/Landsat и выявлять зоны неоднородности на полях площадью от 1000 га, локализовать проблемы и адресно назначать мелиоративные мероприятия, экономя производственные ресурсы.

На основе многолетних исследований, в таблице 1 представлены средние за три года показатели эффективности традиционного и цифрового управления оросительных систем на опытных полях в хозяйствах Ростовской и Волгоградской областях.

Таблица 1 – Сравнительные показатели эффективности традиционного и цифрового управления оросительных систем

Показатель	Традиционная система (контроль)	Система с цифровым управлением	Относительное изменение, %
Удельный водозабор, м^3/т	650-750	480-520	-25…-30
Удельное энергопотребление, кВт·ч/га за сезон	850-950	600-680	-28…-30
Урожайность, ц/га	45-50	52-58	+15…+18
Затраты ручного труда на управление, чел·ч/га/сезон	12-15	4-6	-60…-65
Коэффициент вариации урожайности по полю	22-25%	10-12%	Улучшение в 2 раза

Методология расчета совокупного экономического эффекта (ΔЭ) для одного поливного контура может быть представлена в виде суммы частных эффектов:

$$\Delta Э = \Delta Э_В + \Delta Э_{ЭН} + \Delta Э_{УР} + \Delta Э_Т - К\,, \qquad (3)$$

где: $\Delta Э_В$ – экономия от снижения водопотребления: $(V_{БАЗ} - V_{ЦИФР}) \cdot Ц_В$.

При $V_{БАЗ}$=7000 м^3/га, сокращение на 25% (1750 м^3) и условной цене поливной воды 5 руб/м^3 (с учетом стоимости подъема и распределения), экономия составит 8750 руб/га;

$\Delta Э_{ЭН}$ – экономия на энергоносителях: $(Э_{БАЗ} - Э_{ЦИФР}) \cdot Ц_{ЭН}$.

При сокращении с 900 до 630 кВт·ч/га (30%) и тарифе 5,5 кВт·ч, экономия составит 1485 руб/га.

$\Delta Э_{УР}$ – эффект прибавки урожая: $(У_{ЦИФР} - У_{БАЗ}) \cdot Ц_{РЕАЛ} - \Delta З_{ПЕР}$.

где $\Delta З_{ПЕР}$ – дополнительные переменные затраты на семена, удобрения и пр. Для пшеницы при прибавке7 ц/га (с 50 до 57), цена реализации 12000 руб/т и дополнительных затратах 3000 руб/га, эффект составит 5400 руб/га.

$\Delta Э_Т$ – экономия на оплате труда: сокращение, например, 10 чел·ч/га при ставке 250 руб/ч даст 2500 руб/га.
К – годовые амортизационные отчисления и эксплуатационные расходы на цифровую систему. За 5 лет ежегодные отчисления составят 7000 руб/га (сенсоры, шкафы управления, ПО. монтаж), и около 1500 руб/га – на связь и обновления. Итого К=8500 руб.га.
$\Delta Э$ – суммарный эффект составит 9635 руб/га.

Таким образом, срок окупаемости единовременных инвестиций составит примерно 3,1 год. Чистый дисконтированный доход за 5 лет при ставке дисконтирования 10 % будет положительным и превысит 25000 руб/га.

Опыт внедрения выявил ряд барьеров, снижающих экономическую эффективность. Во-первых, «цифровое неравенство» внутри хозяйства, когда новые технологии накладываются на изношенную мелиоративную инфраструктуру, неспособную к точному управлению. Во-вторых, кадровый дефицит: необходимы не только IT-специалисты, но и агрономы-мелиораторы, способные принимать адекватные агротехнические решения и интерпретировать цифровые данные. В-третьих, проблема данных: коммерческая закрытость платформ, отсутствие единых отраслевых стандартов обмена данными создают риски зависимости от одного производителя.

Таким образом, максимальная экономическая эффективность достигается при системном подходе, где цифровизация является не самоцелью, а инструментом реализации научно обоснованной мелиоративной стратегии. Необходима параллельная модернизация инфраструктуры, подготовка кадров и формирование внутренних нормативов, на основе собираемых данных. Государственная поддержка должна смещаться с компенсации затрат на оборудование к стимулированию достижения конкретных показателей ресурсоэффективности.

Цифровые инструменты в мелиорации доказали свою экономическую состоятельность, однако их эффективность носит не автоматический, а контекстно-зависимый характер. Ключевыми драйверами возврата на инвестиции являются оптимизация дорогостоящих ресурсов (вода, энергия), повышение количественных и качественных показателей урожая, а также снижение эксплуатационных рисков. Будущее отрасли видится за созданием «цифровых двойников» мелиоративных систем, способных в режиме реального времени не только управлять поливом, но и проводить сценарное планирование, оценивая экономические последствия тех или иных управленческих решений на многолетней перспективе.

Список использованной литературы

1. Брыль С. В., Зверьков М. С. Создание цифровой модели рельефа мелиоративного объекта по данным дистанционного зондирования земли // Системные технологии. 2021. № 4 (41). С. 37-42.

2. Волкова Г. В. Актуальные проблемы и первоочередные направлени цифровой трансформации в России // Цифровая трансформация социальных и экономических систем: материалы международной научно-практической конференции. Москва, 2023. С. 1092-1098.

3. Кирносов Р. С., Мещеряков М. П. Современные тенденции повышения использования поливной воды // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 320-323.

4. Кузнецов М. О. Научное обеспечение мелиорации на Кубани в современных условиях и на перспективу // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России: материалы Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 2021. С. 723-725.

5. Мещеряков М. П. Экономика замкнутого цикла в сельском хозяйстве: роль рекультивации в снижении экологических издержек // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 278-284.

6. Пахомов А.А.. Цифровизация технологических процессов в гидромелиорации // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 64-69.

7. Кужель А. А. Современное состояние и развитие ресурсосберегающего орошения в России // Материалы XXVIII региональной конференции молодых ученых и исследователей Волгоградской области. Волгоград, 2024. С. 345-347.

8. Феоктистова С. Д. Применение технологий на основе искусственного интеллекта в сфере сельского хозяйства // Наука и молодёжь: новые идеи и решения: материалы XVII Международной научно-практической конференции молодых исследователей. Волгоград, 2023. С. 369-372.

УДК 338.43:004.9

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АПК В ЦИФРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Моргачев И. В., *д. э. н., профессор*
Ермак Д. Ю., *аспирант*
Костенко В. И., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены современные социально-экономические проблемы цифровизации АПК: рост стоимости активов более высокими темпами по сравнению с ростом выручки и прибыли, что снижает показатели фондоотдачи и рентабельности активов на фоне: косвенности влияния технологий умного сельского хозяйства на урожайность полей, прирост веса с-х животных, а также тенденции роста средней зарплаты темпами, превышающими рост производительности труда.

Ключевые слова: *цифровизация АПК, фондоотдача, технологии умного сельского хозяйства, рентабельность активов АПК.*

Агропромышленный комплекс (АПК) в истории развития экономики страны и многих регионов занимал весомое место. В последнее время важность данного сектора стала объясняться внешними санкциями и необходимостью обеспечения продовольственной безопасности страны. Несмотря на значимость и высокую роль данного сектора в структуре национального и региональных хозяйств организации АПК столкнулись с современными социально-экономическими проблемами, что делает актуальным их исследование.

В качестве одной их таких проблем можно выделить рост заработной платы темпами, превышающими рост производительности труда, что противоречит принципам экономики предприятия. Согласно которых рост производительности труда на предприятии должен превышать рост средней заработной платы и, соответственно, затрат на оплату труда.

Этот принцип должен применяться на микроуровне, однако рыночные условия на мезо и макро уровнях обуславливают рост цены на труд на локальном и национальном рынках, и аграрные предприятия, повинуясь законам рыночной экономики, вынуждены повышать зарплату своим сотрудникам независимо от своих показателей производительности труда.

Тенденция роста уровня жизни и роста реальной зарплаты уже сформировалась в долгосрочный тренд, и отдельные субъекты АПК вынуждены ему подчиниться и подстраиваться, что в целом повышает затраты производства сельскохозяйственной продукции.

На первый взгляд проблема превышающего роста зарплаты над темпами производительности труда не связана с цифровизацией АПК, однако в социально-экономических системах многие процессы взаимосвязаны. На рынке труда в аграрной сфере сложилась не только тенденция роста средней зарплаты благодаря давлению государства. Вторая тенденция связана с оттоком персонала из сел, поселков и, соответственно, организаций АПК, которые преимущественно расположены вне крупных городов. Урбанизация и приток населения в крупные города из сельской местности также влияет на необходимость повышения оплаты труда для сдерживания работников на местах. Поэтому одновременно действуют сразу две негативные тенденции на рынке труда в АПК: повышение средней зарплаты и отток рабочих рук, что представляет некоторые трудности и вынуждает принимать упреждающие решения.

Одним из упреждающих решений является цифровизация и активное внедрение технологий умного сельского хозяйства. Такие технологии позволяют частично заместить выбытие работников и для достижения одних и тех же результатов работы обходиться уже меньшим их числом. Однако цифровизация как явление современной дей-

ствительности также сформировалась в долгосрочный тренд независимо от того уезжают из сельской местности отдельные люди или нет. В какой-то мере это два независимых тренда, которым должны в современных условиях подчиниться субъекты АПК, занимающиеся производством сельскохозяйственной продукции на условиях крупнотоварного производства. Например, если в соседней организации бухгалтерия использует компьютеры вместо калькуляторов или счет, то и остальные субъекты начинают следовать за лидером в вопросах внедрения информационных технологий независимо от влияния на производительность труда.

Отсутствие точной информации относительно позитивного влияния на изменение производительности труда является отличительной особенностью внедрения технологий умного сельского хозяйства на современном этапе развития АПК. «Если все используют ту или иную технологию, то и мы не должны отставать» – такая позиция схожа с использованием смартфонов вместо кнопочных мобильных телефонов. Единственное, что точно является известным – это стоимость новых технологий информатизации и размер инвестиций, которые трансформируются в основные средства.

Ключевой проблемой экономической оценки эффективности технологий умного сельского хозяйства является отсутствие прямого их влияния на экономический базис сельского хозяйства: урожайность полей и(или) прирост веса сельскохозяйственных животных. Большинство из этих технологий очень косвенно влияют на эти результаты при этом внося дополнительную лепту в рост стоимости основных средств, повышая затраты и себестоимость производства.

Таким образом, в современных условиях организации АПК одновременно сталкиваются с ростом стоимости основных средств и как следствие – амортизации, затрат на оплату труда и оттоком персонала. В результате внедряемые технологии умного сельского хозяйства косвенно влияют на урожайность полей и прирост веса сельскохозяйственных животных. Что в итоге не приводит к прямопропорциональному росту производительности труда.

Наряду с проблемами в экономической их оценке такие технологии имеют все же свои достоинства: они делают работу людей в таких организациях более комфортабельной и современной, что, все же, наряду с ростом зарплаты удерживает людей на работе на таких предприятиях. Как правило, технологии умного сельского хозяйства внедряются в агрохолдингах, численность занятых на которых может даже расти, в то время как в целом по отрасли снижаться.

Делая работу занятых в сельском хозяйстве более комфортабельной, современной и результативной, а также выполняя замещающую роль выбывающих трудовых элементов, технологии информати-

зации процессов в АПК все же сказываются на незначительном росте производительности труда в отрасли. Не исключено, что соответствующая производительность труда хоть и незначительно растет в тренде, но больше вследствие снижения занятых в АПК, чем вследствие прямого влияния на урожайность полей или прирост веса сельскохозяйственных животных. При этом темпы роста реальной заработной платы в отрасли превышают темпы роста производительности труда.

В отличие от производительности труда динамика фондоотдачи в целом по отрасли носит негативный характер вследствие превышения темпов прироста стоимости основных средств над темпами прироста выручки, что говорит про интенсивные инвестиционные процессы. На фоне общего снижения числа комбайнов и тракторов рост стоимости основных средств в организациях АПК может в целом свидетельствовать про инвестиции преимущество в цифровые технологии умного сельского хозяйства.

Опасность избыточных инвестиций в цифровизацию в АПК нельзя сбрасывать со счетов, несмотря на кажущиеся достоинства технологий умного сельского хозяйства. Несмотря на необходимость таких технологий должен обеспечиваться баланс, в первую очередь экономической эффективности. На фоне уже обозначенной проблемы повышения стоимости труда и роста себестоимости вследствие опережающего роста зарплаты над производительностью избыточные инвестиции приводят к росту стоимости основных средств, что чревато не только снижением фондоотдачи (значение которой никто не знает, каким должно быть в идеале). Опасность кроется в снижении рентабельности активов, потому что основные средства – это не что иное, как активы. В свою очередь, снижение рентабельности активов существенно ухудшает условия кредитования на рыночных условиях, так как делает отрицательным эффект финансового рычага.

Ухудшение условий кредитования бизнеса на рыночных условиях снижает возможности и становится барьером его масштабирования. В то время как цифровизация АПК и является таким масштабированием и требует обратного.

В АПК относительно низкое значение рентабельности активов и так является системной экономической проблемой, приводящей к необходимости государственного субсидирования ставки банковских кредитов. Дополнительное снижение данного показателя вследствие избыточной цифровизации еще больше осложнит системную проблему, сделав хронической зависимость отрасли от государственного субсидирования.

Рассматривая экономическую эффективность инвестиционных проектов внедрения цифровых технологий умного сельского хозяйства, как и в иных проектах, следует учитывать классические показа-

тели интегральной эффективности: чистая приведенная стоимость (NPV), индекс доходности (PI), дисконтированный срок окупаемости (DPP), внутренняя норма доходности (IRR). Однако даже при разрешающих значениях классических показателей экономической целесообразности инвестиционных проектов следует принимать окончательное решение только при прогнозе влияния проекта на рентабельность активов, когда такое прогнозное значение будет достаточным для привлечения заемных средств.

Учитывая косвенное влияние цифровизации на результаты деятельности среднестатистической организации АПК, в краткосрочной перспективе следует ожидать снижение показателя её рентабельности активов вследствие реализации проектов внедрения технологий умного сельского хозяйства. Не исключено, что в дальнейшем экономический эффект и будет иметь место, однако такой результат будет достигнут не сразу. Поэтому перед реализацией соответствующих проектов такой субъект деятельности должен иметь запас в рентабельности активов, которым можно будет пожертвовать либо полностью полагаться на помощь государства в субсидировании банковских кредитов, либо обходиться полностью собственным оборотным капиталом без привлечения заемных средств для финансирования операционной деятельности.

Поскольку технологии умного сельского хозяйства имеют долгосрочный характер использования, инвестиции в соответствующую цифровизацию трансформируются в основные средства (внеоборотные активы) организации. Ошибкой будет их финансирование за счет кредитов, поскольку долгосрочные активы должны обеспечиваться долгосрочными пассивами. Поэтому финансирование таких проектов должно осуществляться за счет собственных средств организации, снижая при этом возможности финансирования операционной деятельности. В свою очередь потребность в капитале для формирования оборотных активов может обеспечиваться за счет кредитов, однако, при условии превышения рентабельности активов цены заемного капитала.

Последнее условие обеспечивает идеальную формулу и модель инновационного современного эффективного развития организации АПК, когда рентабельность собственного капитала превышает альтернативную доходность на финансовом рынке и инфляцию, а рентабельность активов – цену заемного капитала. Такое условие является экономическим базисом – начальным исходным пунктом, что позволяет масштабировать бизнес за счет заменого капитала и удерживать в нем собственный капитал. Прибыль, собственные средства субъекта

могут инвестироваться в инновационные технологии умного сельского хозяйства долгосрочного характера, а заменый банковский капитал использоваться на пополнение и формирование оборотных средств.

Информатизация и цифровизация процессов в АПК, внедрение технологий умного сельского хозяйства должны быть постепенными и осторожными, осуществляться с учетом влияния на рост стоимости активов и показатель их рентабельности. В первую очередь следует внедрять те из них, относительно которых есть больше уверенности прямого позитивного влияния на объемы производства и сбыта, снижение затрат, роста производительности труда.

Список использованной литературы

1. 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.

2. Оценка динамики z-счета Альтмана среднестатистического агрохолдинга / И.В. Моргачев, М. Н. Шевченко, Ю. В. Листопадова [и др.] // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2025. Т. 11. № 4. С. 136-144.

3. 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.

4. Оценка динамики основных средств агрохолдингов России / И. В. Моргачев, М. Н. Шевченко, Ю. В. Листопадова [и др.] // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2025. № 6. С. 47-52.

5. Оценка применения технологий умного сельского хозяйства в деятельности агрохолдингов России / И. В. Моргачев, В. А. Мелихов, Т. А. Чекрыгина [и др.] // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2025. № 12. С. 116-123.

6. 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.

7. 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.

8. Предел экономической эффективности организаций АПК: концепт оценки их индивидуального уровня менеджмента / И. В. Моргачев, М. Н. Шевченко, Ю. В. Листопадова, Д. Ю. Чугай // АПК: экономика, управление. 2025. № 12. С. 17-24.

9. Управление безубыточностью предприятия: концепт модели полного порога рентабельности / И. В. Моргачев, О. Н. Нестерец, А. Г. Досова, Е. Н. Чеботарева // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. 2025. Т. 11. № 2. С. 96-106.

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 336.7:004.9:338.43

ЦИФРОВЫЕ ФИНАНСОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ КАК ДРАЙВЕР ТРАНСФОРМАЦИИ АПК В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Панова Н. С., *к. э. н., доцент*
Панов А. А., *к. э. н., доцент*
Петракович А. В., *к.э.н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь

Аннотация. Рассмотрена роль цифровых финансовых экосистем в трансформации агропромышленного комплекса (АПК) в условиях современной экономической неопределенности. Выявлены основные вызовы, стоящие перед отраслью, и обоснован потенциал финтех-решений для повышения ее устойчивости. Проанализированы примеры внедрения блокчейн-технологий, платформенных решений и автоматизированных систем управления финансами в агробизнесе. Предложена структурная модель взаимодействия участников цифровой экосистемы АПК, направленная на снижение рисков и повышение инвестиционной привлекательности отрасли.

Ключевые слова: *цифровые экосистемы, финансовая трансформация АПК, блокчейн, цифровые платформы, управление рисками.*

Современный агропромышленный комплекс функционирует в условиях высокой волатильности рынков, санкционного давления и необходимости адаптации к новым технологическим укладам. Ключевым ответом на эти вызовы становится цифровая трансформация, пронизывающая все бизнес-процессы – от «умного» поля до автоматизированного финансового управления. В этих условиях цифровые финансовые экосистемы перестают быть просто трендом и превращаются в необходимый инструмент выживания и развития [1, 5].

Цифровая экосистема АПК представляет собой интеграцию производственных, логистических и финансовых сервисов на базе единой платформы. Как отмечается в стратегии Минсельхоза, создание единой цифровой платформы АПК призвано объединить разрозненные государственные информационные системы (ГИС «Зерно», «Меркурий», «Сатурн» и др.) и коммерческие сервисы, чтобы снизить административную нагрузку на аграриев и обеспечить прозрачность товаропотоков [3]. Такая платформа становится фундаментом для внедрения передовых финансовых технологий.

Одним из ключевых элементов трансформации является внедрение отечественного программного обеспечения и независимых цифровых решений. Примером может служить платформа СКОРАКС от компании Axenix, включенная в реестр российского ПО. Ее гибкая микросервисная архитектура, построенная на open-source инструментах, позволяет финансовым институтам и агрохолдингам быстро запускать новые цифровые сервисы, адаптированные под специфику отрасли, и интегрировать их в существующий ИТ-ландшафт [1].

Особый интерес представляет использование технологий распределенного реестра в агробизнесе. Блокчейн и смарт-контракты позволяют радикально повысить прозрачность цепочек поставок и автоматизировать расчеты. Как показывает практика, в России уже существуют примеры токенизации активов в сельском хозяйстве. Проекты LavkaLavka (BioCoin), «Хохольская сельскохозяйственная компания» (MilkCoin) и экосистема Agrarium (MeatToken) демонстрируют попытки привлечения инвестиций и управления ликвидностью через выпуск цифровых токенов, обеспеченных будущим урожаем или продукцией [2]. Хотя не все эти инициативы оказались коммерчески успешными, они заложили основу для понимания механизмов децентрализованных финансов (DeFi) в АПК [2].

Настоящим прорывом стал 2025 год, когда ГК «МЕЛКОМ» осуществила первый в России выпуск аграрного цифрового токена в форме утилитарных цифровых прав (УЦП). Выпустив 340 000 токенов, эквивалентных 34 000 тонн пшеницы, компания продемонстрировала возможность эффективного привлечения инвестиций и управления ликвидностью через цифровые инструменты на реальном товарном активе.

Цифровизация коренным образом меняет и внутренние процессы финансового менеджмента в агрохолдингах. Практика ГК «Агроинвест» показывает, как автоматизация позволяет решать конкретные прикладные задачи:

– автоматическое создание заявок на оплату для более точного планирования денежных потоков (казначейство);

– контроль наличия бюджетных средств при утверждении заявок, что исключает кассовые разрывы;

– автоматизированный учет аренды (ФСБУ 25) и нематериальных активов (ФСБУ 14), что снижает трудозатраты на подготовку отчетности [4].

На рисунке 1 представлена предлагаемая архитектура цифровой финансовой экосистемы АПК, которая интегрирует государственные инициативы, технологические платформы и образовательную среду для подготовки кадров, представляя собой многоуровневую модель формирования цифровой финансовой экосистемы в агропромышлен-

ном комплексе. В основе модели лежит принцип взаимодействия государственных инициатив, технологической инфраструктуры и рыночных институтов, объединенных общей целью – обеспечение устойчивого развития отрасли через цифровую трансформацию финансовых механизмов.

Рассмотрим подробнее функциональное наполнение каждого уровня.

1. Фундаментальный уровень: Государственная политика и инфраструктура.

Нижний, базовый уровень архитектуры образуют институциональные условия и инфраструктурные проекты, инициируемые государством. Именно здесь формируются «правила игры» для всех участников экосистемы.

Ключевыми элементами данного уровня выступают:

Стратегические документы: Национальная программа «Цифровая экономика РФ», а также отраслевая стратегия Минсельхоза России по созданию единой цифровой платформы АПК. Эти документы задают вектор развития и определяют приоритетные направления цифровизации.

Нормативное регулирование: Правовые акты, регулирующие новые финансовые инструменты (например, Федеральный закон «О цифровых финансовых активах» для токенизации) и механизмы коллективного финансирования (краудфандинг). Это создает легитимную основу для внедрения инноваций.

Государственные информационные системы (ГИС): Прикладные инструменты, обеспечивающие сбор первичных данных и контроль. Ключевыми примерами являются ФГИС «Зерно» (прослеживаемость зерна) и ФГИС «Меркурий» (ветеринарный контроль). Эти системы выступают источниками достоверных данных для всей экосистемы.

2. Технологический уровень: Цифровые платформы и инструменты.

На втором уровне располагаются технологические решения, которые непосредственно обеспечивают функционирование финансовых механизмов.

В его структуру входят:

Отраслевые платформы: Специализированные программные продукты для управления агробизнесом, такие как «СКОРАКС» или отраслевые решения на базе «1С: Предприятие». Они автоматизируют внутренние процессы предприятий [7].

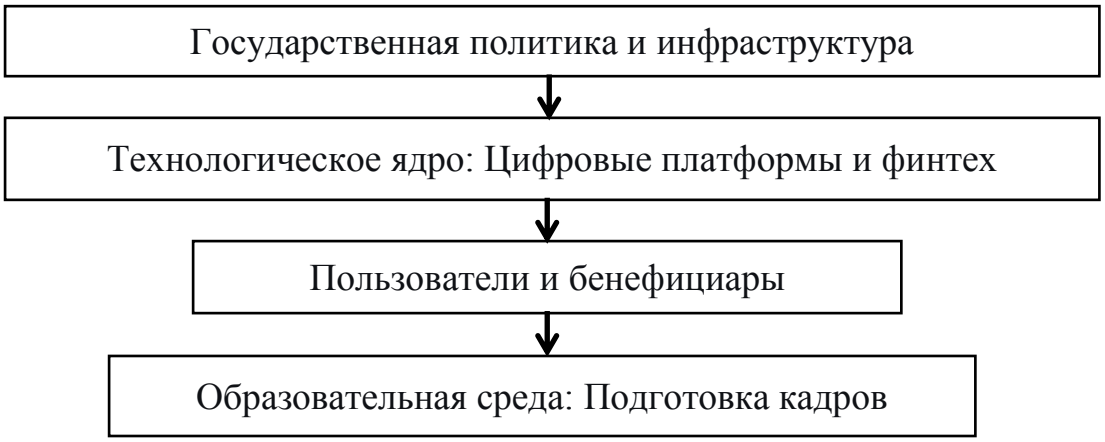


Рисунок 1 – Архитектура цифровой финансовой экосистемы АПК

Блокчейн-платформы и инструменты токенизации: Технологические решения, позволяющие выпускать цифровые финансовые активы (ЦФА), обеспеченные будущим урожаем или готовой продукцией. Как было показано на примере ГК «МЕЛКОМ» (2025 г.), это открывает доступ к «зеленому» и торговому финансированию напрямую от инвесторов, минуя традиционные банковские процедуры.

Краудфандинговые и P2P-платформы: Инструменты привлечения капитала от широкого круга лиц, которые особенно актуальны для малых форм хозяйствования (КФХ), не имеющих залоговой базы для получения крупных банковских кредитов.

3. Уровень пользователей: Бенефициары экосистемы.

Субъекты, получающие выгоду от экосистемы (верхний уровень), формируют спрос на технологии: сельхозтоваропроизводители (доступ к краудфандингу и ЦФА, упрощение работы с контрагентами); инвесторы (новые активы и прозрачность благодаря блокчейн и ГИС); государство (точное планирование и контроль в реальном времени).

Фундаментом функционирования всей модели является система подготовки кадров (от IT-специалистов до агрофинансистов).

Таким образом, образовательная среда является сквозным элементом, интегрирующим все уровни предложенной архитектуры [7].

Эффективность функционирования такой экосистемы напрямую зависит от готовности специалистов работать с новыми инструментами.

В таблице 1 систематизированы ключевые финтех-направления, их роль в снижении неопределенности для агробизнеса и соответствующие компетенции, которые необходимо формировать у студентов аграрных вузов.

Таблица 1 – Финтех-инструменты снижения неопределенности в АПК

Направление финтеха	Функция в условиях неопределенности	Пример применения в АПК	Формируемая компетенция
Платформенные решения / Open API	Снижение транзакционных издержек и административной нагрузки; консолидация данных для точного планирования.	Интеграция данных с полей (IoT) и финансовой системы в «цифровом кабинете» агронома и финансиста [3, 4].	Управление интегрированными данными для принятия решений в режиме реального времени.
Блокчейн и токенизация	Повышение прозрачности и доверия; создание новых инвестиционных активов; автоматизация исполнения контрактов.	Токенизация поголовья скота (Agrarium) для привлечения инвестиций; смарт-контракты на поставку зерна [2].	Понимание принципов DeFi, оценка рисков и возможностей токенизации активов.
Автоматизация финансового учета (Робо-эдвайзинг)	Повышение точности прогнозирования денежных потоков; контроль соблюдения бюджетов; адаптация к изменениям законодательства.	Автоматический контроль бюджетных лимитов; учет аренды и НМА по новым стандартам [4].	Работа с системами автоматизированного финансового планирования и учета.
Краудфандинг и альтернативные финансы	Диверсификация источников финансирования; доступ к капиталу для малых форм хозяйствования.	Привлечение средств на запуск переработки или закладку многолетних насаждений через специализированные платформы [2].	Навыки разработки и презентации инвестиционных проектов для онлайн-инвесторов.

В условиях, когда агропромышленный комплекс подвержен воздействию множества факторов неопределенности (природно-климатических, рыночных, логистических), особое значение приобретают инструменты, позволяющие эти риски снижать или управлять ими.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку методик оценки экономической эффективности внедрения конкретных финтех-решений в деятельность сельскохозяйственных предприятий различных масштабов.

Список использованной литературы

1. Платформа СКОРАКС от AXENIX внесена в реестр российского ПО // Официальный сайт компании Axenix. 2023.

2. Максимова Е. Куры за токены. Как аграрии продают товар за криптовалюты и выпускают цифровые деньги // Агроинвестор. 2018. № 2.

3. Денисова Г. Одна за всех. Минсельхоз создаст единую цифровую платформу АПК // Агроинвестор. 2024. agroinvestor.ru

4. Итоги цифровой трансформации АПК в «АГРОИНВЕСТ» // Группа компаний «АГРОИНВЕСТ». 2024.

5. Панов А. А. 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. 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. Осознанное образование и его составляющие // Инструменты развития кадрового потенциала АПК: материалы научно-методической конференции с международным участием. Волгоград, 2023. С. 103-108.

8. Совершенствование управления производством продукции животноводства на основе цифровизации / А. В. Петракович, А. А. Панов, Н. С. Панова, К. И. Еременко // 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.

УДК 338.43:004

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ (НА ПРИМЕРЕ СПК «ТЕПЛИЧНЫЙ»)

Панов А. А., *к. э. н., доцент*
Панова Н. С., *к. э. н., доцент*
Пажаев Д. А., *магистрант*
Петракович А. В., *к.э.н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Горки, Республика Беларусь

Аннотация. Изучены теоретико-методологические основы и практические аспекты управления рисками цифровой трансформации (ЦТ) бизнес-процессов в агропромышленном комплексе (АПК). Актуальность темы обусловлена стратегической важностью АПК для обеспечения продовольственной безопасности и необходимостью его адаптации к вызовам цифровой экономики, которая сопряжена со специфическими рисками. На основе анализа отечественной и зарубежной литературы раскрыта сущность ЦТ как глубокого перепроектирования бизнес-моделей на основе данных, а не простой автоматизации. Выявлена специфика бизнес-процессов в АПК, включающая биологическую детерминированность, цикличность и зависимость от внешних факторов, что формирует уникальный ландшафт для цифровизации, но и создает дополнительные уязвимости.

Ключевые слова: *цифровая трансформация АПК, управление рисками, бизнес-процессы АПК, предиктивная аналитика, тепличные хозяйства.*

Цифровая трансформация стала ключевым драйвером экономического роста и конкурентоспособности в XXI веке. Для агропромышленного комплекса, являющегося стратегически важной отраслью российской экономики, внедрение цифровых технологий – это путь к повышению производительности, снижению затрат, улучшению качества продукции и обеспечению продовольственной безопасности [3]. Однако процесс цифровой трансформации (ЦТ) сопряжен с комплексом рисков, способных нивелировать потенциальные выгоды и поставить под угрозу устойчивость предприятий. Особенно это актуально для АПК, где бизнес-процессы характеризуются высокой зависимостью от биологических и климатических факторов.

Управление рисками в данном контексте перестает быть вспомогательной функцией и становится неотъемлемым элементом стратегии цифровизации. Несмотря на растущий объем исследований по цифровизации сельского хозяйства, вопросы системного управления сопутствующими рисками, особенно с учетом специфики российских предприятий, остаются недостаточно изученными. Целью данной статьи является разработка научно-обоснованного подхода к управлению рисками цифровой трансформации бизнес-процессов предприятий АПК на основе теоретического анализа и практического кейса.

Современные исследователи (Уэстерман, Боннет, Росс) определяют цифровую трансформацию бизнес-процессов «…не как простую автоматизацию, а как глубокое перепроектирование бизнес-модели, организационной структуры и культуры на основе цифровых технологий, где данные становятся ключевым активом» [7]. В АПК этот процесс приобретает особую специфику, обусловленную биологической природой основного объекта управления.

Бизнес-процессы в АПК отличаются: 1) биологической детерминированностью и цикличностью, что обуславливает жесткую привязку к временным циклам и высокую вариативность результатов; 2) высокой зависимостью от неуправляемых внешних факторов (погода, эпифитотии); 3) пространственной распределенностью объектов (поля, стада, техника); 4) дисперсностью цепочек создания стоимости, ведущей к информационной асимметрии и потерям; 5) кадровыми вызовами, связанными с цифровым разрывом между городом и селом [2].

Потенциал цифровизации в АПК реализуется через внедрение технологий точного земледелия и животноводства, систем предиктивной аналитики на основе больших данных и искусственного интеллекта (ИИ), цифровых платформ и блокчейна для прослеживаемости цепочек поставок, роботизации и «умных» складов [4].

Классификация рисков цифровой трансформации. Процесс ЦТ порождает новые классы рисков, накладывающиеся на традиционные аграрные (климатические, ценовые, биологические). Можно выделить следующие специфические риски ЦТ в АПК:

Технологические риски: сбои в работе новых систем (IoT, ИИ), отказ оборудования, технологическая несовместимость.

Риски данных и безопасности: утечки конфиденциальной информации (рецептуры, данные урожайности), кибератаки на промышленные системы, вопросы собственности на агроданные.

Организационные риски: сопротивление персонала изменениям, недостаток цифровых компетенций, трансформация организационной культуры.

Проектные риски: превышение бюджета и сроков внедрения, неверный выбор поставщика решений, низкое качество реализации.

Внешние риски: зависимость от иностранных технологий и поставщиков, изменение регуляторной среды, «цифровое неравенство» между крупными и малыми хозяйствами.

Управление этими рисками требует перехода от реактивного к проактивному подходу, интегрированному в жизненный цикл цифровых проектов [1].

Сельскохозяйственный производственный кооператив «Тепличный» специализируется на выращивании овощей защищенного грунта (огурцы, томаты) на площади 16,4 га (рисунок 1).

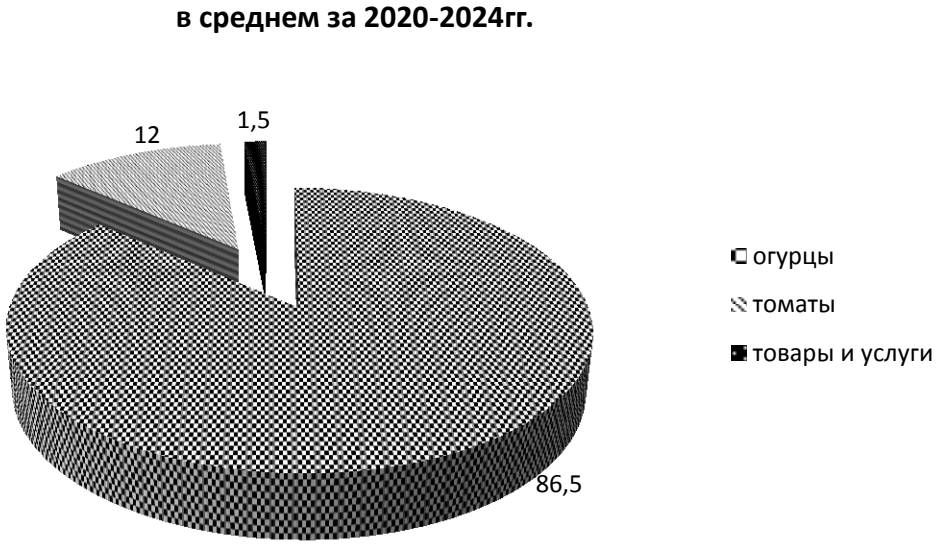


Рисунок 1 – Структура выручки СПК «Тепличный»

Анализ деятельности за 2020-2024 гг. (таблица 1) выявил негативные тенденции: сокращение валовой продукции (с 367,8 до 285,6 млн руб.), выручки (с 357,9 до 283,7 млн руб.) и численности персонала (с 398 до 203 чел.). Предприятие сохраняет рентабельность (4,8-8,6 %) преимущественно за счет оптимизации затрат, но не осуществляет стратегического обновления основных фондов.

Таблица 1 – Базовые параметры и экономические показатели СПК «Тепличный» за 2020-2024 гг.

Показатели	2020г.	2021г	2022г	2023г	2024г
Валовая продукция, тыс. руб.	367819	392025	345129	325055	285558
Выручка от реализации, тыс. руб.	357851	383245	315163	318067	283682
Стоимость ОПФ, тыс. руб.	334514	330434	327195	323477	322650
Численность работников, чел.	398	349	302	243	203
Производственные затраты на валовую продукцию, тыс. руб.	303690	233461	245349	259 712	234448
Полная себестоимость, тыс. руб.	280518	316715	255876	278179	244896
Площадь теплиц, га	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
Чистый доход, тыс.руб.	64129	158564	99780	141803	51110
Валовая прибыль, тыс.руб.	77333	66530	59287	39888	38786
Коммерческие расходы, тыс.руб.	55405	43454	38325	26492	17 747
Прибыль от продаж, тыс.руб.	21928	23076	20962	13396	21039
Уровень рентабельности, %	7,8	7,3	8,2	4,8	8,6

В условиях высокой конкуренции, роста стоимости энергоресурсов и требований рынка к качеству и прослеживаемости продукции, цифровизация становится не опциональным, а обязательным элементом развития [5]. Данный анализ оценивает текущий уровень цифровизации бизнес-процессов СПК «Тепличный» по ключевым функциональным областям (таблица 2).

Анализ показал, что СПК «Тепличный» находится на начальной стадии цифровизации – уровне локализованной автоматизации и фрагментарной информатизации. Используемые инструменты (базовая автоматика полива FertiMiX, бухгалтерский учет в 1С, разрозненные датчики климата) не интегрированы между собой, формируя «информационные силосы». Критически зависимыми от ручного труда и принятия решений «на глазок» остаются процессы управления микроклиматом, учета рабочего времени, планирования посадок и отгрузок, аналитики KPI. Отсутствует единая цифровая стратегия, ИТ-инфраструктура (Wi-Fi в теплицах, сервер) и внутренние компетенции для поддержки сложных решений.

Таблица 2 – Цифровизация ключевых бизнес-процессов СПК «Тепличный»

Бизнес-процесс	Уровень цифровизации	Используемые инструменты	Степень интеграции с другими системами
1.Управление производством			
Климат-контроль	Средний	Локальные контроллеры, данные снимаются вручную	Низкая
Полив и питание	Высокий	Автоматизированная система FertiMiX, управление по таймеру	Средняя
Учет и планирование посадок	Низкий	Excel-таблицы	Нет
2.Управление ресурсами			
Учет семян, субстратов, удобрений	Средний	1С:Управление складом	Высокая (в рамках 1С)
Учет труда и рабочего времени	Низкий	Бумажные табели, Excel	Нет
3. Логистика и склад			
Учет готовой продукции	Низкий	Взвешивание с выводом на чек, сбор в Excel	Низкая
Планирование отгрузок	Отсутствует	Телефонные звонки	Нет
4. Продажи и финансы			
Управление заказами и клиентами (CRM)	Отсутствует	Блокнот менеджера	Нет
Финансовый учет	Высокий	1С:Бухгалтерия	Высокая (в рамках 1С)
5. Аналитика и контроль			
Мониторинг ключевых показателей	Низкий	Отчеты в Excel вручную	Низкая
Контроль качества продукции	Отсутствует	Визуальная оценка	Нет

Для системного противодействия угрозам разработана многоуровневая архитектура СУР ЦТ, интегрированная в бизнес-процессы предприятия. Архитектура основана на цикле PDCA (Plan-Do-Check-Act) и включает:

– стратегический уровень: Определение риск-аппетита, формирование Совета по ЦТ;

– процессный уровень (ядро СУР): Сквозные процессы идентификации, оценки, обработки и мониторинга рисков;

– информационно-аналитический уровень: Реестры рисков, базы данных, аналитические модули;

– инструментальный уровень: GRC-платформы, ПО для анализа данных;

– нормативный уровень: Внутренние регламенты, RACI-матрица.

Упрощенный расчет ROI для предлагаемой СУР показал высокую эффективность. При суммарном потенциальном ущербе по высоким и средним рискам в 7,5 млн руб. в год и ожидаемом снижении ущерба на 60 % (4,5 млн руб.), годовые затраты на СУР составят 2,5 млн руб.

ROI СУР = (7,5-4,5) / 4,5 * 100 % ≈ 67 %.

Инвестиции в построение архитектуры СУР являются экономически обоснованными [6], так как обеспечивают не только избежание потерь, но и прогнозируемость процессов ЦТ.

В рамках СУР ЦТ для СПК «Тепличный» предложен конкретный проект по внедрению системы предиктивного технического обслуживания (PdM) оборудования микроклимата на площади 5 га. Цель проекта – снижение количества аварийных остановок на 70 % за счет прогнозирования отказов и перехода к обслуживанию по состоянию.

Расчет экономической эффективности. Единовременные капитальные затраты составят 3,5 млн руб. (ПО, датчики, внедрение). Годовые эксплуатационные затраты (OPEX) – 690 тыс. руб.

Основные источники годовой экономии показаны в таблице 2.

При этом ключевые показатели эффективности проекта будут следующими:

Таблица 3 – Расчет годовых экономических выгод для СПК «Тепличный»

Наименование статьи экономии/дохода	Расчет	Сумма в год (руб.)
3.1. Снижение потерь урожая	Основной эффект. Текущие потери от 2-х аварий в год: 6 часов сбоя = стресс → потеря 3 % урожая на 5 га (огурцы) на 2 недели. Урожайность: 17,2 кг/м²/год = 860000 кг с 5 га (17,2 кг * 10000 м² * 5 га). Средняя цена опта: 100 руб./кг. Потери: 860000 кг * 0,03 * 100 руб. = 2580000 руб. Эффект от PdM: Снижаем частоту аварий на 70 % (с 2 до ~0,6). Сохраняем ~70 % от потерь: 2580000 * 0,7 =	1806000
3.2. Экономия на затратах на ремонт	Сокращение экстренных ремонтов. Средний чек на срочный ремонт с заменой детали: 150000 руб. (2 ремонта в год). Экономия 70 %: 150000 * 2 * 0,7 =	210000
3.3. Оптимизация расходов на ППР	Переход от календарного ремонта к ремонту по состоянию. Сокращаем ненужные плановые остановки и замены. Экономия на материалах и простоях: ~5 % от годового бюджета на ремонты (допустим, 2 млн руб.).	100000
3.4. Снижение энергопотребления	Оптимальная работа оборудования без пиковых перегрузок. Экономия газа и электроэнергии: ~3 % от общих затрат (для 5 га ~ 15 млн руб./год).	450000

Окончание таблицы 1

3.5. Снижение логистических и коммерческих потерь	Более стабильные и предсказуемые объемы поставок. Уменьшение срывов отгрузок, сохранение репутации и контрактов. Консервативная оценка.	200000
ИТОГО ежегодная экономия/доп. доход		2766000

– Простой срок окупаемости (PBP): 1,75 года.

– Дисконтированный срок окупаемости: 2,09 года.

– Чистая приведенная стоимость (NPV) за 3 года: +1,30 млн руб.

– Рентабельность инвестиций (ROI) за 3 года: 49 %.

Цифровая трансформация в АПК представляет собой стратегическую необходимость, сопряженную со специфическими рисками, требующими системного управления.

На примере СПК «Тепличный» выявлено, что многие предприятия АПК находятся на начальной, фрагментированной стадии цифровизации, характеризующейся наличием «информационных силосов», отсутствием единой стратегии и дефицитом цифровых компетенций. Это увеличивает уязвимость в процессе дальнейшей трансформации.

Разработанная архитектура системы управления рисками цифровой трансформации, основанная на цикле PDCA, позволяет интегрировать риск-менеджмент в жизненный цикл цифровых проектов и перейти к проактивному управлению угрозами. Экономический расчет демонстрирует высокую эффективность таких инвестиций (ROI 67 %).

Таким образом, успешная цифровая трансформация предприятий АПК возможна только при условии параллельного выстраивания адекватной системы управления рисками, которая позволит минимизировать потенциальные потери, обеспечить предсказуемость результатов и реализовать заложенный в технологиях потенциал роста эффективности и конкурентоспособности.

Список использованной литературы

1. Абдурахманова Э. Э. Цифровые технологии в системе материально-технического обеспечения: оценка рисков // Компетентность. 2020. № 5. С. 10-14.

2. Головина Т. А. Управление рисками организаций в условиях цифровой экономики // Вестник Академии знаний. 2023. № 48 (1). С. 55-61.

3. Основы управления бизнес-процессами в аграрном предприятии / А. А. Панов, Н. С. Панова, А. А. Небабина, А. В. Петракович // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 86-91.

4. Панов А. А. Продуктивность, энергетическая оценка и экономическая эффективность озимой пшеницы // Аграрная Россия. 2025. № 8. С. 31-34.

5. Финансово-технологические решения для цифрового АПК / Н. С. Панова, А. А. Панов, А. В. Петракович // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 294-301.

6. 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.

7. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation. Boston: Harvard Business Review Press, 2014. 292 p.

УДК 338.43:004.9

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОГО АГРОБИЗНЕСА В УСЛОВИХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Попова Л. В., *д. э. н., профессор*
Лата М. С., *к. э. н., доцент*
Хуинь З. Т. Т., *преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия
Университета Фам Ван Донг
г. Кванг-Нгаи, Вьетнам

Аннотация. Изучены перспективы интеграции малых аграрных предприятий в цифровые бизнес-экосистемы региональной агроэкономики, как существующие, так и формирующиеся, в условиях повсеместной цифровизации сельского хозяйства. Проведенный авторами анализ специфики малых хозяйств позволил оценить их потенциал адаптации к новому технологическому укладу и возможности цифрового развития в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Ключевые слова: *малые аграрные формирования, программа развития сельского хозяйства, цифровизация сельского хозяйства, информационно-аналитические системы, цифровой потенциал малых форм хозяйствования.*

Анализ производственных индексов сельскохозяйственной продукции в малых хозяйствах и их сравнение с крупными предприятиями выявил тенденцию к снижению доли личных подсобных хозяйств в общем объеме производства на федеральном и региональном уровнях. В то же время малые формы аграрного предпринимательства в целом демонстрируют рост. Эта динамика охватывает все ключевые экономические показатели, включая инновационную активность, модернизацию материально-технической и кадровой базы, а также внедрение новых технологий. Таким образом, участие малых аграрных формирований в цифровизации сельского хозяйства становится важным фактором устойчивого развития региональной аграрной экономики. Учитывая значительную роль малых форм хозяйствования в аграрной структуре Волгоградской области, их технологическая и структурная трансформация является необходимой для перехода аграрной экономики региона на новый технологический уклад [7].

Было бы в корне неправильным полагать, что очередная научно-техническая революция никак не затронет малые аграрные формы. Наоборот, внедрение цифровых решений на всех этапах агропромышленного производства должно стать катализатором трансформации субъектов аграрной структуры в контексте их адаптации к условиям новой технологической реальности. Малый агробизнес в этом смысле не станет исключением, но его успешность и способность конкурировать с более крупными аграрными формами в условиях АПК 4.0 будут зависеть от целого ряда обстоятельств, характеризующихся рядом специфических индикаторов: готовностью к сетевому взаимодействию, цифровым кадровым потенциалом, индексом цифрового развития, индексом инновационного потенциала и др. Происходящий на фоне снижения удельного веса ЛПХ в валовом производстве сельхозпродукции рост соответствующих показателей предпринимательских малых аграрных формирований (К(Ф)Х и индивидуальных сельскохозяйственных предпринимателей), свидетельствует о том, что по мере усложнения технологического процесса агропромышленного производства с максимальным задействованием цифровых и инновационных технологий прежний технологический уклад, основанный на ручном труде и использовании примитивных средств производства, будет уходить в прошлое [8].

Как показывают статистические данные, публикуемые Росстатом, только за последние три года удельный вес хозяйств населения в валовом производстве сельскохозяйственной продукции снизился почти на 5 %, а в течение последнего десятилетия падение валового объема производства в ЛПХ составило 10 %. Тенденция очевидна – сокращение удельного веса хозяйств населения в валовом продукте за счет роста аналогичных показателей фермерских хозяйств, а также сельхозпредприятий. Причем тенденции в изменении соотношения удельного веса крестьянских (фермерских) хозяйств в сравнении с хозяйствами населения и сельхозпредприятиями аналогичны как на федеральном, так и на региональном уровнях [5].

Следует отметить, что вхождение российского АПК в новый технологический уклад сопряжено с целым рядом проблем, причем не только экономического или технологического характера, но и особенностями геополитической реальности, возникшей в результате осознания рядом государств необходимости защиты своего национального хозяйства от глобальной финансово-промышленной элиты, стремящейся к захвату новых рынков и поглощению национальных экономик путем включения их в несправедливую систему международного разделения труда. В этой связи необходимо отдавать себе отчет в том, что достижение цели технологической трансформации агропромышленного комплекса невозможно без использования всех без исключения ре-

сурсов: управленческих, производственно-хозяйственных, финансово-экономических, технологических, демографических, природно-климатических, а также любых иных факторов, стимулирующих переход отечественного сельского хозяйства на качественно новый уровень научно-технологического развития [3, 8].

Экономический анализ специфики интеграции малых аграрных формирований в процессы цифровизации сельского хозяйства Волгоградской области может быть направлен на выработку прогнозных сценариев наиболее оптимальной траектории цифрового развития малых агарных форм, а также разработку таких алгоритмов использования цифрового потенциала МФХ, при которых приоритетным станет реализация сильных сторон небольших по объемам производства и численности персонала хозяйствующих субъектов, а именно:

– их организационно-хозяйственная гибкость;

– более высокая по сравнению с крупными агрохолдингами способность адаптации к меняющимся рыночным условиям;

– более низкие риски, объясняющиеся небольшими масштабами производства;

– возможность апробации цифровых решений без привлечения крупных финансовых и технологических ресурсов [7, 9].

Важность такого анализа обуславливается также необходимостью скорейшей ликвидации научно-технического и технологического отставания от передовых аграрных держав и сохранении роли Российской Федерации как ключевого игрока на мировых рынках продовольствия.

Для более четкого понимания процессов информатизации и цифровизации, происходящих в настоящий момент в отечественном сельском хозяйстве, наиболее целесообразным представляется проведение статистического анализа некоторых показателей экономической деятельности МФХ, являющихся своеобразными индикаторами уровня цифрового развития и позволяющих с той или иной степенью вероятности определить их цифровой потенциал в контексте интеграции малых форм в цифровые экосистемы агробизнеса и экосистему цифровой экономики в целом. В качестве такого рода индикаторов могут быть использованы [1, 2]:

– виды цифровых технологий, используемых агроформированиями;

– влияние размеров предприятия на степень внедрения цифровых технологий;

– востребованность цифровых технологий в зависимости от вида экономической деятельности;

– внедрение облачных сервисов сельскохозяйственными товаропроизводителями;

– применение различными субъектами хозяйствования технологий Big Data и IoT в процессе производства сельскохозяйственной продукции [6, 10];

– уровень использования когнитивных и предиктивных технологий сельскохозяйственными организациями и др.

Волгоградская область, будучи одним из ключевых промышленных центров Южного федерального округа, демонстрирует ярко выраженную отраслевую специфику, где промышленное производство занимает доминирующее положение. Однако, несмотря на это, агропромышленный комплекс (АПК) региона, даже составляя не более пятой части валового регионального продукта, играет весьма заметную и стратегически важную роль в сельхозпроизводстве всего ЮФО. Анализ регионального аспекта обозначенной проблематики позволяет глубже понять место и потенциал регионального АПК.

Отраслевая структура экономики Волгоградской области традиционно ориентирована на индустриальное развитие. Крупные промышленные предприятия, в том числе в металлургии, машиностроении и химической промышленности, формируют значительную часть валового регионального продукта. Это создает определенный дисбаланс, где доля сельского хозяйства выглядит относительно скромной. Тем не менее, нельзя недооценивать вклад агропромышленного комплекса в общую структуру региональной экономики. По валовым показателям производства сельскохозяйственной продукции Волгоградская область уверенно занимает третье место среди регионов Южного федерального округа. Это свидетельствует о наличии значительного производственного потенциала, развитой инфраструктуры и квалифицированных кадров в аграрном секторе.

Несмотря на преобладание растениеводства, животноводческий сектор также вносит свой вклад в общий объем производства. Развиваются направления молочного и мясного скотоводства, птицеводства и свиноводства. Важным аспектом является развитие перерабатывающих мощностей, которые позволяют создавать продукцию с высокой добавленной стоимостью. Это способствует не только увеличению доходов аграриев, но и насыщению регионального рынка качественными продуктами питания.

Третье место в ЮФО по объему сельхозпроизводства подчеркивает роль Волгоградской области как важного поставщика продовольствия для всего округа. Продукция, произведенная в регионе, поступает на рынки соседних субъектов федерации, способствуя обеспечению продовольственной безопасности и развитию межрегионального экономического сотрудничества.

Несмотря на достигнутые успехи, агропромышленный комплекс Волгоградской области сталкивается с рядом вызовов, характерных для многих регионов России:

– засушливый климат некоторых районов региона требует внедрения современных технологий орошения и использования засухоустойчивых сортов;

– усиление конкуренции на внутреннем и внешнем рынках требует повышения качества продукции и снижения издержек производства;

– привлечение инвестиций в модернизацию производства, развитие инфраструктуры и внедрение инновационных технологий является ключевым фактором для дальнейшего роста;

– обеспечение аграрного сектора квалифицированными кадрами, в том числе молодыми специалистами, остается актуальной задачей.

С 1 января 2026 года в России введены в действие изменения в госпрограмме «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». Центральное место в указанном документе занимают правила предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на поддержку приоритетных направлений малого агробизнеса, которые, по мнению разработчиков программы, должны определить направления развития малого сектора аграрной экономики на ближайшие годы и на перспективу [4]. Осуществить структурированный анализ данного документа в рамках настоящего исследования не представляется возможным, в силу большого массива информации, содержащейся в новеллах госпрограммы, и ограниченности объемов настоящего исследования. Вот лишь, некоторые из наиболее важных ее элементов.

1. Предоставление грантов заявителям, являющимся крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, в виде грантов на развитие фермерского хозяйства в размере от 5 до 30 млн рублей, в зависимости от процента финансирования проекта за счет собственных средств грантополучателя.

2. Субсидирование финансового обеспечения (возмещение) до 60 процентов затрат К(Ф)Х (в случае если хозяйство является производителем органической продукции – до 70 процентов затрат), но не более 20 млн рублей (за исключением затрат, возмещаемых в составе гранта на развитие фермерского хозяйства).

3. Предоставление участникам СВО финансирования в виде гранта «Агромотиватор» в размере не более 7 млн рублей – на разведение крупного рогатого скота и 5 млн рублей – на иные цели.

4. Возмещение части затрат агро-агрегаторов, осуществляющих деятельность по закупке, переработке и последующего сбыта фермерской сельхозпродукции. Возмещение дифференцированное: 10 % затрат, если объём закупленной у фермеров продукции варьируется от 5 млн до 25 млн рублей, 12 % затрат – если объём закупок колеблется в пределах от более чем 25 млн до 50 млн рублей, и 15 % затрат – для закупок объёмом более 50 млн рублей.

5. Возмещение затрат малым хозяйствам на запуск газопоршневой установки, с помощью которой вырабатывается электричество, необходимое для сельхозпроизводства. При этом размер такого возмещения не должен превышать 10 млн рублей на одно малое хозяйство.

Таким образом, потенциал агропромышленного комплекса Волгоградской области продолжает оставаться на достаточно высоком уровне. Стратегическое значение региона, его природно-климатические ресурсы и уже имеющийся производственный опыт создают прочную основу для дальнейшего роста малого агробизнеса. Активное внедрение инноваций, поддержка со стороны государства, развитие цифровых технологий и повышение инвестиционной привлекательности позволят АПК Волгоградской области не только укрепить свои позиции в ЮФО, но и внести еще больший вклад в экономическое развитие региона и страны в целом.

Список использованной литературы

1. Абашкин В. Л., Абдрахманова Г. И., Вишневский К. О. Индикаторы цифровой экономики: 2024: статистический сборник. Москва: Изд-во НИУ ВШЭ, 2024. 276 с.

2. Абашкин В. Л., Абдрахманова Г. И., Вишневский К. О. Цифровая экономика: 2024: краткий статистический сборник. Москва: Изд-во НИУ ВШЭ, 2024. 124 с.

3. Ламанов С. В. Новые вызовы и перспективы развития малых форм хозяйствования на селе // Москва: МГУ им. М. В. Ломоносова. Евразийский центр по продовольственной безопасности. 2023. https://ecfs.msu.ru/resources/analitycs/novyie-vyizovyi-i-perspektivyi-razvitiya-malyix-form-xozyajstvovaniya-na-sele?ysclid=m0tdhdlyam710260148

4. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: постановление Правительства Российской Федерации от 23.12.2025 № 2110. http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202512240037?index=3

5. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы: указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203. http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919

6. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства РФ от 12.04.2020 № 993-р. https://docs.cntd.ru/document/564654448

7. Попова Л. В. Устойчивое развитие АПК Волгоградской области в условиях цифровой трансформации // Региональная экономика. Юг России. 2023. Т. 11. № 2. С. 217–229.

8. Попова Л. В. Диффузия аграрных инноваций в условиях трансформации региональной экономики к новому технологическому укладу // Естественно-гуманитарные исследования. 2023. № 4 (48). С. 283–289.

9. Попова Л. В. Формирование цифровых бизнес-экосистем в аграрном секторе региональной экономики // Вестник академии знаний. 2023. № 4 (57). С. 238–246.

10. Цифровая трансформация сельского хозяйства России. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 80 с.

УДК 658.562:004.9

ПРЕИМУЩЕСТВА И БАРЬЕРЫ ИНТЕГРАЦИИ АГРОПРЕДПРИЯТИЙ С ЦИФРОВЫМИ МАРКЕТПЛЕЙСАМИ

Попова Л. В., *д. э. н, профессор*
Быстров Р. Д., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Проведен комплексный анализ интеграции агропредприятий с цифровыми маркетплейсами. Рассмотрены ключевые экономические и операционные преимущества, такие как расширение рынков сбыта и повышение эффективности, а также системные барьеры, включая технологические, организационные и регуляторные ограничения. Особое внимание уделено факторам, влияющим на успешность цифровой трансформации в агросфере.

Ключевые слова: *агропредприятия, цифровые маркетплейсы, электронная коммерция, цифровизация сельского хозяйства, барьеры внедрения, цепочка создания стоимости.*

Одной из актуальных тенденций развития агропродовольственного рынка является его цифровизация и расширение каналов сбыта через онлайн-платформы. Деятельность современных агропредприятий сопряжена с необходимостью оптимизации логистики, повышения прозрачности цепочек поставок и выхода на новых потребителей. Интеграция с цифровыми маркетплейсами позволяет не только расширить географию продаж, но и получить прямой доступ к данным о спросе, сократить операционные издержки за счет автоматизации процессов продаж и взаимодействия с клиентами. Однако данный процесс сталкивается с комплексом технологических, экономических и организационных барьеров, особенно выраженных в условиях сельскохозяйственного производства. Для их преодоления необходимо проанализировать ключевые преимущества интеграции с цифровыми торговыми площадками для агропредприятий, выявить и систематизировать основные технологические, экономические и организационные барьеры интеграции, исследовать факторы, влияющие на успешность цифровой трансформации каналов сбыта в АПК.

Современные цифровые маркетплейсы, такие как «Ozon», «Wildberries» и «СберМегаМаркет», представляют собой комплексные технологические платформы, обеспечивающие дистанционное взаимодействие между продавцом и покупателем, а также автоматизацию ключевых процессов: совершения транзакций, организации логистики и клиентского обслуживания. Интеграция предприятий АПК с данными площадками способствует диверсификации каналов сбыта, мини-

мизации зависимости от традиционных цепочек посредников и формированию прямых устойчивых коммуникаций с конечным потребителем [1; 2; 8].

Несмотря на растущий тренд, уровень проникновения цифровых маркетплейсов в сбытовые стратегии агропредприятий остается неоднородным и в целом невысоким, особенно среди малых и средних производителей.

Таблица 1 – Использование цифровых маркетплейсов российскими сельхозпроизводителями (по данным исследований, 2023-2025 гг.)

Параметр	Данные	Комментарий
Доля с/х производителей, использующих маркетплейсы как значимый канал сбыта	~15 %	Основная активность сосредоточена у крупных агрохолдингов и нишевых фермерских брендов.
Наиболее популярные категории АПК-товаров на маркетплейсах	1. Готовые продукты (сыры, колбасы, мед, консервация) 2. Сухие товары (крупы, мука, макароны, чай, кофе) 3. Свежие продукты (овощи, фрукты, мясо, рыба) – растет сегмент премиального качества с быстрой доставкой.	Скоропортящаяся свежая продукция имеет меньшую долю из-за высоких логистических барьеров.
Ключевые сдерживающие факторы (по мнению производителей)	1. Сложность техн. и орг. процессов интеграции (42 %) 2. Высокие комиссии и логистические расходы (38 %) 3. Нехватка знаний и опыта (35 %) 4. Несоответствие стандартов продукции (упаковка, сертификация) (28 %)	Данные НАФИ и др. исследований подтверждают мультифакторность барьеров.
Основные ожидаемые выгоды	1. Расширение географии продаж (65 %) 2. Рост объема продаж (58 %) 3. Прямой контакт с конечным потребителем (45 %) 4. Усиление бренда (40 %)	Мотивация связана с поиском новых рынков и повышением маркетинговой эффективности.

Источник: составлено автором по данным НАФИ [3], РАЭК, отраслевым опросам.

Данные отраслевых исследований, представленные в таблице 1, подтверждают, что процесс цифровизации сбыта в АПК находится на ранней, переходной стадии. Показательной является крайне низкая – всего около 15 % – доля производителей, для которых онлайн-площадки стали значимым каналом продаж. Это свидетельствует о

том, что основная масса агропредприятий, особенно малых и средних, либо вообще не присутствует на маркетплейсах, либо использует их эпизодически, не рассматривая как стратегический канал. Активная деятельность сосредоточена в двух полюсах: у крупных агрохолдингов, обладающих необходимыми ресурсами, и у нишевых фермерских брендов, для которых маркетплейсы являются идеальным инструментом для прямого выхода на премиальную аудиторию.

Структура продаваемых товарных категорий четко отражает влияние логистических барьеров. Лидируют готовые и сухие продукты (сыры, мед, крупы, чай), чья транспортабельность и срок хранения минимизируют операционные риски. Категория свежих продуктов, хотя и демонстрирует рост, остается наиболее сложной. Ее развитие сконцентрировано в сегменте продукции премиального качества, где высокая цена может компенсировать издержки на организацию быстрой доставки и холодовой цепи. Это указывает на то, что логистическая инфраструктура и стандарты АПК пока плохо адаптированы под массовые онлайн-продажи скоропортящихся товаров [5].

Анализ сдерживающих факторов раскрывает мультифакторную природу барьеров, где организационно-технологические сложности лидируют (42 %). Для агропредприятия, особенно традиционного, интеграция – это не просто открытие витрины, а глубокая перестройка процессов: от упаковки и предпродажной подготовки до интеграции IT-систем. Высокие комиссии и логистические расходы (38%) формируют существенный экономический барьер, снижая маржинальность и делая невыгодными продажи низкодоходных товаров. При этом почти равная доля (35 %) респондентов указывает на дефицит внутренних компетенций (знаний и опыта), что подчеркивает критическую важность кадрового и образовательного аспекта цифровой трансформации.

Параллельно с этим данные об ожидаемых выгодах раскрывают мотивацию пионеров интеграции. Главным драйвером является поиск новых рынков: расширение географии (65 %) и рост объемов продаж (58 %) – ключевые цели. Это говорит о том, что производители рассматривают маркетплейсы в первую очередь как инструмент сбытовой экспансии, а не только оптимизации. При этом значительная часть (45 %) осознает ценность прямого контакта с потребителем, что открывает возможности для получения обратной связи, развития бренда (40 %) и формирования лояльности, минуя традиционных посредников.

Таким образом, данные таблицы рисуют картину противоречивого, но динамичного перехода. С одной стороны, существует ясное понимание стратегических преимуществ интеграции с цифровыми площадками, связанных с рыночной экспансией и диджитализацией взаимоотношений с клиентом. С другой – массовому внедрению пре-

пятствует сложный комплекс взаимосвязанных барьеров, где высокая стоимость и технологическая сложность процесса «входа» превалируют над явными, но отложенными во времени выгодами. Это создает «окно возможностей» для кооперативных моделей, аутсорсинговых сервисов и государственных программ поддержки, призванных снизить первоначальный порог для большинства сельхозпроизводителей.

Ключевыми преимуществами интеграции являются: экспансия рынков сбыта за счет преодоления географических ограничений; повышение операционной эффективности через автоматизацию рутинных процессов оформления и оплаты заказов; получение ценной аналитики о потребительском спросе и поведении; усиление бренда и повышение его цифровой узнаваемости. Совокупность этих факторов создает предпосылки для роста доходности и укрепления конкурентных позиций сельскохозяйственных производителей [9, 10].

Однако процесс интеграции сопряжен со значительными барьерами. Технологические барьеры включают недостаточный уровень развития цифровой инфраструктуры в сельской местности, низкую цифровую грамотность персонала и сложности интеграции внутренних систем управленческого учета предприятия (таких как ERP) с API маркетплейсов. Экономические барьеры представлены высокими комиссионными сборами платформ, затратами на организацию логистики «последней мили», специальную упаковку, соответствующую стандартам онлайн-торговли, а также маркетинговые бюджеты для внутреннего продвижения товаров на площадке. Организационные барьеры связаны с необходимостью реструктуризации бизнес-процессов под онлайн-формат, обеспечения сохранения качества и свежести продукции на этапе доставки, а также с дефицитом компетенций в области digital-маркетинга и электронной коммерции [6].

Отраслевая специфика АПК, такая как сезонность производства, зависимость от погодных условий, нестандартность продукции и короткие сроки ее хранения, формирует дополнительные специфические барьеры. Для эффективной работы на маркетплейсе требуется отлаженная система оперативного сбора, предпродажной подготовки и отправки скоропортящихся товаров, что требует значительных инвестиций в логистическую инфраструктуру, включая хабы и непрерывную холодовую цепь.

Показательным примером успешной интеграции является опыт ряда крупных агрохолдингов и фермерских кооперативов, которые создали выделенные подразделения е-коммерции и наладили поставки продукции на ведущие площадки. Ключевыми факторами их успеха стали: целевые инвестиции в предпродажную подготовку товара (качественные фотоснимки и детализированные описания), интеграция систем управления складом (WMS) с платформой маркетплейса для автоматизации отгрузок, а также активная системная работа с потребительскими отзывами и рейтингами.

Тем не менее, для большинства средних и мелких сельхозпроизводителей барьеры входа остаются высокими. Согласно данным исследования Национального агентства финансовых исследований (НАФИ) за 2024 год, только около 15 % российских сельхозпроизводителей используют онлайн-площадки в качестве значимого канала сбыта. Основными сдерживающими факторами респонденты называют сложность технических и организационных процессов интеграции (42 %), высокие комиссии и логистические расходы (38 %), а также нехватку специализированных знаний и опыта (35 %) [3].

На основе проведенного анализа преимуществ и барьеров интеграции агропредприятий с цифровыми маркетплейсами предлагаются следующие меры для повышения эффективности данного процесса и минимизации сопутствующих рисков.

Поэтапное внедрение и снижение порога входа. Начинать интеграцию следует с пилотных проектов, ограниченных по ассортименту и географии. Целесообразно выбрать наиболее транспортабельную и устойчивую к хранению продукцию для отработки логистических и операционных процессов. Это позволит получить первый опыт и «быстрые победы» с минимальными издержками, не ставя под угрозу основной бизнес.

Стратегическое партнерство и аутсорсинг. Для преодоления ключевых барьеров малым и средним предприятиям рекомендуется рассмотреть модели сотрудничества с агрегаторами, специализированными фулфилмент-сервисами или фермерскими кооперативами. Такое партнерство позволяет разделить затраты на логистику «последней мили», холодовую цепь и упаковку, а также воспользоваться готовой экспертизой в области digital-маркетинга и управления карточками товаров.

Инвестиции в цифровую грамотность и выделенные кадры. Необходимо целенаправленно развивать внутренние компетенции. Рекомендуется создание или выделение ответственного е-коммерс-подразделения (или менеджера), а также организация регулярного обучения сотрудников основам работы на маркетплейсах, аналитике данных и клиентскому сервису в цифровой среде. Для технологических задач допустимо привлечение внешних консультантов на этапе настройки и интеграции.

Фокус на отраслевых стандартах качества и логистики. Успех на маркетплейсе напрямую зависит от предсказуемого качества и скорости доставки. Требуется адаптировать внутренние процессы сбора, сортировки и фасовки под стандарты онлайн-торговли, гарантирующие сохранность и презентабельный вид сельхозпродукции. Приоритетом должно стать построение отлаженной цепочки от поля до конечного потребителя.

Системная работа с цифровым профилем и данными. Необходимо рассматривать страницу на маркетплейсе как важный цифровой актив. Важно инвестировать в качественный контент (фото, видео, описания), активно и профессионально работать с клиентскими отзывами и рейтингами, а также постоянно анализировать предоставляемую платформой аналитику для оптимизации ассортимента, цен и маркетинговых активностей.

Результаты анализа подтверждают, что интеграция с цифровыми маркетплейсами является действенным инструментом диверсификации сбыта для АПК, однако ее эффективность напрямую обусловлена способностью предприятия преодолеть комплекс технологических, экономических и организационных барьеров. Для крупных агрохолдингов оптимальным путем является построение собственной е-коммерс-экосистемы с глубокой интеграцией. Для среднего и малого бизнеса ключом к успеху выступают кооперация, использование аутсорсинговых сервисов и фокус на постепенном наращивании компетенций, что позволяет снизить первоначальные риски и затраты.

Список использованной литературы

1. «СберМаркет» для бизнеса: как продавать продукты питания. https://sbermarket.ru/business

2. Wildberries: Партнерская программа для поставщиков сельхозпродукции. https://www.wildberries.ru/services/partners/delivery

3. Исследование НАФИ: Цифровизация агробизнеса в России — 2024. https://нафи.рф/analytics/tsifrovizatsiya-agrobiznesa-v-rossii-2024/

4. Как агропроизводителю выйти на маркетплейсы: инструкция от Ozon. https://seller.ozon.ru/news/kak-agroproizvoditelyu-vyyti-na-marketpleysy-instruktsiya-ot-ozon/

5. Костин В. Л. Логистика скоропортящейся продукции в электронной торговле: учебное пособие. Москва: ИНФРА-М, 2023. 189 с.

6. Петрова А. С. Цифровая трансформация сбыта в агропромышленном комплексе: возможности и риски // Экономика сельского хозяйства. 2024. № 3. С. 45-58.

7. Трансформация продовольственного ритейла: роль маркетплейсов. Аналитический отчет АКИТ (Ассоциация компаний интернет-торговли). https://akit.ru/wp-content/uploads/2024/12/report-marketplaces-food-2024.pdf

8. Электронная торговая площадка «Яндекс Маркет» для поставщиков. https://yandex.ru/support/marketplace/onboarding/index.html

9. Popova L. V., Balashova N. N., Ivanov V. V., Bocharnikov V. S. Prospects for the development of the digitalization of the regional agro-industrial complex) // Competitive Russia: Foresight model of Economic and Legal Development in the Digital Age: XVIII Scientific and practical International Conference. Volgograd, 2019. V. 111. Pp. 687-694.

10. Korobeynikova O. M., Korobeynikov D. A., Popova L. V., Chekrygina T. A., Melikhov V. A. Russian agribusiness and digital ecosystems: ways of interaction // Springer Nature. Lecture Notes in Networks and Systemsthis link is disabled. 2023. 574 LNNS. Pp. 1205–1215.

УДК 338.48:004.9

АКТУАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ТУРИЗМЕ

Саакян М. А., *к. э. н., доцент*
Антамошкина Е. Н., *к. э. н., доцент*
Моргачев И. В., *д. э. н., профессор*
Казиева З. М., *ст. преподаватель*

Армянский государственный экономический университет
г. Ереван, Республика Армения
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Раскрыто содержание процессов цифровой трансформации туризма в современных условиях активного развития цифровой экономики. Отмечена особая роль цифровизации на рынке туристских услуг. Обозначены ключевые характеристики цифровой трансформации в туризме, связанные с повышением конкурентоспособности и экономической эффективности предприятий туристской индустрии, продвижением национального туристского продукта на международном рынке, формированием условий для устойчивого развития.

***Ключевые слова*:** *туристская индустрия, туризм, цифровизация туризма, цифровая трансформация экономики, цифровая инфраструктура.*

В современном мире цифровизация затронула почти все сферы деятельности. Цифровизация в сфере экономики и бизнеса связана с постепенным внедрением цифровых технологий в процесс экономической деятельности, замещением стандартных процессов цифровыми. Цифровизация – это не только разработка и внедрение искусственного интеллекта, интернет технологий, беспроводных коммуникаций, интерактивных сервисов, это также и развитие таких сфер, как большие данные, виртуальная и дополненная реальность, блокчейн, робототехника.

Так внедрение цифровых технологий, к примеру, в сельскохозяйственную деятельность или агротуристическую сферу имеет ряд проявлений, среди которых особую роль играют «умные деревни», которые наряду с «умными городами» стали достаточно популярными, особенно в регионах, фокусирующихся на развитии АПК и привлечении туристов.

Развитие цифровых технологий меняет современный мир и модели социальных взаимоотношений. В целом процессы цифровой трансформации реализуются посредством замещения различных бизнес-процессов современными цифровыми технологиями. Не является исключением и индустрия туризма, в которой также активно

появляются инновационные бизнес-модели и новые механизмы реализации традиционных мероприятий. Цифровизация ведет к изменениям в социально-экономических показателях: как правило, способствует росту производительности труда и эффективности производственных процессов в целом.

Можно утверждать, что пандемия COVID-19 выступила катализатором демонстрации реального потенциала цифровых технологий [11]. Однако, следует отметить также и про, так называемый, «парадокс цифровизации», который доказывают ряд исследований. Интересно, что некоторые исследования показывают, что по сравнению с другими ресурсами цифровые технологии не оказывает существенного влияния на производительность предприятий [2, 6]. Так исследование, проведенное в Индонезии, а именно в Джакарте на основе анализа данных, полученных при рассмотрении результатов работы трех-, четырех- и пятизвездочных гостиниц, доказало интересную закономерность. Так согласно данному исследованию цифровизация именно в сфере гостиничного бизнеса имеет положительное воздействие на динамические возможности организации, однако не влияет на показатели производительности компаний [6].

В соответствии с подходом Девида Тиса, динамические возможности организаций – это способности фирмы интегрировать, создавать и перестраивать внутренние и внешние компетенции для эффективного реагирования на быстро меняющуюся деловую среду [8]. Таким образом, цифровые технологии и их распространение в гостиничном бизнесе содействуют выявлению новых возможностей, использованию новейших технологий и трансформации организационных барьеров.

Аналогичный подход представлен в работах И. Сариа, Х. Саросо, исследователи подчеркивают важную роль цифровой зрелости в повышении эффективности динамических возможностей именно в малом и среднем предпринимательстве [6]. Цифровизация не только способствует развитию бизнес-моделей, но также создает совершенно новые цифровые бизнес-модели, основанные на сервисах искусственного интеллекта, на цифровых платформах и экосистемах [1].

В общем виде цифровые технологии можно разделить на 2 категории:

– вспомогательные технологии, например, интернет, социальные сети, веб-сайты;

– передовые технологии, например, блокчейн, большие данные, которые стимулируют рыночные инновации [4].

Воздействие цифровизации на бизнес-среду и процессы организации бизнеса очевидно, так как современные организации, особенно ведущие бизнес в сфере туризма, не могут обходиться без интернета сайтов, профилей в социальных сетях.

Для анализа ситуации цифровизации в сфере туризма в Республики Армения, рассмотрим вспомогательные технологии, так как прорывные технологии скорее воздействуют на крупные корпорации, а как известно, сфера туризма, в развивающихся странах ограничивается малым и средним предпринимательством почти на 85 % [9]. Каталог веб-сайтов ranks.am включает 38 туристических операторов и агентств, все они имеют собственные веб-сайты, 21 организация представлена в социальной сети Фейсбук, 13 – в Инстаграме, 9 – в Ютюбе [5]. Особо важную роль в процессе цифровизации играют социальные сети, так как они облегчают процесс сбора информации для туристов, с их помощью проще распространить данные, визуализировать контент и оперативно донести информацию до потребителя [10].

По данным 2025 года самой распространенной и широко используемой социальной сетью в мире является Фейсбук, на долю, которого приходится – 75,27 % всей доли рынка, далее на втором месте с показателем – 7,9 % Ютюб, Инстаграм с долей – 6,11 %, Твитер – 5,75 %, Пинтерест – 3,75 % и Линкдин – 0,47 %. В Армении картина немного отличается. Самой большей охват потребителей у социальной сети Фейсбук с долей – 48,4 %, далее Инстаграм с долей – 16,04 %, Твитер – 12,37 %, Пинтерест – 9,51 %, Ютюб – 8,44 % и Линкдин – 3,3 % [7].

Рассмотрим показатели, характеризующие доступность интернета, распространение мобильных телефонов и динамику туристов, приезжающих в Республику Армения (рисунок 1).

Для анализа взаимосвязи между показателями, характеризующими уровень цифровизации, необходимо построить матрицу корреляции Пирсона, приведенную в таблице 1.



Рисунок 1 – Динамика туристских прибытий, интернет охвата и распространения сотовой связи в РА с 2005-2023гг.

При помощи корреляционного анализа выясним взаимосвязь между количеством въездных туристов сначала с показателем, характеризующим уровень доступа в Интернет, а потом с количеством мобильных телефонов в Республике Армения. Таким образом, между показателями въездного туризма и интернет охватом присутствует положительная корреляция, между показателями въездного туризма и количеством сотовых телефонов на 100 человек умеренно сильная положительная корреляция.

Таблица 1 – Матрица корреляции Пирсона

Показатель	Количество въездных туристов
Интернет охват, %	0,717
Количество мобильных телефонов на 100 человек	0,671

Источник: составлено авторами.

В целом, в современных условиях цифровизация способствует повышению динамических возможностей организаций, способствует распространению информации в глобальной сети интернета, упрощает планирование поездок, дает доступ к цифровым платформам бронирования и улучшенной связи внутри страны, и все это способствует развитию туризма, в том числе на международном уровне. Следовательно, данные подтверждают, что инвестиции в цифровую инфраструктуру являются не только приоритетом экономического развития, но и фактором развития туризма. Органы государственного управления, бизнеса, представители туристской индустрии должны создавать условия для расширения доступа к интернету и мобильной связи в рамках более широких стратегий по привлечению и поддержанию международных туристических потоков.

Одним из перспективного направления развития туристской индустрии России и Армении является аграрный, сельский туризм. В «Концепции развития сельского туризма в России» на период 2016-2030 гг. обозначено, что агротуризм является перспективным направлением внутреннего туризма. Уже можно назвать целый ряд успешных проектов: агротуристический кластер «Клеопино» на Урале, в Тверской области агрокластер «Конаково-агротуризм», агротуристический эко-кластер в Калужской области.

Если говорить о возможностях развития агротуризма в условиях цифровизации, то особенную важность в данном процессе получают новейшие цифровые технологии, которые не только облегчают жизнь жителей сельских регионов, но и способствуют устойчивому развитию территорий за счет внедрения энергосберегающих и экологически чистых технологий. В целом, это повышает привлекательность жизни в сельской местности, в том числе и для молодежи. «Умные деревни» на сегодняшний день являются одним из наиболее популярных

инновационных подходов к развитию сельских регионов, способствуют экономическому росту, экологической устойчивости и повышению уровня социальной ответственности. Важно, что «умные» деревни способствуют созданию таких сельских сообществ, которые могут быть привлекательны для туристов разных возрастных категорий.

Современные цифровые технологии могут помочь в решении вопросов продвижения турпродукта, например, создание сайта с актуальным контентом, цифровизация объектов показа – установка табличек с QR кодами, с помощью которых туристы смогут получить информацию по осматриваемому объекту. На макроуровне развитию агротуризма будет способствовать: создание региональных агротуристических сетей (кластеров) посредством развития малого, семейного и индивидуального бизнеса на базе существующих туристских ресурсов сельской местности, имеющихся средств размещения и инфраструктуры, включая различные объекты и виды бизнеса, связанные с обеспечением агротуризма; создание специализированных агротуристических объектов, ориентированных на прием туристов и организацию их отдыха; создание сельскохозяйственных парков, многофункциональных туристических, выставочных, рекламно-экспозиционных, производственных комплексов, располагающих средствами размещения и соответствующей инфраструктурой.

Изменение структуры предприятия – это необходимый этап в инновационном развитии. Туристическая индустрия в основном состоит из малых и средних предприятий. Для выживания во все более конкурентной окружающей среде предприятия туризма, особенно малые, должны уменьшить операционные издержки. Реструктурирование и развитие механизмов сотрудничества помогают предприятиям приспособиться к изменениям и увеличить конкурентоспособность. В этой связи повышается необходимость в обоснованных и оперативных исследовательских работах на предмет вариативности в деятельности предприятий туризма и сервиса. Так крупный мировой туроператор Thomas Cook одним из первых начал приспосабливаться к новым требованиям рынка, и нашел инвесторов для проведения значительной цифровизации своего бизнеса на всех уровнях компании.

Цифровая трансформация способствует формированию эффективных каналов распределения в туристском бизнесе:

– традиционные посредники, фирмы турагенты корректируют свои бизнес-процессы, чтобы обновить предложение, повысить степень удовлетворенности потребителя;

– появляются современные электронные, цифровые «посредники», например, Expedia, ITN, чтобы использовать в своих интересах революцию IT;

– руководители турфирм развивают основанные на цифровых платформах интерфейсы с клиентами.

Современные достижения в телекоммуникациях, организации сети, обработке данных и электронном маркетинге обеспечивают много новых возможностей для бизнеса туризма и значительно воздействуют на традиционные бизнес-модели туризма. Применение цифровых технологий в туристической индустрии неизбежно приводит к процессу сокращения традиционного посредничества и способствует промышленному реструктурированию и новациям. Стратегическое использование новых информационных технологий в туристической индустрии является одним из важнейших аспектов развития туризма. В свою очередь, одно из главных мест в системе инноваций не только туризма, но и многих отраслей экономики отведено информации.

Удовлетворенность потребителя зависит от точности полученной информации о предстоящей поездке: чем больше у клиента информации о местах путешествия, тем больше у него выбор. А один из самых удобных способов для туриста выбрать оптимальный вариант – это современные компьютерные системы резервирования, успех которых не был бы возможен без развития цифровой трансформации. В целом, современные инновационные технологии и цифровые решения в будущем будут способствовать эффективному развитию отрасли туризма, как на международном, так и на региональном уровнях.

Список использованной литературы

1. Bouwman H., Nikou S., Molina-Castillo F. J., de Reuver M. The impact of digitalization on business models // Digital Policy, Regulation and Governance. 2018. V. 20 No. 2 Pp. 105–124.

2. Guo X. C., Li M. M., Wang Y. L. et al. Does digital transformation improve the firm's performance? From the perspective of digitalization paradox and managerial myopia // Journal of Business Research. 2023. V. 163. № 113868.

3. Honglan Jie, Leong Mow Gooi, Yanchun Lou Digital maturity, dynamic capabilities and innovation performance in high-tech SMEs // International Review of Economics & Finance. 2025. V. 99. № 103971.

4. Iranmanesh M., Ghobakhloo M., Nilashi M. et al. Applications of disruptive digital technologies in hotel industry: a systematic review // International Journal of Hospitality Management. 2022. V. 107. № 103304.

5. Ranking of web sites and social pages. https://www.ranks.am/en/youtube-channels-armenia/tourism-travel/travel-companies?fbclid=IwY2xjawQKNEJleHRuA2FlbQIxMABicmlkETJ0OW5ZNlluV1Q2OG5FSkVFc3J0YwZhcHBfaWQQMjIyMDM5MTc4ODIwMDg5MgABHqi2mkfZR8A1ROW1_XSR3ZpTdgucVuTsypLnjAy15QMg7zb10KGiHBdyHFQ_aem_zC89N175C9HblTLp2JNP0Q

6. Sarya I. N., Arief M. T. S., Saroso H., et al. The effect of information technology adoption, entrepreneurial orientation on dynamic capabilities and company performance. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2023. № 101 (1). Pp. 161–171.

7. StatCounter.com. https://gs.statcounter.com/social-media-stats/all/armenia; StatCounter.com https://gs.statcounter.com/social-media-stats#monthly-202501-202512-bar
8. Teece D. J., Pisano G., Shuen A. Dynamic Capabilities and Strategic Management. Strategic Management Journal. 1997. V. 18 (7). Pp. 509-533. http://www.jstor.org/stable/3088148
9. United Nations Conference on Trade and Development. E-commerce and development report 2005. United Nations. New York and Geneva, 2005. https://unctad.org/system/files/official-document/sdteedc20051_en.pdf
10. Xiang, Zheng, Gretzel Ulrike Role of Social Media in Online Travel Information Search // Tourism Management. 2010. V. 31. Pp. 179-188.

УДК 338.48:663.2

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭНОТУРИЗМА В АРМЕНИИ И РОССИИ

Саргсян Т. Р., *к. э. н., доцент*
Антамошкина Е. Н., *к. э. н., доцент*
Луценко Я. В., *преподаватель*

Армянский государственный экономический университет
г. Ереван, Республика Армения
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
ГБПОУ «Волгоградский строительный техникум»
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены современные особенности энотуризма. Раскрыто влияние энотуризма на экономику и развитие сельских территорий. Отмечена особая роль энотуризма в сохранении культурных традиций и гастрономии. Изучено значение событийных мероприятий, в частности, винных фестивалей в развитии энотуризма. Выделены проблемы энотуризма, связанные с инфраструктурой, брендингом туристических направлений и интеграцией рынка.

***Ключевые слова*:** *туристская индустрия, брендинг туристических направлений, энотуризм, эномаршруты, устойчивый туризм.*

В современных условиях энотуризм полностью вписывается в парадигмы устойчивого и экспериментального туризма. Устойчивый туризм делает акцент на долгосрочном экономическом, социальном и экологическом благополучии в местах назначения. Винный туризм поддерживает устойчивость, продвигая местные продукты, сохраняя сельскохозяйственные ландшафты и создавая экономические возможности в сельской местности. Поощряя посетителей знакомиться с местной культурой и природой, винный туризм способствует сохранению традиций и ландшафтов.

Экспериментальный туризм, с другой стороны, смещает акцент с пассивного осмотра достопримечательностей на активное, осмысленное участие. Путешественники ищут подлинные, насыщенные чувственными впечатлениями встречи, которые

способствуют более глубоким связям с местами и людьми. Винный туризм предоставляет эти возможности посредством интерактивных дегустаций, прогулок по виноградникам, бесед с виноделами и сезонных мероприятий, таких как фестивали урожая. Эти захватывающие мероприятия позволяют туристам непосредственно соприкоснуться с процессом виноделия, повышая удовлетворенность посетителей и эмоциональную связь с местом назначения.

Это двойное соответствие устойчивому и познавательному туризму подчеркивает способность винного туризма вносить вклад не только в экономическом, но и в культурном и социальном плане. Туризм является ключевым сектором экономики Армении с 1990-х годов, когда ежегодное число прибывающих туристов впервые превысило полмиллиона. Это достижение положило начало устойчивому росту туризма. Сектор продолжает расширяться и диверсифицироваться, привлекая более широкий круг иностранных туристов и внося значительный вклад в экономическое развитие страны.

В частности, с 2010 по 2023 год Армения зафиксировала ежегодный темп роста туризма около 12 %, достигнув рекордного показателя – почти 1,9 миллиона въездных туристов – и заняв 12-е место в списке 20 самых быстрорастущих туристических направлений мира. Однако в 2020 году пандемия COVID-19 и региональная геополитическая напряженность резко остановили эту тенденцию роста, что привело к самому низкому числу иностранных туристов с 2005 года. Несмотря на значительное увеличение числа посетителей в 2021 году, их количество не достигло уровня до начала пандемии.

Ситуация несколько улучшилась в 2022 году: Армения приняла 1,67 миллиона иностранных туристов в том году, отчасти благодаря притоку российских туристов после российско-украинского конфликта. Реальный подъем сектора был зафиксирован в 2023 году, когда страна впервые в своей истории достигла рекордной отметки в 2,3 миллиона посетителей, что на 40 % больше по сравнению с 2022 годом и примерно на 22 % больше по сравнению с 2019 годом. Благодаря этому достижению Армения в 2023 году заняла 14-е место в рейтинге стран с наилучшим развитием сектора по версии Всемирной туристической организации ООН, который рассчитывается на основе процентного изменения числа прибывших иностранных туристов по сравнению с 2019 годом [2]. Такая ситуация является основой для диверсификации видов туризма.

Известно, что главной целью большинства туристов, посещающих Армению, является историко-культурный и развлекательный туризм, в котором винный туризм или энотуризм занимает особое место. В последние годы армянское виноделие переживает возрождение, придавая новый импульс традициям

виноградарства и виноделия и возвращая себе место на мировой винной карте. Виноделие постепенно стало одним из ведущих секторов армянской экономики. Каждый год создаются новые виноградники и открываются новые винодельни.

Энотуризм оказывает положительное влияние на развитие не только винодельческих хозяйств, но и в целом на сельскую экономику, благополучие местных сообществ и сохранение культуры. Винный туризм создает диверсифицированные источники дохода для виноградников и местных предприятий. В регионах, успешно интегрирующих винные маршруты и фестивали, туризм способствует:

– увеличению прямых доходов за счет дегустаций, продажи туров и продукции;

– росту косвенных расходов на проживание, питание, транспорт и сувенирную продукцию;

– развитию сезонной и круглогодичной занятости для местных жителей [3; 4].

Объем мирового рынка винного туризма в 2024 году оценивается в 51,63 млрд долларов. Ожидается, что к 2030 году темпы роста составят 12,9 % [7]. Исследования в европейских винодельческих регионах показали, что организованные винные маршруты и мероприятия могут значительно повысить региональный экономический объем за счет стимулирования спроса на услуги гостеприимства и местную продукцию.

Многие мероприятия винного туризма проходят в сельской местности, где туризм может стабилизировать сокращающееся население, создавая рабочие места и улучшая инфраструктуру. Связывая виноградники с сельским жильем, музеями и гастрономическими маршрутами, туристические направления могут более равномерно распределять выгоды от туризма по регионам, а не концентрировать их в городских центрах.

Армения обладает уникальной основой для винного туризма, уходящей корнями в одну из древнейших в мире традиций виноделия. Армения широко признана одной из колыбелей мирового виноградарства, с традициями виноделия, насчитывающими несколько тысячелетий. Археологические находки в пещерном комплексе Арени-1 в районе Вайоцдзор свидетельствуют об организованном виноделии, датируемом примерно 4100 годом до нашей эры, что делает его одной из старейших известных виноделен в мире [9]. Эти находки подтверждают, что виноделие в Армении не было случайным явлением, вино исторически играло центральную роль в армянской культурной жизни, религиозных церемониях и повседневной социальной практике. Упоминания о виноградниках и вине встречаются в древних рукописях, средневековых хрониках и традиционном фольклоре, что подчеркивает символическое и

культурное значение вина. Эта глубокая историческая преемственность представляет собой ценный нематериальный объект культурного наследия, который повышает аутентичность и привлекательность Армении как направления винного туризма [1].

Для виноделия Армении характерны разнообразные микроклиматы, высокогорные виноградники и замечательное разнообразие местных сортов винограда. К наиболее известным винодельческим регионам относятся:

– Вайоц-Дзор – известный своими высокогорными виноградниками и высококачественными красными винами, особенно из сорта Арени Нуар;

– Араратская долина – традиционно ассоциируется с виноградарством и производством коньяка;

– Арагацотн – становится регионом как традиционного, так и современного виноделия;

– Армавир и Тавуш – все больше вовлекаются в экспериментальное и бутиковое виноделие.

Местные сорта винограда, такие как Арени Нуар, Воскехат, Кангун и Хатун Харджи, обеспечивают Армении значительное конкурентное преимущество, поскольку на мировых рынках винного туризма все больше ценятся аутентичность, биоразнообразие и уникальные терруары [10]. Эти местные сорта позволяют Армении позиционировать себя как нишевое направление, предлагающее винные впечатления, отличающиеся от массовых винных регионов.

За последнее десятилетие винодельческий сектор Армении пережил период модернизации и возрождения, чему способствовали частные инвестиции, международные партнерства и растущий глобальный интерес к «древним винодельческим культурам». В секторе доминируют малые и средние винодельни, многие из которых являются семейными предприятиями, и они все больше сосредотачиваются на качестве, истории и предложениях для познавательного туризма. Сегодня общая площадь виноградников в Армении составляет 15,5 тыс гектара, а число армянских виноделов достигло 150. В стране произрастает более 400 местных сортов винограда, 55 из которых используются в виноделии [1].

Национальные инициативы, включая винные фестивали, программы продвижения экспорта и участие в международных винных выставках, отражают растущую институциональную поддержку отрасли. Такие мероприятия, как Ереванские винные дни и региональные винные фестивали, стали важными платформами для продвижения армянских вин и развития винного туризма. Согласно национальным отчетам о туризме и отрасли, эти мероприятия способствуют повышению узнаваемости армянских вин среди иностранных туристов и туроператоров.

Несмотря на эти многообещающие тенденции, сектор сталкивается с проблемами, связанными с инфраструктурой, брендингом туристических направлений и интеграцией рынка. Для их решения потребуются скоординированные стратегии, использующие поддержку со стороны государства, участие местных сообществ и инновационные туристические продукты. Сочетание богатого винодельческого наследия Армении с современными тенденциями в туризме может сделать винный туризм катализатором устойчивого регионального развития и повышения его узнаваемости на мировом уровне [7].

На международном уровне Армения является развивающимся направлением винного туризма, пока еще относительно мало представленным в глобальных сетях энотуризма по сравнению с такими устоявшимися регионами, как Франция, Италия или соседняя Грузия. Однако древние традиции виноделия Армении, местные сорта винограда и компактная география создают прочную основу для дифференциации.

Проведение международных мероприятий, таких как Глобальная конференция ООН по винному туризму, способствовало включению Армении в глобальную карту винного туризма и свидетельствовало о признании правительством винного туризма в качестве стратегического инструмента развития. При надлежащем брендинге, развитии инфраструктуры и координации действий заинтересованных сторон Армения имеет потенциал для перехода от развивающегося направления к признанному нишевому направлению на мировом рынке винного туризма.

Энотуристы, как правило, включают в себя как местных жителей, интересующихся культурными и гастрономическими впечатлениями, так и иностранных путешественников, ищущих уникальные предложения, основанные на изучении конкретных мест. В глобальном масштабе растущая тенденция к получению впечатлений от путешествий привела к тому, что дегустации вин, экскурсии по виноградникам и участие в фестивалях стали ключевыми факторами выбора места назначения, а винный туризм в настоящее время вносит значительный вклад в доходы винодельческих предприятий по всему миру. Например, последние глобальные данные показывают, что винный туризм составляет значительную часть доходов винодельческих предприятий, при этом растет прибыльность и вовлеченность посетителей в непосредственные впечатления, такие как дегустации и экскурсии.

В Армении такие значимые мероприятия, как Ереванские дни вина, иллюстрируют этот двойной рыночный профиль. В 2024 году мероприятие посетило около 120 тыс. человек, из которых около 30 % составляли иностранные туристы, в основном из России, Китая, Японии и ряда европейских стран. Многие участники, как местные,

так и иностранные активно стремятся к культурному погружению через дегустацию вина, еды, музыки и знакомство с местными традициями во время фестиваля.

В целом, интеграция энотуризма с местной гастрономией, традиционными ремеслами и сельским размещением, например, гостевыми домами и эко-отелями может создать целостные туристические продукты. Сочетание гастрономических впечатлений с гостевыми домами и сельской местностью обогащает аутентичность предложения винного туризма и поддерживает связи в цепочке создания стоимости между туристическим и сельскохозяйственным секторами.

Энотуризм формирует возможности для развития малых и средних предприятий, расширяя спрос на местные услуги, такие как дегустационные залы, бутик-отели, услуги гидов и ремесла. По мере роста туристических потоков сельские малые предприятия получают прямой доход, создавая рабочие места в сфере гостеприимства, услуг гидов и связанных с ними цепочках создания стоимости. Интеграция сельских малых предприятий в экономику винного туризма может способствовать диверсификации местной экономической базы, сокращению оттока населения и укреплению устойчивости развития сельских территорий.

Список использованной литературы

1. Армения – одно из самых быстроразвивающихся туристических направлений в мире. https://armenpress.am/ru/article/1003584

2. Всемирная туристская организация (ВТО) // Всемирный барометр туризма. 2024. Том 22. Вып. 2.

3. Казиева З. М. Перспективы развития энологического туризма // Стратегические направления развития индустрии туризма на сельских территориях. Волгоград, 2024. С. 117-131.

4. Овчарова А. Ю., Казиева З. М. Развитие туризма на сельских территориях Волгоградской области (на примере села Караваинка) // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы международной научно-практической конференции. Волгоград, 2022. С. 170-176.

5. Саакян М. А. Формирование и развитие агротуристических кластеров в условиях цифровизации // Туризм: право и экономика. 2023. № 4 (80). С. 10-15.

6. Снапковская С. В., Антамошкина Е. Н. Векторы развития гастрономического туризма в Беларуси и регионах России // Туризм: право и экономика. 2019. № 2. С. 16-19.

7. Hakobyan Y., Gevorgyan A. The wine tourism as a development direction of vayots dzor region // Armenian Journal of Public Administration. 2025. № 22 (1).

8. Carlsen J., Charters S. Global Wine Tourism: Research, Management and Marketing. CABI, 2006.

9. Barnard H., Dooley A. N., Areshian G., Gasparyan B., Faull K. F. Chemical evidence for wine production around 4000 BCE in the Late Chalcolithic Near Eastern highlands // Journal of Archaeological Science. 2011. № 38 (5). Pp. 977-984.

10. Robinson J., Harding J., Vouillamoz J. Wine Grapes: A Complete Guide to 1,368 Vine Varieties. Allen Lane, 2012.

УДК 343.9

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УРОВЕНЬ ПРЕСТУПЛЕНИЙ В СФЕРЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Смотрова Е. Е., *к. э. н., доцент*
Шалдохина С. Ю., *к. э. н., доцент*
Донскова О. А., *к. э. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Проведен анализ влияния социально-экономических факторов на число выявленных преступлений экономической направленности в Волгоградской области с помощью статистических методов исследования. Получены множественные регрессионные модели в естественной и стандартизованной формах, характеризующие влияние числа разводов и индекса потребительских цен на число преступлений экономической направленности. Получен прогноз числа преступлений экономической направленности на перспективу, которые позволили сформулировать мероприятия для их снижения.

Ключевые слова: *цифровизация экономики, преступления экономической направленности, социально-экономические факторы, регрессионный анализ.*

В эпоху цифровизации экономическая преступность приобретает новые масштабы и формы, что делает её изучение критически важным для обеспечения устойчивого развития общества и государства. По данным МВД России, в 2024 году количество преступлений с использованием информационно-коммуникационных технологий достигло 765,4 тыс. случаев, что на 13,1 % превышает уровень 2023 года, а их доля в общей структуре преступности выросла до 40 % – максимума за последние пять лет. В 2024 году четыре преступления из пяти (84, 8%) были совершены с использованием интернета. Всего таких преступлений зарегистрировано 649,1 тыс., это на 23 % больше, чем годом ранее. Также в прошлом году выросло число киберпреступлений, совершенных с использованием средств мобильной связи. Если в 2023 году их было зарегистрировано почти 303 тыс., то в 2024 это число увеличилось на 14,3 % и составило 346 тыс. [3].

В Волгоградской области, несмотря на снижение количества выявленных преступлений экономической направленности с 2015 года по 2020 год почти в два раза (48,48 %), к отчетному году происходит их увеличение до 2462 ед. Однако преступления, совершенные в сфере экономической деятельности, с 1016 ед. в 2015 году, сократились до 237 ед. к 2024 году, т. е. в 4,29 раза (рисунок 1).

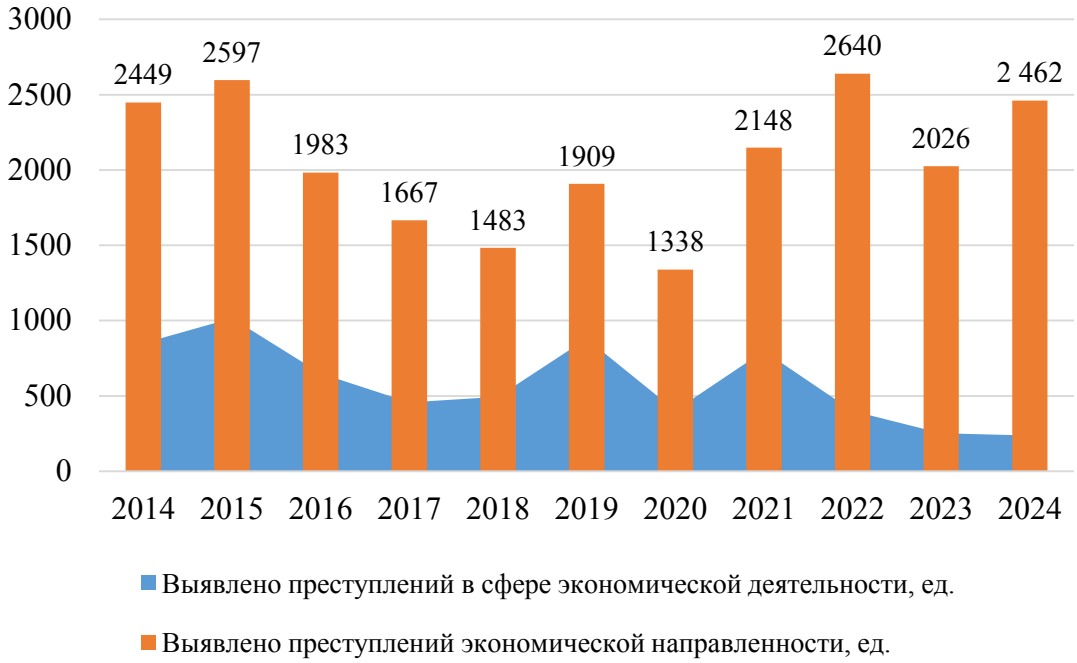


Рисунок 1 – Динамика выявленных преступлений экономической направленности в Волгоградской области, ед.

За анализируемый период наибольший удельный вес принадлежит преступлениям за изготовление или сбыт поддельных денег или ценных бумаг – 87,06 % в 2014 году и 44,30 % в 2024 году. Второе место составляют преступления, связанные с уклонением от уплаты налогов и сборов организаций в период 2014-2018 гг., а с 2019 года – физических лиц (рисунок 2).

Современные условия развития российской экономики эксперты оценивают, как неблагоприятные и формирующие среду для роста преступности под воздействием множества факторов, в первую очередь западных санкций против Российской Федерации. Изменение структуры экономических отношений способствует развитию теневой деятельности и повышению уровня преступности в стране [2; 7]. В связи с этим актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью выявления социально-экономических факторов, которые определяют увеличение экономической преступности в регионе, как необходимого этапа в разработке грамотной стратегии, направленной на обеспечение безопасности населения. Основываясь на вышеизложенных положениях, можно определить, что цель исследования заключается в проведении корреляционно-регрессионного анализа уровня экономической преступности в Волгоградской области для обоснования направлений борьбы с данной формой проявления теневой экономики в регионе [4].

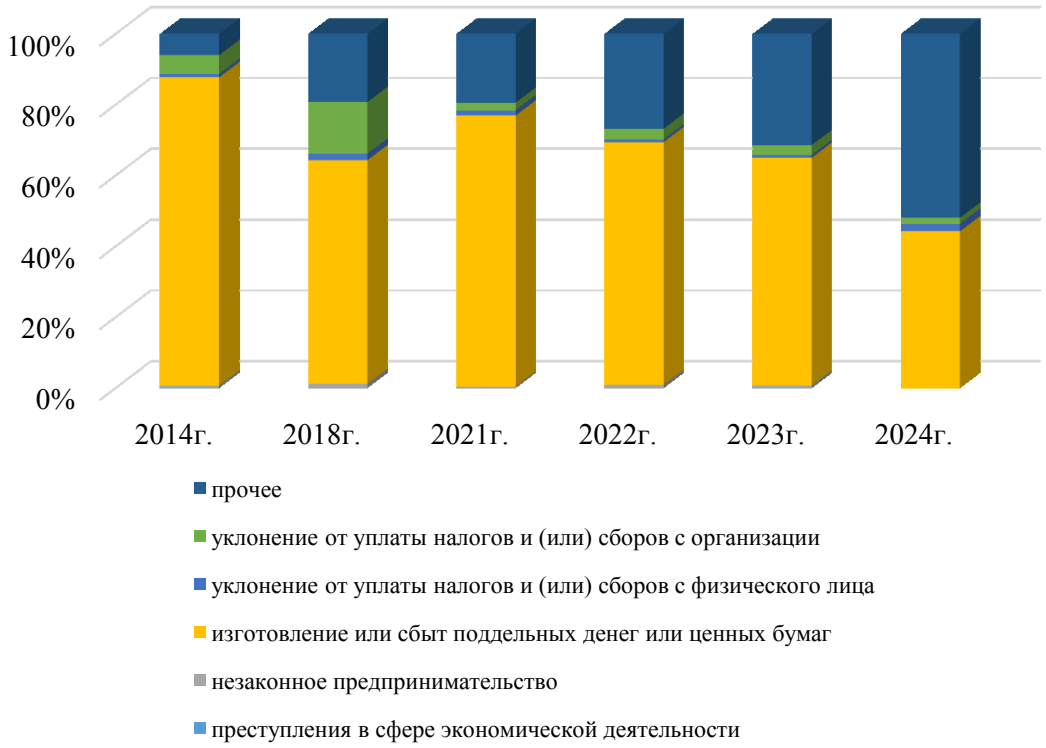


Рисунок 2 – Динамика и структура преступлений в сфере экономической деятельности в Волгоградской области за 2014-2024 гг., %

В рамках данного исследования предлагается использовать такие показатели социально-экономического развития Волгоградской области, которые в той или иной степени воздействуют на динамику числа выявленных преступлений экономической направленности:

x1 – численность населения на конец года, тыс. чел.;

x2 – среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел.;

x3 – численность безработных, тыс. чел.;

x4 – численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума, тыс. чел.;

x5 – среднедушевые денежные доходы в месяц, руб.;

x6 – среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике, руб.;

x7 – число разводов на 1000 чел. населения, ‰;

x8 – индекс потребительских цен, %;

x9 – число прибывших, чел.;

x10 – число выбывших, чел.

На первом этапе анализа построим матрицу парных коэффициентов корреляции для выявления коллинеарности и мультиколлинеарности между рассматриваемыми факторами (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица парных коэффициентов корреляции

	y	*x1*	*x2*	*x3*	*x4*	*x5*	*x6*	*x7*	*x8*	*x9*
y	1									
x1	-0,12	1								
x2	0,84	0,19	1							
x3	-0,33	0,93	-0,11	1						
x4	-0,25	0,95	0,01	0,90	1					
x5	0,32	-0,94	0,06	-0,90	-0,97	1				
x6	0,20	-0,96	-0,06	-0,89	-0,98	0,99	1			
x7	0,75	-0,01	0,82	-0,34	-0,14	0,12	0,04	1		
x8	0,86	0,09	0,80	-0,07	-0,12	0,16	0,05	0,59	1	
x9	-0,77	-0,08	-0,79	0,08	0,14	-0,20	-0,12	-0,64	-0,77	1
x10	-0,54	0,04	-0,53	0,06	0,27	-0,30	-0,28	-0,37	-0,65	0,88

Анализ матрицы показал, что факторы x2, x7, x8, x9, x10 достаточно тесно связаны с результативным, а факторы x3 и x4 дублируют друг друга. Сильная мультиколлинеарность наблюдается между факторами x1 с x5 (r_{x1x5} = -0,94), x1 и x6 (r_{x1x6} = -0,96); x9 с x7 (r_{x9x7} = -0,64) и x9 с x8 (r_{x9x8} = -0,77). Следовательно, в множественную линейную модель регрессии включим факторы x1, x7 и x8:

$$Yx_1x_7x_8 = -3766{,}88 - 2{,}043*x1 + 577{,}11*x7 + 79{,}65*x8$$
$$(-0{,}865) \quad (-1{,}235) \quad (2{,}047) \quad (3{,}773)$$

Проверка значимости коэффициентов регрессии с помощью t-критерия Стьюдента показала, что коэффициент при факторном признаке x_1 статистически незначим (вероятность 95 %), что указывает на необходимость исключения из модели численности населения на конец периода как статистически несущественных в оценке выявленных преступлений экономической направленности.

При исключении незначимого признака была получена статистически значимая модель множественной регрессии ($F_{расч.}$ = 19,34 при $F_{табл.}$ = 4,26) следующего вида:

$$Yx_7x_8 = -8651{,}83 + 603{,}19*x7 + 76{,}54*x8$$
$$(-4{,}579) \quad (2{,}078) \quad (3{,}537)$$

Необходимо отметить, что коэффициенты при a_0 и x_8 статистически значимы по t-критерию Стьюдента на уровне значимости α = 0,05 (95 %). Коэффициент детерминации, равный 0,829, указывает на то, что 82,9 % разницы в количестве выявленных преступлений в сфере экономической деятельности объясняется вариацией учтенных в модели факторов. Коэффициент множественной корреляции (R = 0,91) свидетельствует о достаточно сильной связи между результативным и факторными признаками. Отдельно отметим, что коэффициент при факторном признаке x_7 статистически значим на уровне α = 0,10 (90 %). В стандартизованном виде уравнение множественной регрессии имеет вид:

$$Y\ x_7x_8 = 0{,}375*\beta_1 + 0{,}638*\beta_2$$

Стандартизованные коэффициенты позволяют провести ранжирование предикторов по степени их влияния на отклик: индекс потребительских цен (x8) оказывает более сильное влияние по сравнению с числом разводов на 1000 чел. населения (x7), которое оказывает умеренное влияние на количество выявленных преступлений в сфере экономической деятельности в регионе.

Рассмотрим модель множественной регрессии в естественной форме, включающей два фактора x7 и x8 для возможности получения прогнозных оценок на краткосрочную перспективу. Оценка проводилась с помощью средней ошибки аппроксимации, критерия Дарбина-Уотсона и F-критерия Фишера.

Полученная модель показала положительные результаты по критериям и может быть пригодна для прогноза выявленных преступлений экономической направленности в Волгоградской области.

Для получения прогнозных оценок были получены линии тренда, наилучшим образом описывающие тенденции изменения числа разводов на 1000 чел. (x7) и индекса потребительских цен (x8). Полиномы различных степеней позволили получить прогнозные оценки факторных признаков на 2025-2027 гг. Подставив полученные оценки в выбранную модель регрессии был рассчитан прогноз на три периода вперед. Результаты прогноза свидетельствуют о том, что если число разводов в регионе будет увеличиваться наряду с индексом потребительских цен, количество преступлений экономической направленности также возрастёт и к 2027 году может достигнуть 2807 ед. По этой причине необходима разработка мероприятий, способных предотвратить рост показателя. В частности, предлагаются следующие мероприятия:

– для стабилизации семейных отношений разработка и внедрение программ семейного консультирования и психологической поддержки для снижения числа разводов; региональные субсидии на жилье и детские пособия, в том числе для многодетных семей, в целях укрепления института семьи [1; 5; 6];

– в целях предотвращения инфляционного давления мониторинг ИПЦ через региональные антимонопольные меры и субсидирование базовых товаров (продукты, ЖКХ); развитие локального производства для стабилизации цен и снижения зависимости от внешних факторов;

– в рамках профилактики экономической преступности развитие цифровизации финансового контроля: внедрение AI-мониторинга транзакций в банках и маркетплейсах Волгоградской области; проведение кампании по финансовой грамотности населения (школы, онлайн-курсы) для снижения уязвимости к мошенничеству [8, 9].

Список использованной литературы

1. Статистический сценарий развития человеческого капитала в аграрной сфере Волгоградской области / Н. Н. Балашова, И. А. Петерс, Е. Е. Смотрова, О. А. Донскова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2022. № 2. С. 44-50.

2. Логистический аспект в управлении в чрезвычайных ситуациях Волгоградской области / А. А. Викарев, И. А. Петерс, А. В. Сычева, С. Ю. Шалдохина, Е. Е. Смотрова // Прикладные экономические исследования. 2025. № 6. С. 22-23.

3. В России в 2024 году IT-преступления достигли пика за последние пять лет. https://tass.ru/proisshestviya/22978955

4. Факторный анализ уровня экономической преступности в Российской Федерации / К. Н. Горпинченко, С. К. Власенко, И. А. Черникова, С. Э. Сыпко // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. № 6. С. 28-36.

5. Донскова О. А. Формирование человеческого капитала аграрной сферы в трансформируемой экономической системе // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке: материалы XXVI Международной научно-производственной конференции. 2022. С. 23-24.

6. Запрос реального сектора экономики на квалифицированные рабочие кадры как фактор профессионального самоопределения / А. Г. Досова, Т. В. Даева, А. Т. Досов, У. К. Керимова // Современное аграрное образование: технологии, качество перспективы развития: материалы Международной научно-методической конференции. Волгоград, 2024. С. 414-417.

7. Колпакова Е. А. Экономическая и гуманитарная безопасность: стратегический подход к устойчивому развитию // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сборник IX Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2024. С. 1436-1440.

8. Состояние и перспективы цифровой трансформации аграрной сферы: региональный аспект / А. В. Немченко, О. А. Донскова, Н. В. Чернованова, Е. Е. Смотрова, И. А. Петерс // Инновации и инвестиции. 2023. № 8. С. 369-372.

9. Чернованова Н. В., Ягупова Е. В., Винокуров И. Цифровые платформы и технологии поддержки бизнеса // Казанский экономический вестник. 2024. № 1 (69). С. 68-73.

УДК 657.3:631.162

БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Чекрыгина Т. А., *к. э. н., доцент*
Егорова Е. М., *д. э. н., профессор*
Горбачева А. С., *к. э. н., доцент*
Сувонова Л. С., *д. т. н., профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия
Ташкентский государственный аграрный университет
г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. Проанализировано современное состояние бухгалтерского учета, выявлены произошедшие организационные и методические изменения в учетно-аналитической деятельности экономических субъектов, вызванные циф-

ровой трансформацией экономики. Выделены основные проблемы бухгалтерского учета и формирования отчетности в условиях цифровизации и определены дальнейшие перспективы развития данного процесса. По результатам исследования отмечено, что цифровизация процесса ведения и составления и сдачи отчетности представляется положительным вектором на пути развития бухгалтерского учета, способствующим повышению качества и прозрачности бухгалтерской финансовой отчетности.

Ключевые слова: *цифровая трансформация бухгалтерского учета, цифровизация экономики, искусственный интеллект, блокчейн, криптовалюта, цифровой актив, аутсорсинг.*

Цифровизация всех отраслей хозяйственной жизни в последнее время осуществляется высокими темпами, которые еще недавно даже трудно было себе представить. Современная отечественная экономика переживает глубокие социально-экономические изменения, в том числе, связанные с процессом перехода к цифровой экономике. Организации и частные лица все шире используют возможности информационной среды, базирующейся на больших данных [3]. Активно внедряются дистанционные сервисы, совершенствуются системы контроля выполнения работ таким образом, чтобы удаленный формат работы не отражался на качестве трудовых функций работников предприятий аграрной сферы. Современные средства связи, сервисы по передаче данных, использование электронной цифровой подписи и электронного документооборота эффективно используются в сложившейся ситуации. В таких условиях особую актуальность приобретают проблемы совершенствования учетно-аналитического механизма управления организацией. При этом, цифровизация все шире охватывает все аспекты жизнедеятельности российского бизнеса, включая институт бухгалтерского учета и формирования бухгалтерской финансовой отчетности [1].

Как уже было отмечено, не обходит стороной данный процесс и систему бухгалтерского учета экономических субъектов АПК. Хотелось бы вспомнить, что система бухгалтерского учета – это информационная система регистрации, обработки и передачи информации о фактах хозяйственной жизни экономического субъекта, которая всегда олицетворяла собой «микроэкономическую модель цифровой экономики» в различных сферах деятельности, поскольку оперировала особым «языком цифр», использовала «особую технологию записи цифр» (метод двойной записи) при отражении фактов хозяйственной жизни, наглядно эволюционировала в использовании носителей информации (от берестяных дощечек, бумажных регистров до электронного документооборота), и кардинально трансформировалась в средствах и технологии обработки цифровой информации (от простейших счет, счетных машин, арифмометров, калькуляторов, до современных программных продуктов и ИТ-технологий) [2].

Применение цифровых технологий с целью оптимизации процессов бухгалтерского учёта открывает перед предприятиями большие возможности и преимущества, такие как автоматизация рутинных задач при помощи роботов и искусственного интеллекта, прозрачность и безопасность (система блокчейн и электронный документооборот), оперативность (Интернет вещей), оптимизация. Но одновременно влекут за собой и недостатки, такие как: риск сокращения персонала, высокие затраты на внедрение, необходимость обучения персонала, зависимость от технологий, угроза безопасности [4].

Остановимся на некоторых проблемах в системе бухгалтерского учета, которые, на наш взгляд, неизбежно возникнут в связи с цифровизацией экономики, и это обстоятельство потребует существенного изменения системы его нормативного регулирования и кадрового обеспечения.

1. Изменение организации бухгалтерского учета в зависимости от типов организаций, которые будут функционировать в цифровой экономике, что потребует разработки учетной политики, учитывающей «виртуализацию» бизнес-среды.

Мы разделяем точку зрения ученых, которые выделяют три вида экономических субъектов: «предприятия традиционного уклада, имеющие бизнес и активы в «оффлайновом» мире, но активно использующие современные технологии в качестве своей инфраструктуры»; организации, «реализующие продукцию исключительно через виртуальные каналы и осуществляющие контакт со своим потребителем только через виртуальную витрину»; «виртуальные предприятия», которые не привязаны ни к какому физическому активу – сменить офис или серверную компанию, хранящую их данные, они могут, не приостанавливая деятельность» и «количество бизнес-моделей подобных компаний очень велико и постоянно дополняется за счет инновационных стартапов [6]. Цифровизация бухгалтерского учета также сказывается на развитие аутсорсинговых услуг в бухгалтерском учете. Бухгалтерский аутсорсинг часто рассматривают, как способ оптимизировать текущие расходы на бухгалтерию. Основной причиной перехода на аутсорсинг является потребность сократить затраты на бухгалтерию. Дорогие и компетентные сотрудники строят процессы, которые можно передать на поддержку массовому (дешевому) персоналу. Руководители проектов выстраивают процесс и учетную политику. Главные бухгалтеры отлаживают все процессы расчетчиков, кадровиков, валютный банк, ввод первички. IT-сотрудники осуществляют интеграции с IT-системами клиента, настраивают процесс обслуживания, берут 1С на хостинг.

Трудоемкие и механические операции переносят в регионы, где рабочая сила объективно дешевле. Стандартизированные процессы найма и адаптации персонала позволяют нанимать сотрудников с лучшим соотношением зарплаты и профессионализма.

2. Идентификация цифрового актива как принципиально нового объекта бухгалтерского учета.

В цифровой экономике, согласно Программе, «данные» становятся новым активом, причем, главным образом, за счет их альтернативной ценности, то есть по мере применения данных в новых целях и их использования для реализации новых идей. Как нам представляется, цифровые активы можно рассматривать как определенный вид нематериальных активов, поскольку учитывается информация об активах, не имеющая материально-вещественной формы [5].

В состав нематериальных активов, согласно Международному стандарту МСФО 38 «Нематериальные активы», в отличие от отечественного ФСБУ14/2022 «Нематериальные активы», включаются «знание рынка, списки клиентов, франшизы, отношения с клиентами или поставщиками, лояльность клиентов, доля рынка, права на сбыт и т.д.», которые относятся к «маркетинговым активам» [7]. Считаем, что их можно рассматривать как часть и разновидность цифровых активов, но в отечественной практике бухгалтерского учета даже они не являются учетными объектами, а относительно идентифицируемых «торговых марок» и «брендов» в бухгалтерском учете существует проблема оценки их стоимости. В связи с тем, что в цифровой экономике резко возрастает значимость интеллектуального капитала организации, актуализируется не решенная проблема его идентификации, учета и оценки стоимости, которая уже достаточно долго обсуждаются в научной среде [8].

3. Расширение сферы и количества «арендованных активов». Заслуживает внимание суждение специалистов, что новая бизнес-модель предприятия в цифровой экономике позволяет заменить продажу физического объекта на продажу его рабочего ресурса.

Например, «авиакомпания платит только за «время работающего двигателя в полете», так продажи заменяются арендой, а капитальные расходы – операционными». Этот факт также требует своего осмысления и изменения в методологии учета и идентификации «арендных активов», учитывая то, что начиная с 2019 года, согласно международным правилам, в активы организации включается арендованное имущество.

4. Появление нового цифрового финансового актива в виде криптовалюты и токена, которые пока не являются платежными средствами, но могут обмениваться. Возможно, в недалеком будущем, они также станут полноценным платежным средством, и учет этих активов будет синтезировать учет иностранной валюты и нематериального актива, а «майнинговые» виртуальные предприятия приравняют к участникам организованного «рынка цифровых финансовых активов», который должен будет иметь особую систему нормативного регулирования [9].

5. Повышение компетентности учетных кадров**:** в цифровой экономике не исчезает профессия бухгалтера, а приобретает новый контекст: он становится «партнером по бизнесу» и от него требуется не анализ прошлой информации, а оценка рисков бизнеса, гибкость в мышлении, стремление к постоянному совершенствованию своих компетенций. Изменения в профессиональной деятельности носят необратимый характер и требуют развития цифровых и аналитических навыков, новых компетенций для работников бухгалтерии. Переход от рутинного документооборота к аналитике данных и стратегическому планированию становится ключевым трендом. Иными словами, растет интеллектуально-цифровая составляющая профессии. На наш взгляд, успешность этой эволюции для каждого специалиста будет определяться готовностью к непрерывному освоению цифровых инструментов, росту и развитию системного, аналитического мышления.

Для организаций, различного рода предприятий и образовательных институтов императивом становится опережающая адаптация, а именно пересмотр должностных профилей, инвестиции в переподготовку и обучение сотрудников. В заключении хотелось отметить, что нами выделены только некоторые проблемы, с которыми неизбежно в цифровой экономике столкнутся бизнес-сообщество и регулятор системы бухгалтерского учета [10].

Таким образом, цифровая трансформация бухгалтерского учета и составления отчетности повышает прозрачность и увеличивает качество бухгалтерской отчетности, обеспечивает заинтересованным лицам более высокую степень уверенности в отношении учета и финансовой отчетности организаций. В свою очередь, системное и сбалансированное развитие информационных технологий для бухгалтерского учета и составления отчетности изменяет применяемые методы и модели в нем.

Список использованной литературы

1. Цифровые технологии и цифровая трансформация под современные реалии аграрного производства / Д. Анзилевич, В. Иванов, Н. Согласнова, Н. Балашова, А. Немченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 204. С. 500-513.

2. Варданян С. А., Шемет Е. С., Балашова Н. Н. Перспективы применения искусственного интеллекта в бухгалтерском учете и аудите // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 402-408.

3. Внедрение цифровых инструментов как предпосылка инновационного развития агропромышленного комплекса / О. А. Донскова, А. В. Немченко, Е. А. Колпакова, Е. В. Голубева // Международный научно-исследовательский журнал. 2025. № 12 (162).

4. Донскова О. А., Немкина Е. А. К вопросу о внедрении цифровых технологий в целях реализации продовольственной доктрины // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 221-226.

5. Егорова Е. М. Трансформация бухгалтерского учета в контексте цифровой экономики // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 13-19.

6. К вопросу о роли цифровых экосистем в построении постиндустриальной экономики / Е. М. Егорова, Т. А. Чекрыгина, Н. В. Чернованова, Е. В. Ягупова // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 246-251.

7. Мелихов В. А. Практические аспекты применения ФСБУ 14/2022 "Нематериальные активы" в учетно-контрольной деятельности субъектов агробизнеса // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 272-278.

8. Оценка применения технологий умного сельского хозяйства в деятельности агрохолдингов России / И. В. Моргачев, В. А. Мелихов, Т. А. Чекрыгина, А. С. Горбачева // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2025. № 12. С. 116-123.

9. Бухгалтерская финансовая отчетность в условиях цифровизации: проблемы и перспективы развития / Т. А. Чекрыгина, А. С. Горбачева, Е. В. Голубева, Л. С. Сувонова // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 326-332.

10. Направления цифровизации учета и аудита / Н. В. Чернованова, Е. В. Ягупова, Е. А. Дынникова, У. К. Керимова // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 474-479.

УДК 657.1/.6:004.9

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ И АУДИТЕ

Чернованова Н. В., *к. э. н., доцент*
Варданян С. А., *к. э. н., доцент*
Ягупова Е. В., *к. э. н., доцент*
Донец А. А., *студент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Раскрыт вопрос об особенности и направлении применения цифровых технологий в бухгалтерском учете и аудите в условиях развития цифровой экономики. Рассмотрены преимущества современных цифровых технологий. Изучено влияние автоматизации учетных процессов на повышение эффективности деятельности организаций, качество финансовой информации и транс-

формацию профессиональной роли бухгалтера и аудитора. Особое внимание уделено вопросам информационной безопасности, нормативного регулирования цифровизации и проблемам внедрения цифровых решений. В работе авторы кратко перечисли и дали характеристику некоторым современным программам, которые используются предприятиями для ведения учета и его проверки.

Ключевые слова: *цифровизация бухгалтерского учета, цифровые технологии, автоматизированный учет, облачные технологии, искусственный интеллект.*

В условиях ускоренного развития цифровой экономики всё больше организаций приходят к осознанию необходимости трансформации своих бизнес-процессов. Проникновение цифровых технологий затронуло практически все сферы хозяйственной деятельности, в том числе бухгалтерский учет и аудит. С момента постановки задачи перехода к цифровой модели одной из ключевых проблем стало создание и внедрение соответствующих технических решений и программных продуктов, способных обеспечить устойчивое функционирование учетных систем в новых условиях.

Широкое внедрение автоматизированных инструментов позволяет существенно сократить объем ручной работы, связанной с выполнением типовых учетных операций. Это, в свою очередь, открывает для бухгалтеров и аудиторов новые профессиональные возможности, связанные с анализом данных, моделированием отчетности и управлением информационными потоками. В результате формируется более комфортная и эффективная рабочая среда, растет производительность труда, повышается конкурентоспособность организаций, а также обеспечивается соблюдение корпоративных и отраслевых регламентов [8].

Анализ преимуществ цифровых технологий в бухгалтерском учете и аудите, выявление направлений их практического применения, а также оценка перспектив дальнейшей автоматизации учетных процессов и повышения прозрачности финансовой информации, является целью написания данной работы.

Использование цифровых решений способствует снижению доли ручного труда и минимизации ошибок, возникающих при расчетах. Современные условия требуют наличия специалистов, обладающих гибкими навыками и способных оперативно адаптироваться к новым цифровым инструментам. Автоматизация позволяет в разы сократить временные и трудовые затраты на выполнение рутинных процедур традиционного бухгалтерского учета и аудита, обеспечивая более быстрое и качественное выполнение сложных задач.

Особое значение приобретает стратегический подход к управлению данными, предполагающий обеспечение доступа к информации в режиме реального времени, высокий уровень защиты данных и совер-

шенствование методов формирования и реализации бизнес-стратегии. Оптимизация цифровых платформ, внедрение надежных и гибких систем создают технологическую основу для успешной цифровой трансформации, одновременно способствуя снижению операционных издержек и упрощению производственных процессов.

Важным элементом цифровой экономики становится электронный документооборот. Согласно Указу Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы», цифровая экономика определяется как хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства выступают данные в цифровой форме, а их обработка и анализ позволяют значительно повысить эффективность производства, хранения, реализации и оказания услуг по сравнению с традиционными подходами [2].

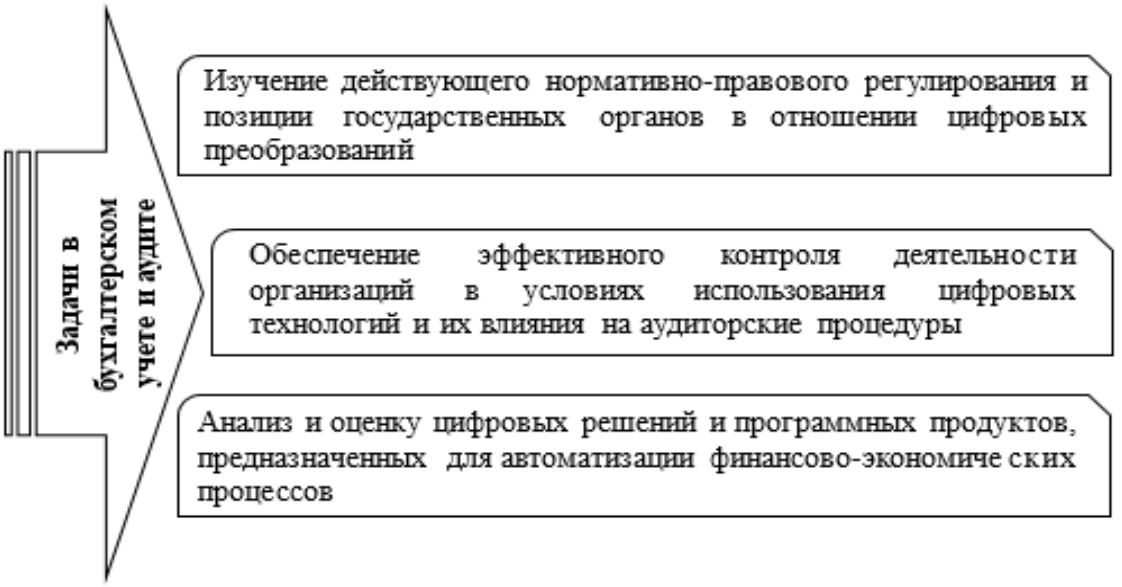


Рисунок 1 – Новые задачи в эпоху цифровизации в бухгалтерском учете и аудите

Для реализации указанной Стратегии можно выделить ряд последовательных этапов, включающих:

– разработку и внедрение программ цифрового развития;

– модернизацию инфраструктуры;

– формирование единого информационного пространства;

– обеспечение информационной безопасности;

– развитие инновационной экономики;

– распределение ответственности и ресурсов между участниками процесса.

Таким образом, государственная поддержка инновационных направлений играет существенную роль в распространении цифровых технологий во всех секторах экономики.

На сегодняшний день рынок предлагает широкий выбор программных решений для ведения бухгалтерского учета. Одним из ведущих разработчиков бухгалтерского программного обеспечения в России является компания «1С». Использование продуктов данной компании позволяет оптимизировать затраты времени, труда и финансовых ресурсов, сосредоточив их на развитии основной деятельности организации. Комплексные решения на платформе «1С» обеспечивают автоматизацию учетных процессов, координацию работы персонала, структурирование бизнес-процессов и формирование единой информационной базы без необходимости привлечения дополнительных IT-систем [1].

Существенное распространение в последние годы получили облачные технологии. Их ключевым преимуществом является отсутствие необходимости приобретения дорогостоящего оборудования и содержания специализированного персонала для его обслуживания. С их помощью возможно ведение финансового, управленческого и налогового учета, формирование отчетности, оформление первичной документации, а также расчет налогов и страховых взносов [5].

Компания «1С» предлагает несколько форм использования облачных решений:

– корпоративное облако;

– облако для холдинговых структур;

– облачные сервисы для взаимодействия с клиентами;

– технологию «1С: Фреш», позволяющую работать через интернет без установки программного обеспечения.

Преимущества облачных технологий заключаются в снижении инфраструктурных затрат, круглосуточной технической поддержке, удаленном доступе и регулярном резервном копировании данных. Вместе с тем, к недостаткам можно отнести риски информационной безопасности, зависимость от интернет-соединения и возможные сбои в работе серверов [7].

Одним из перспективных направлений цифровизации бухгалтерского учета и аудита является использование аналитики больших данных и технологий искусственного интеллекта.

Перспективным направлением развития учета является технология блокчейн, представляющая собой распределенный цифровой реестр, в котором информация о транзакциях фиксируется в хронологическом порядке и отличается высокой степенью прозрачности. Применение блокчейна в бухгалтерском учете и аудите способствует

упрощению закупочных процедур, повышению доверия к данным, снижению рисков фальсификации информации и росту операционной эффективности организаций [6].

В аудиторской практике цифровые технологии представлены специализированными программными продуктами, предназначенными для планирования проверок, анализа данных, формирования выборок и подготовки аудиторских заключений. Среди наиболее распространенных решений можно выделить «Помощник аудитора», «Комплекс Аудит», «ЭкспрессАудит», а также универсальные инструменты Microsoft Office и бухгалтерские программы «1С», «СБИС», «Контур.Бухгалтерия» и другие. Выбор конкретного программного обеспечения должен основываться на специфике деятельности проверяемой организации и функциональных возможностях системы.

Несмотря на очевидные преимущества цифровых технологий, процесс их внедрения в бухгалтерский учет и аудит сопровождается рядом ограничений. К ним относятся:

– значительные первоначальные затраты;

– недостаточный уровень цифровой грамотности персонала;

– сопротивление изменениям;

– различия в уровне цифровой зрелости организаций.

Данные факторы требуют поэтапного и взвешенного подхода к цифровой трансформации учетных процессов.

В целом цифровая экономика существенно расширяет профессиональные возможности бухгалтера и аудитора, трансформируя их роль от исполнителей рутинных операций к аналитикам и консультантам.

Список использованной литературы

1. Балашова Н. Н., Варданян С. А., Джикия К. А. Перспективы использования IT-технологий в бухгалтерском учете и внутреннем аудите в сельскохозяйственных организациях // Бухучет в сельском хозяйстве. 2021. № 5. С. 50-59.

2. Викулова О. И. Нормативное регулирование цифровых технологий // Мир в эпоху глобализации экономики и правовой сферы: роль биотехнологий и цифровых технологий: сборник научных статей по итогам VIII международной научно-практической конференции. Москва. 2021. С. 128-129.

3. Дальченко Е. А. Информационная безопастность в контексте прогнозирования инноваций в цифровой экономике Российской Федерации // Лучшая научная статья 2019: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса. 2019. С. 190-194.

4. Жукова А. А., Болдырева И. А. Роль цифровизации в системе планирования деятельности производственного предприятия // Закономерности и тенденции инновационного развития общества. сборник статей Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. Уфа, 2021. С. 56-60.

5. Чернованова Н. В. Цифровизация бухгалтерского учета на предприятиях АПК: ожидания и реальность // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 40-46.

6. Оптимизация хозяйственного учета в условиях цифрового онтогенеза / М. М. Шеварлич, Е. В. Токарева, С. А. Варданян, Е. А.Дынникова // Оптимизация сельскохозяйственного землепользования и усиление экспортного потенциала АПК РФ на основе конвергентных технологий: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2020. С. 59-64.

7. Universalization of organizational and methodological approaches to setting environmental management accounting / N. N.Balashova, A. S. Gorbacheva, E. V. Tokareva, N. V. Chernovanova, E. V. Yagupova // The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems. Lecture Notes in Networks and Systems. Heidelberg, 2021. Pp. 259-266.

8. Digital innovation in traditional services of credit cooperative / L. V. Popova, T. V. Daeva, T. A. Dugina, V. A. Melikhov, T. A. Chekrygina // Studies in Systems, Decision and Control. 2021. V. 316. Pp. 477-485.

УДК 338.43:004.056

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ В ЦИФРОВОМ АПК: УГРОЗЫ И МЕРЫ ЗАЩИТЫ

Шалдохина С. Ю., *к. э. н., доцент*
Немченко А. В., *к. э. н., доцент*
Смотрова Е. Е., *к. э. н., доцент*
Холмер П.

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия
Международный центр современного образования ICME
г. Прага, Чехия

Аннотация. Рассмотрены ключевые тренды цифровизации и сопутствующие им вызовы в сфере информационной безопасности. Отмечено отсутствие консолидированной статистики по киберинцидентам из-за непринадлежности сектора к КИИ и репутационных барьеров раскрытия атак. Предложены меры по предотвращению, обнаружению и устранению киберугроз в сфере АПК, объединяющие технологические решения (сегментация сетей, ИИ-мониторинг), организационные меры (обучение персонала, патч-менеджмент) и государственную поддержку (льготное финансирование, импортозамещение).

Ключевые слова: *цифровизация АПК, кибербезопасность, киберугрозы, искусственный интеллект, интернет вещей.*

Цифровизация радикально изменила экономику, бизнес и повседневную жизнь, сделав данные главным активом современного мира. Она представляет собой глобальный процесс трансформации общества, экономики и государственных институтов через внедрение цифровых технологий, охватывающий практически все сферы жизни [8, 9]. Текущий этап цифровой трансформации характеризуется следующими ключевыми трендами:

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение. ИИ активно используется для автоматизации рутинных задач, прогнозирования, диагностики, оптимизации процессов. Особенно быстро развивается генеративный ИИ, способный обрабатывать и создавать контент в разных форматах.

Мобильные сети. Развитие 5G, а также интерес к технологии 6G, голографической связи и иммерсивному VR.

Центры обработки данных (ЦОДы). Растёт потребность в вычислительных мощностях для работы ИИ-сервисов. Возникают проблемы с обеспечением ЦОДов электроэнергией.

Спутниковые системы. Переход к прямой спутниковой связи со смартфона, включая обмен сообщениями и подготовку к внедрению голосовых звонков.

Робототехника и беспилотные технологии. Используются в логистике, сельском хозяйстве, строительстве и других отраслях [5].

Цифровые двойники. Виртуальные копии физических активов (станков, зданий, городов) для моделирования сценариев, оптимизации работы и прогнозирования поломок.

Устойчивое развитие через технологии (Green IT). Внедряются решения для снижения энергопотребления ЦОДов, оптимизации логистических маршрутов, контроля углеродного следа.

В наши дни аграрный сектор становится все более высокотехнологичным. По данным Минсельхоза уже сейчас 40 % агропредприятий применяют искусственный интеллект и цифровые решения, о чем министр сельского хозяйства Оксана Лут рассказала на Всероссийском дне поля, а уже к 2030 году уровень внедрения digital-технологий в отрасли может достичь 70-80 % [2].

Цифровизация продолжает трансформироваться, и её влияние на общество, экономику и государственное управление будет только расти. Однако эта трансформация создала новые уязвимости: киберпространство стало полем битвы за контроль над информацией и инфраструктурой [6, 7].

Эксперты «Агропромцифра» отмечают, что современные киберугрозы становятся все более изощренными. Например, злоумышленники стали активней использовать искусственный интеллект для проведения атак. Угрозы кибербезопасности в агропромышленном комплексе связаны с цифровизацией производственных процессов, использованием IoT-устройств, автоматизированных систем управления и других технологий, что может привести к серьёзным последствиям, включая остановку производства, финансовые потери, утечку данных и нарушение продовольственной безопасности.

Российский АПК обладает рядом отраслевых особенностей – фрагментированная инфраструктура, сезонная зависимость производственных процессов и низкая цифровая зрелость предприятий, – которые создают повышенные риски в области кибербезопасности (таблица 1).

Таблица 1 – Угрозы кибербезопасности в АПК России

№	Модели реализации угроз в отечественном АПК	Источники	Примеры
1	• Ransomware-атаки в сезон уборки (август–сентябрь) и посевной (апрель–май) • Вымогательство через блокировку систем учёта элеваторов и холодильных комплексов • Кража данных о посевных площадях для перепродажи агрохолдингам-конкурентам	Криминальные группировки	Программы-вымогатели (шифровальщики). Блокировка ИТ-инфраструктуры и доступа к даннымпарализует производственные процессы. • Атака на агрокомплекс им. Ткачёва (Краснодарский край, 2024): требование выкупа ~500 млн руб. • Атаки на 6 зерноперерабатывающих предприятий ЦФО (2023-2024)
2	• Утечка данных сотрудниками логистических подразделений (информация о маршрутах поставок) • Несанкционированная установка ПО на планшеты агрономов («серые» приложения для анализа полей) • Саботаж при увольнении (блокировка доступа к системам учёта) конкурентам	Внутренние угрозы	Сотрудники могут злоупотреблять правами доступа к корпоративным системам, что приводит к утечке информации или хищению интеллектуальной собственности. Прямых публично задокументированных случаев внутренних утечек в российском АПК не выявлено. Это связано с отсутствием обязательного раскрытия инцидентов (сектор не входил в КИИ до 2024 г.) и репутационными барьерами для публикации.
3	• Сбор данных о генетических ресурсах (семена, племенной скот) • Шпионаж в цепочках экспорта зерна и удобрений • Длительное присутствие в сетях (APT) для мониторинга логистики	Государственные акторы (иностранные)	Группировка Cloud Atlas (прогосударственная APT-группа, специализирующаяся на кибершпионаже и краже конфиденциальных данных): • Фишинг-атаки на российские агропредприятия через уязвимости MS Office (2023-2024) • В преддверии форума «Зерно и масличные 2025: кормовой вектор» злоумышленники направили вредоносное письмо в адрес агропромышленного предприятия, замаскированное под программу форума [1]
4	• Фишинг через СМС «Минсельхоз информирует: подайте заявку на субсидию» • Фишинг через поддельные письма Россельхознадзора / налоговой с темой «проверка» • Потеря планшетов с доступом к ГИС «Земля» и системе «Меркурий»	Случайные / непреднамеренные	Телефонные схемы, в которых мошенники представляются сотрудниками минсельхоза и предлагают оформить документы для получения субсидий. • В сентябре 2024 года, о мошеннической схеме получения и подтверждения подлинности карантинных сертификатов, о которой предупредил Россельхознадзор • В феврале 2026 года фишинговой атаке подверглись сельхозпроизводители Ульяновской области

В 2025 году зафиксировано более 1 тыс. целенаправленных (таргетированных) атак на предприятия АПК России [4]. Наиболее опасный сценарий – применение программ-шифровальщиков (ransomware) – вредоносные ПО, которые парализуют ИТ-инфраструктуру и блокируют доступ к данным или системам путём шифрования, зачастую, с последующим требованием выкупа за расшифровку. Особенно чувствительны такие инциденты в период сезонных работ: даже короткая остановка может ударить по графику и качеству выполнения операций.

Помимо шифровальщиков, сохраняется высокая опасность DDoS-атак (Distributed Denial of Service – атака, при которой злоумышленники направляют большое число запросов на сервер или сайт, чтобы перегрузить его и сделать недоступным), нацеленных на цифровые сервисы управления и каналы сбыта. Растет и число атак через подрядчиков и внешние точки доступа [4].

Атаки на устройства интернета вещей (IoT). Уязвимости в «умном земледелии» (датчики, контроллеры, АСУ ТП) создают риски не только для ИТ-систем, но и для физического производства, например, смена параметров (влажности, температуры), способна уничтожить урожай.

Социальная инженерия в агропромышленном комплексе (АПК) часто использует методы манипуляции, чтобы получить доступ к конфиденциальной информации, системам управления или финансовым ресурсам. Сотрудники агрокомпаний могут получать поддельные электронные письма, которые выглядят как запросы от поставщиков семян, удобрений или государственных органов (например, Россельхознадзора), в которых содержатся вложения с вредоносным ПО или ссылки на поддельные сайты, с требованием ввести данные корпоративных аккаунтов. Злоумышленники создают клонированные аккаунты руководителей или коллег в корпоративных мессенджерах и просят сотрудников срочно перевести деньги, отправить конфиденциальные данные (например, договоры с поставщиками, внутренние отчёты) или выполнить другие действия.

Кибератаки с использованием искусственного интеллекта (ИИ) в агропромышленном комплексе (АПК) становятся всё более распространёнными на фоне цифровизации отрасли. ИИ позволяет злоумышленникам автоматизировать и масштабировать атаки, повышая их эффективность и скорость.

На сегодняшний день официальная консолидированная статистика по кибератакам на сферу агропромышленного комплекса (АПК) отсутствует. Данные разрознены и публикуются фрагментарно – в отраслевых отчётах компаний, СМИ или заявлениях экспертов (АО «Агропромцифра», РИА Новости, Коммерсантъ), но не в виде единой госу-

дарственной базы. Это связано в том числе с тем, что многие инциденты не раскрываются публично из-за репутационных и коммерческих рисков для пострадавших организаций. Помимо этого, в России нет специального законодательства, которое бы обязывало все предприятия АПК сообщать о кибератаках в единый государственный орган, в отличие от объектов критической информационной инфраструктуры (КИИ). В результате оценить реальный масштаб угроз для АПК с опорой на официальные источники пока не представляется возможным.

Для защиты от кибератак в сфере АПК России применяются комплексные меры, включающие технологические решения, организационные мероприятия и государственную поддержку. Основные методы направлены на предотвращение, обнаружение и устранение угроз, а также на повышение устойчивости ИТ-инфраструктуры (рисунок 1).

Обозначенные меры позволяют наглядно представить многослойный подход к кибербезопасности АПК, где технологии, организация процессов и государственная поддержка взаимодополняют друг друга на всех этапах жизненного цикла киберинцидента.

Реализация мер кибербезопасности даёт сельхозтоваропроизводителям следующие конкретные бизнес-эффекты:

1. Предотвращение критических простоев (особенно актуально в сезон уборки/посевной, что позволит избежать потери урожая из-за срыва графиков);

2. Снижение риска вымогательства (наличие изолированных резервных копий делает требования выкупа неактуальными);

3. Защита данных как актива (шифрование и управление доступом (PAM) предотвращают утечки геоданных о посевных площадях, логистических маршрутах и т. д.);

4. Снижение операционных издержек (предотвращение инцидентов снижает затраты на аварийное восстановление, а автоматизация мониторинга угроз (ИИ-решения) заменяет ручной анализ логов).

<table>
<tr><td colspan="6">Меры по предотвращению, обнаружению и устранению киберугроз в сфере АПК</td></tr>
<tr><td colspan="2">Технологические решения</td><td colspan="2">Организационные меры</td><td colspan="2">Меры государственной поддержки</td></tr>
<tr><td>Многоуровневая защита</td><td>Антивирусное ПО, брандмауэр, IDS/IPS</td><td>Обучение персонала</td><td>Тренинги по кибергигиене, имитация фишинга</td><td rowspan="3">Программа льготного финансирования (2024)</td><td>Оборудование и отечественное ПО для защиты информации</td></tr>
<tr><td>ИИ решения</td><td>Прогнозирование, автоматическое реагирование, поиск угроз</td><td>Управление правами (PAM)</td><td>Принцип минимальных доступов, журналирование</td><td>Серверная виртуализация</td></tr>
<tr><td>DDoS защита</td><td>Фильтрация трафика в реальном времени</td><td>Патч-менеджмент</td><td>Обновление ОС, ПО, оборудования, контроллеров</td><td>Развёртывание/модернизация SOC</td></tr>
</table>

Сегментация сети	Разделение на сегменты (офис, производство, АСУ ТП, камеры, датчики, дроны)	Контроль удалённого доступа	Двухфакторная аутентификация, запрет общих учёток, смена паролей	Дополнительные меры	
Защита IoT-устройств	Смена заводских паролей, отключение лишних сервисов	Проверки безопасности	Аудиты, пентесты	Импортозамещение	Запрет иностранного ПО на КИИ с 01.01.2025 (АПК не относится к объектам КИИ)
Резервное копирование	Правило «3-2-1»	План реагирования на атаки	Ответственные, процедуры изоляции, резервные копии, внешние подрядчики		
Центры мониторинга (SOC)	Круглосуточный мониторинг, анализ, реагирование			Применение ZTA	Принцип «никогда не доверяй, всегда проверяй»

Рисунок 1 – Меры по предотвращению, обнаружению и устранению киберугроз в сфере АПК

Таким образом, защита ИТ-инфраструктуры становится неотъемлемой частью обеспечения продовольственной безопасности [3] и конкурентоспособности бизнеса.

Список использованной литературы

1. Нефедова М. Группировка Cloud Atlas пригласила агрокомпании на форум по растениеводству // Хакер. 2025. https://xakep.ru/2025/10/29/cloud-atlas-attack/

2. Пармухина Е. АПК на пути к цифровой зрелости. К 2030 году уровень внедрения digital-технологий в отрасли может достичь 70-80% // Агроинвестор. 2026. https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/45434-apk-na-puti-k-tsifrovoy-zrelosti-k-2030-godu-uroven-vnedreniya-digital-tekhnologiy-v-otrasli-mozhet/

3. Влияние цифровой экономики на обеспечение продовольственной безопасности / Е. Е. Смотрова, И. А. Петерс, А. В. Немченко, И. В. Пришенк // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2024. С. 458-464.

4 Сойко В. Кибербезопасность в АПК. Насколько хорошо защищен аграрный сектор от цифровых злоумышленников // Поле РФ. 2026. https://поле.рф/journal/publication/kiberbezopasnost-v-apk-naskolko-khorosho-zashchishchen-agrarnyiy-sektor-ot-cifrovykh-zloumyshlennikov

5. Шалдохина С. Ю. Цифровые решения для агробизнеса // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2023. С. 299-304.

6. Шалдохина С. Ю. Цифровая трансформация АПК в период санкций и обострения проблем продовольственной безопасности // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2023. С. 239-244.

7. Шалдохина С. Ю., Холмер П. Цифровизация аграрного производства: проблемы и перспективы // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2022. С. 403-408.

8. The digital transformation as a response to modern challenges and threats to the development of agriculture / A. V. Nemchenko, T. A. Dugina, S. Y. Shaldokhina, E. A. Likholetov, A. A. Likholetov // Smart Innovation in Agriculture. Part of the Smart Innovation, Systems and Technologies book series. Singapore, 2022. Pp. 37-45.

9. Digital transformation of agricultural production: regional aspect / A. V. Nemchenko, T. A. Dugina, E. A. Likholetov, S. Y. Shaldokhina, A. A. Likholetov // Modern S&T Equipments and Problems in Agriculture. 2020. Pp. 158-168.

УДК 338.242:338.43

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ АГРАРНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Ягупова Е. В., *к. э. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлен научно-практический подход к одному из актуальных направлений стратегического управления аграрным хозяйством – цифровизации. Цифровая трансформация сельского хозяйства – это переход от традиционного ведения учета, бизнес-процессов и моделей взаимодействия к эффективному управлению на основании данных посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК.

Ключевые слова: *цифровизация АПК, цифровые технологии, цифровая трансформация АПК, стратегическое управление АПК.*

Особенностью современного этапа развития экономики является высокая динамичность агробизнеса, которая проявляется в быстроизменяющемся стратегическом окружении, расширенным предложением продукции, работ, услуг, конвергенции технологий, размывании границ между отраслями и сегментами рынка, быстром устаревании информации. В настоящее время применение инноваций, высокая деловая репутация не гарантируют стабильного положения на рынке в течение длительного периода.

Цифровая трансформация аграрного сектора экономики предполагает интеграцию цифровых технологий во все сферы сельского хозяйства и переход от механических операций к цифровым процессам. Инновационные технологии помогают агроформированиям оптимизировать производственную деятельность и снижать затраты, повышать эффективность через построение новых бизнес-операций и бизнес-процессов.

В последнее время ведущие аграрии активно применяет ИТ-технологии в управлении сельским хозяйством. Но пока подобные цифровые решения доступны достаточно фрагментарно. Специалисты

агропромышленного сектора отмечают отсутствие комплексного подхода и разорванности цифровых цепочек, что сказывается на скорости развития цифровой трансформации сельскохозяйственного сектора. Тем не менее, современные решения уже дают свои первые результаты и активно привлекают инвесторов. Основные задачи внедрения цифровых технологий представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Цифровые технологии в сельском хозяйстве

Информационно-коммуникационные технологии в сельском хозяйстве, в частности в отрасли животноводства, – одно из важнейших направлений внедрения принципов цифровой экономики в АПК. Сегодня цифровое животноводство – это уже не просто модный тренд в мировом сельском хозяйстве: переход к инновационным методикам в этой сфере становится ключевым фактором конкурентоспособности национальных агросекторов и позволяет странам занимать лидирующие позиции на глобальном продовольственном рынке. Цифровые технологии в животноводстве представлены на рисунке 2.

Цифровые технологии в животноводстве окончательно стирают границу между сельским хозяйством и промышленностью. Они позволяют внедрять ориентированные на потребности животных системы

кормления, доения и содержания, дистанционно управлять производственными процессами в режиме реального времени, обеспечивают непрерывный сбор, анализ и использование информации для соблюдения мер безопасности и бережного отношения к окружающей среде, способствуя уменьшению негативного влияния животноводства на экосистему.

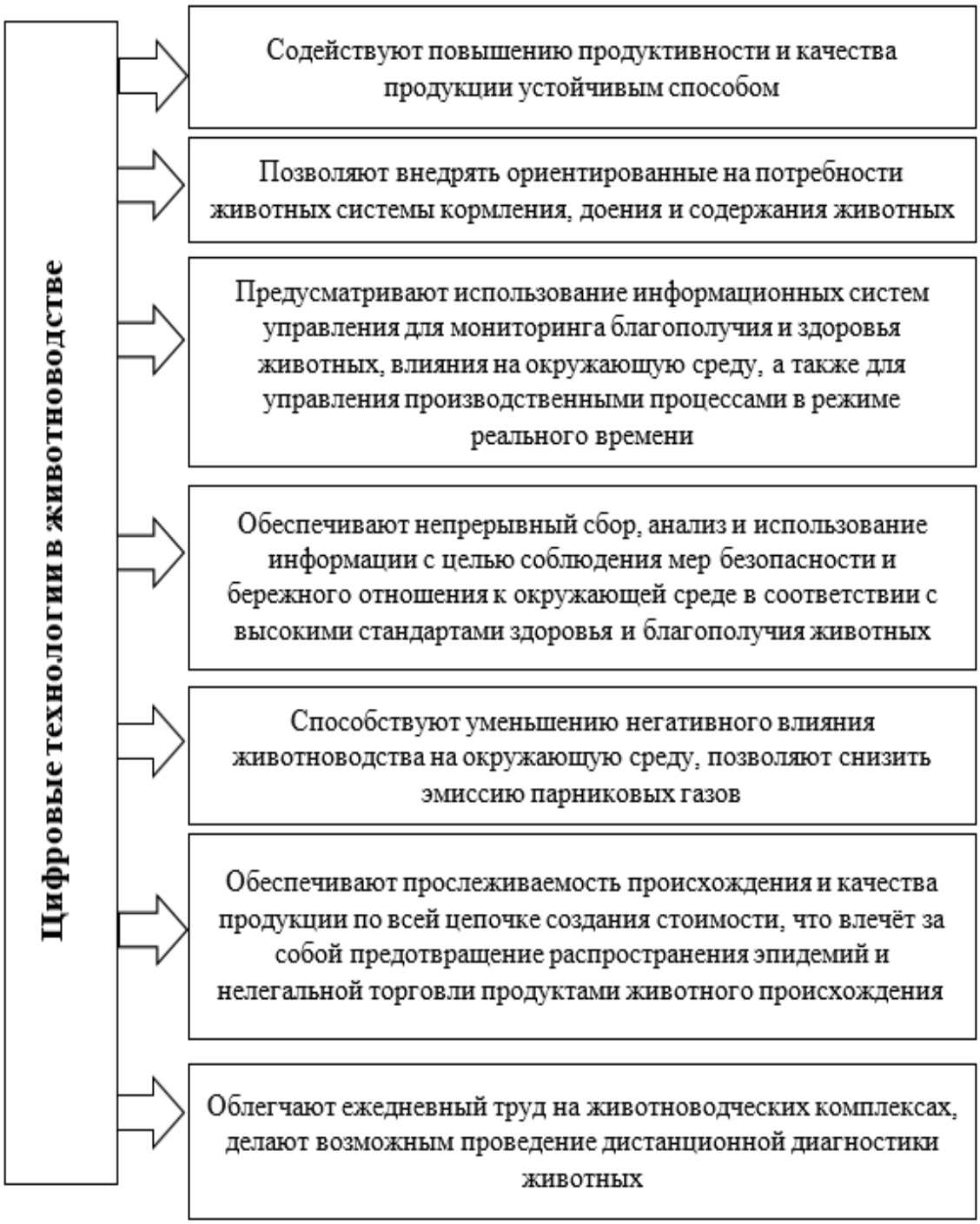


Рисунок 2 – Цифровые технологии в животноводстве

Наконец, задачей цифрового животноводства является облегчение труда на животноводческих комплексах, хотя здесь скрыта и обратная сторона: как и в других сегментах экономики, внедрение цифровых технологий в животноводстве приводит к сокращению количества рабочих мест в этом очень трудоемком деле.

Распространённое мнение о том, что цифровые технологии лишь облегчают труд аграриев за счёт автоматизации рутинных операций, не отражает реальной картины. На деле происходит глубокая трансформация профессиональной деятельности: физический труд уступает место интеллектуальной работе, требующей более высокого уровня компетенций. В результате цифровое животноводство становится не обезличенной, а напротив – ещё более «человечной» сферой. Человек не вытесняется технологиями, а переходит на роль ключевого координатора: он анализирует данные, корректирует алгоритмы и принимает стратегические решения, опираясь на сочетание технологических инструментов и собственного опыта.

Цифровые технологии в животноводстве – это решения, направленные на повышение эффективности производства устойчивым образом за счет применения информационных и коммуникационных систем, а также технических средств, обеспечивающих целенаправленное использование ресурсов и точный контроль производственных процессов.

В Волгоградской области внедрение цифровых технологий реализуется в рамках стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации, в котором предусмотрены задачи по внедрению цифровых технологий и платформенных решений, обеспечивающих достижение продовольственной безопасности, повышение эффективности производственных процессов и снижение издержек.

А также, в регионе действует региональной проект «Цифровое сельское хозяйство», который направлен на перевод отрасли сельского хозяйства на единую цифровую платформу АПК. Цель – дать сельхозтоваропроизводителям комплексную государственную поддержку на основе расчётов, какие меры господдержки будут наиболее эффективными для хозяйства.

В рамках реализации регионального проекта «Цифровое сельское хозяйство» осуществляется комплексная цифровизация агропромышленного комплекса, в том числе подотраслей животноводства. С учётом исторически сложившегося статуса региона как одного из ведущих центров племенного овцеводства Российской Федерации, приоритетное внедрение цифровых технологий в данную подотрасль представляется научно обоснованным и стратегически целесообразным.

В рамках модернизации агропромышленного комплекса Волгоградской области осуществляется целенаправленная цифровизация овцеводческой отрасли. Ключевая цель данных преобразований – повышение экономической эффективности производства, автоматизация технологических процессов и оптимизация управления стадом посредством интеграции специализированных информационных систем федерального и регионального уровней.

В рамках цифровой трансформации агропромышленного комплекса и ветеринарного надзора в регионе применяются специализированные информационные системы, обеспечивающие автоматизацию учёта, контроля и анализа данных. К ключевым инфраструктурным элементам относятся:

– Компонент «Хорриот» (в составе ФГИС «ВетИС») – система учёта и идентификации животных, предназначенная для мониторинга эпизоотической ситуации, регистрации ветеринарных мероприятий и обеспечения отслеживаемости жизненного цикла животных.

– ФГИС «Меркурий» – федеральная система электронной сертификации и прослеживаемости продукции животного происхождения, обеспечивающая контроль оборота подконтрольных ветеринарному надзору товаров.

– Информационно-аналитическая система «СЕЛЭКС» – программный комплекс для управления племенным животноводством и производственными процессами на фермах, ориентированный на сбор, обработку и анализ данных по крупному рогатому скоту молочной продуктивности;

– Корпоративная информационная система «Цифровая отара» (разработчик – ООО «Плинор, РЦ»). Российская IT-система, созданная для управления отарой на всех этапах производственного процесса. Обеспечивает интеграцию с федеральными и региональными информационными ресурсами по вопросам ветеринарии и племенного дела.

На рисунке 3 представлены функциональные возможности информационной системы «Цифровая отара».

Все применяемые в регионе специализированные информационные системы, учитывающие специфику отрасли животноводства, способствуют повышению точности племенного учета, прозрачности информации, эффективности и безопасности производственных процессов.

Реализация обозначенных мероприятий соответствует целям регионального проекта «Цифровое сельское хозяйство» и способствует устойчивому развитию овцеводства как стратегически значимой отрасли агропромышленного комплекса Волгоградской области.

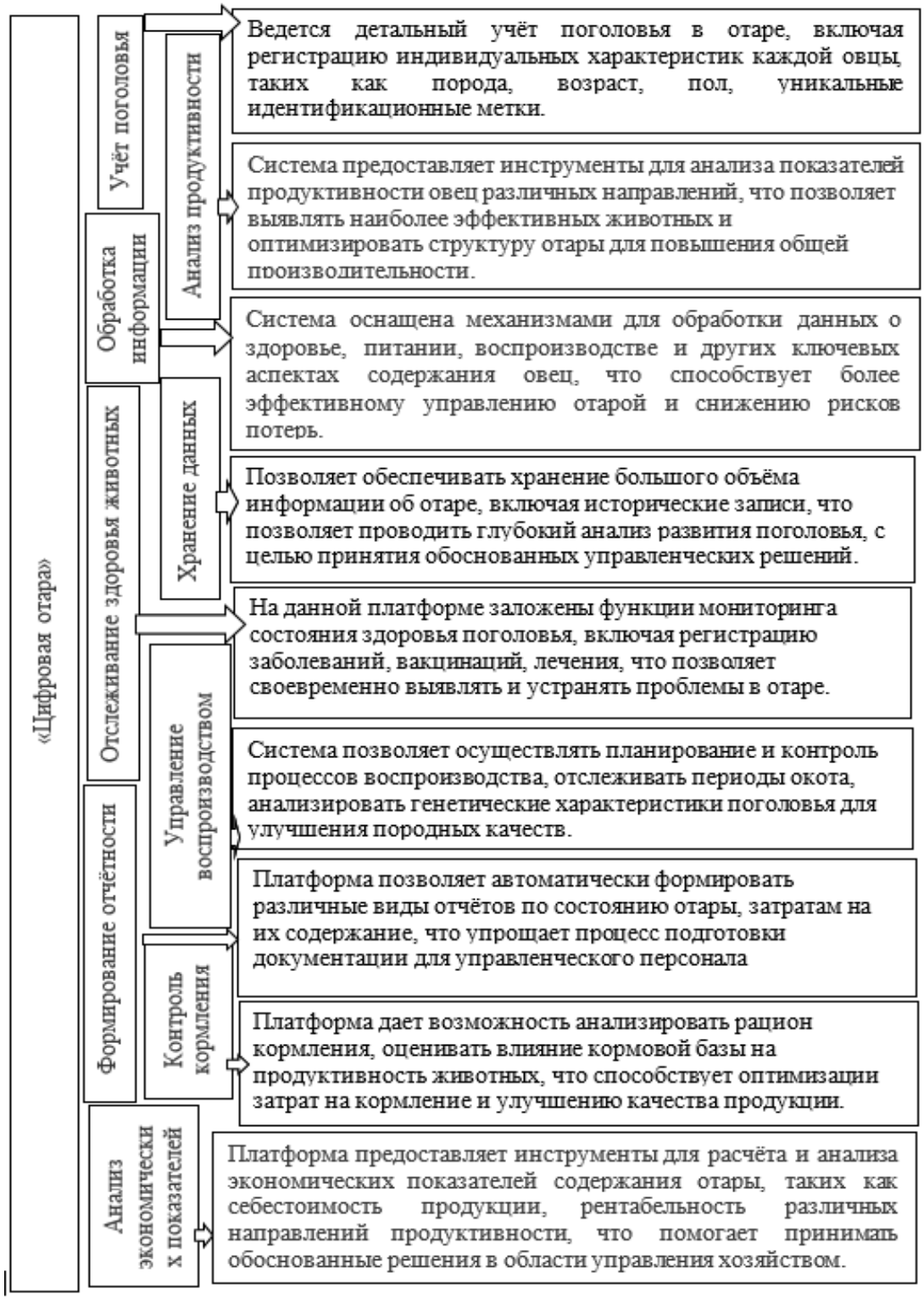


Рисунок 3 – Функциональные возможности «Цифровая отара»

Список использованной литературы

1. Варданян С. А., Балашова Н. Н. Внутренний аудит в аграрной сфере: состояние, проблемы и перспективы развития // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 3 (39). С. 246-250.

2. Донскова О. А. Обеспечение продовольственной безопасности как приоритетное направление развития АПК // Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области. 2018. С. 73-77.

3. Чекрыгина Т. А., Горбачева А. С. Учетно-контрольное обеспечение маркетингового менеджмента субъектов агропромышленного бизнеса // Экономика и предпринимательство. 2017. № 22 (79-2). С. 287-292.

4. Ягупова Е. В., Чернованова Н. В., Токарева Е. В. Бухгалтерский учет затрат на экологическую безопасность агроформирований // Экономика и предпринимательство. 2020. № 11 (124). С. 1085-1090.

5. Ягупова Е. В., Чернованова Н. В. Формирование системы учетно - аналитического документирования в овцеводческих хозяйствах // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 2 (46). С. 297-303.

6. Ягупова Е. В. Методика учетного обеспечения контроля за формированием финансового результата // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса: сборник трудов XII международной научно-практической конференции. 2021. С. 365-370.

СОВРЕМЕННОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

УДК 639.3.043

ПРИМЕНЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННОГО ИСТОЧНИКА БЕЛКА В КОРМЛЕНИИ НИЛЬСКОЙ ТИЛАПИИ (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)

Агапова В. Н., *к. с.-х. н., доцент*
Ранделин Д. А., *д. б. н., доцент*
Агапов С. Ю., *к. с.-х. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. В ходе проведения исследования изучено влияние включения гаприна в рецептуры комбикормов для молоди нильской тилапии. Анализ полученных экспериментальных данных зафиксировал ряд продуктивных эффектов, связанных с использованием данного микробиального ингредиента. Установлено, введение гаприна в состав рационов сопровождалось увеличением конечной живой массы гидробионтов по сравнению с контролем. Отмечено повышение уровня их поедаемости**,** также в группах, получавших гаприн, затраты корма на единицу прироста биомассы были ниже по сравнению с контрольной.

Ключевые слова: *нильская тилапия, микробиальная масса, рыбная мука, живая масса рыбы, кормовой коэффициент, аквакорма.*

Современная отрасль аквакультура находится в процессе фундаментальной трансформации своей сырьевой базы, центральным элементом которой является поиск альтернативных протеиновых решений. Традиционная рыбная мука, десятилетиями служившая эталонным источником высококачественного и хорошо сбалансированного белка, а также незаменимых жирных кислот в рецептурах комбикормов, более не может рассматриваться как единственный и безальтернативный компонент [5, 8]. Растущие объёмы мирового производства аквакультуры создают системный пресс на ограниченные морские биоресурсы.

Критическая необходимость диверсификации протеиновых источников обусловлена действием нескольких взаимосвязанных глобальных факторов. Первичным маркером является прогрессирующее истощение природных запасов пелагических видов рыб, традиционно используемых для производства рыбной муки, на фоне стабильно растущего спроса. Это приводит к резким колебаниям цен и долгосрочный тренд на их рост, что дестабилизирует экономику кормопроизводства. Высокая стоимость и дефицит сырья, в свою очередь, провоцируют рост рисков фальсификации продукта путём добавления низкосортных рас-

тительных или животных компонентов, что напрямую угрожает пищевой безопасности, предсказуемости питательной ценности кормов и, как следствие, здоровью выращиваемых гидробионтов [1, 2, 4].

В данном контексте технологии получения микробиального белка путём контролируемого культивирования специфических штаммов бактерий, дрожжей или микроводорослей представляют собой стратегически важное направление. Данные биотехнологические процессы позволяют производить протеиновую биомассу независимо от климатических условий, сезонности и состояния природных популяций. Ключевыми преимуществами такого подхода являются стабильность и контролируемость производства, возможность использования непищевых субстратов (включая отходы агропромышленного комплекса), высокая скорость роста биомассы, а также соответствие принципам циркулярной экономики и устойчивого развития за счёт сокращения нагрузки на морские экосистемы. Таким образом, микробный белок рассматривается как основа для формирования новой, устойчивой и масштабируемой сырьевой платформы для аквакультуры [3, 6, 7].

Цель исследования – оценка влияния различных уровней включения альтернативного белка (гаприн) в качестве замены рыбной муки в рационах на продуктивные показатели нильской тилапии (*Oreochromis niloticus*).

Задачи исследования:

1. Определить влияние различных объемов ввода замещения рыбной муки альтернативным белком на ключевые ростовые параметры (конечную массу тела, коэффициент конверсии корма).

2. Оценить изменение эффективности использования корма при различной доле альтернативного белка в рационе.

3. Проанализировать влияние частичной замены на выживаемость и общее физиологическое состояние рыб.

Объект исследования: молодь нильской тилапии (*Oreochromis niloticus*).

Материалы и методы. Ряд научных опытов проводился в бассейновом цехе Центра «Разведение ценных пород осетровых». В рамках экспериментального исследования молодь гидробионтов средней начальной массой от 64 до 65 г получала питание по четырем различным кормовым схемам, что позволило сформировать контрольную и три опытные группы (рисунок 1).

Контрольная группа находилась на стандартном основном рационе, состав которого служил базой для сравнения.

Опытные группы получали модифицированные рационы, где определенная доля рыбной муки была замещена альтернативным протеиновым ингредиентом – гаприном. Процент замещения последовательно увеличивался:

– Во второй группе гаприн заменял 25 % рыбной муки.

– В третьей группе уровень замещения составлял 50 %.

– В четвертой, гаприн замещал 75 % рыбной муки от ее исходного количества в контрольном рационе.

Таблица 1 – Схема исследования на молоди подопытной тилапии
Table 1 – Scheme of research on juvenile tilapia

Группы / Рационы Groups / Diet	Количество особей на начало/ по окончании опыта, шт.	Количество дней эксперимента
1 контрольная (Основной Рацион)	100	60
2 опытная / ОР с заменой рыбной муки на 25 % гаприном	100	60
3 опытная / ОР с заменой рыбной муки на 50 % гаприном	100	60
4 опытная / ОР с заменой рыбной муки на 75 % гаприном	100	60

В целях мониторинга динамики ростовых процессов и оценки физиологического состояния подопытных гидробионтов на протяжении всего экспериментального периода осуществлялся регулярный ихтиологический контроль. С периодичностью один раз в 30 дней проводились контрольные обловы с последующим индивидуальным или групповым определением массы тела рыб. Взвешивание осуществлялось на технических весах, обеспечивающих необходимую точность измерений для последующего анализа.

Полученные массометрические данные служили основой для расчета ключевых рыбоводно-биологических показателей, характеризующих интенсивность роста.

По завершении первого этапа экспериментальных работ был проведён анализ рыбоводно-биологических показателей, который зафиксировал устойчивую положительную динамику прироста живой массы у гидробионтов, в рацион которых был включён гаприн.

Установлено, что особи второй, третьей и четвёртой опытных групп характеризовались более высокой конечной массой тела по сравнению с контрольной группой. Превосходство по данному показателю составило 6,94 %, 22,88 % и 26,61 %, соответственно (рисунок 1).

На заключительном этапе исследований полученные данные подтвердили ранее выявленную тенденцию. Введение микробиального белка в состав кормовых рационов для молоди нильской тилапии сопровождалось устойчивым превышением массонакопления у всех опытных групп относительно контроля. Наибольшая величина живой массы была зарегистрирована в четвёртой опытной группе, где уровень замещения рыбной муки гаприном достигал 75 %. Средний показатель массы тела в данной группе составил 132,4 г, что на 2,95 %

выше, чем в третьей группе (замещение 50 %), на 18,85 % выше, чем во второй группе (замещение 25 %), и на 33,07 % превосходит показатель контрольной группы, получавшей основной рацион без включения гаприна.

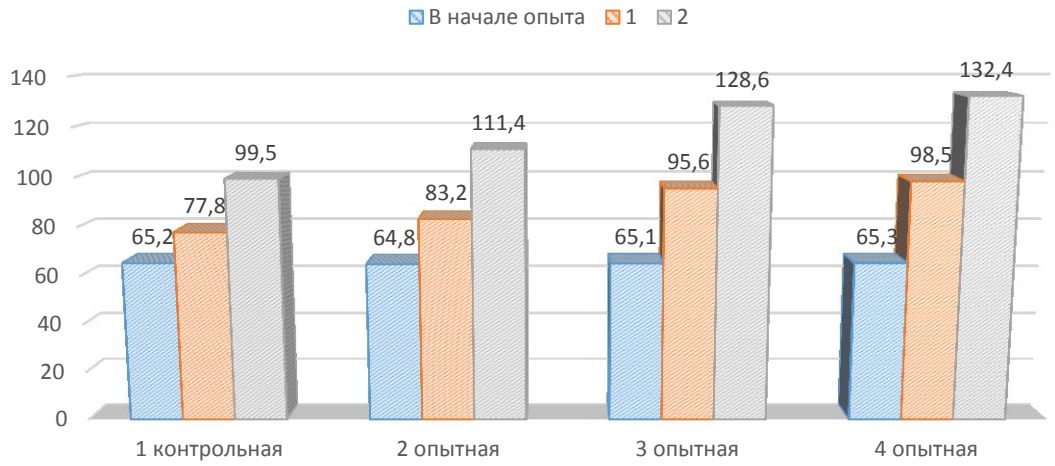


Рисунок 1 – Показатели динамики живой массы подопытной рыбы, г

В ходе эксперимента была проведена оценка потребления кормов молодью нильской тилапии каждой из подопытных групп. Анализ количественных данных показал, что уровень поедаемости варьировал в зависимости от состава рациона. Наибольший суммарный объём потреблённого корма за весь период исследований был зафиксирован у особей второй, третьей и четвёртой опытных групп, получавших рационы с замещением рыбной муки гаприном на 25 %, 50 % и 75 % соответственно.

Абсолютные значения потребления корма в данных группах превысили показатели контрольной группы на 1,1 кг, 2,75 кг и 2,87 кг соответственно. При этом максимальная поедаемость отмечена у гидробионтов четвёртой опытной группы, что может свидетельствовать о высоких вкусовых качествах и органолептической привлекательности рациона с наибольшей долей микробиального белка.

По окончании экспериментального периода был проведён анализ эффективности использования кормов на основе расчёта кормового коэффициента – показателя, отражающего количество корма, затраченного на единицу прироста биомассы гидробионтов. Установлено, что данный параметр варьировал в зависимости от состава рациона и уровня включения микробиального белка.

Наименьшая величина кормового коэффициента зафиксирована в четвёртой опытной группе, где замещение рыбной муки гаприном составляло 75 %. Затраты корма на 1 кг прироста живой массы в дан-

ной группе составили 1,02 кг, что свидетельствует о наиболее высокой конверсии корма. Таким образом, прослеживается тенденция к снижению затрат корма на единицу продукции по мере увеличения доли микробиального белка в структуре рациона.

В ходе эксперимента была зафиксирована устойчивая закономерность, касающаяся взаимосвязи между объёмом потреблённого корма и интенсивностью массонакопления у подопытных гидробионтов. Установлено, что рыбы опытных групп, получавшие в составе рациона различные уровни включения микробиального белка, демонстрировали более высокую пищевую активность и, соответственно, больший суммарный объём потреблённого корма за период исследований. Несмотря на повышенные показатели потребления кормов, именно в этих группах были зарегистрированы максимальные значения прироста ихтиомассы.

Список использованной литературы

1. Агапова В. Н., Ранделин Д.А., Агапов С.Ю., Воронцова Е.С. Оценка влияния микробного белка гаприна на переваримость питательных веществ и микрофлору кишечника тилапии // Известия НВ АУК. 2024. № 6 (78).

2. Агапова В. Н., Ранделин Д. А., Кравченко Ю. В., Новокщенова А. И. Эффективность применения белкового сырья микробного синтеза на показатели роста и развития стерляди // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 2 (70). С. 402-407.

3. Артемов Р. В. Потенциал технологических разработок ФГБНУ «ВНИРО» для решения задач импортозамещения кормовой рыбной продукции // Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество. Калининград-Светлогорск, 2015. С. 206-209.

4. Бабо Ж. Ж., Кадиев А. К. Перспективы искусственного выращивания тилапии (Oreochromis niloticus) // Проблемы развития АПК региона. 2021. № 1 (45). С. 140-144.

5. Бурлаченко И. В., Артемов Р. В. Развитие научного обеспечения производства комбикормов для рыб в современных условиях // Рыбоводство. 2017. Т. 1. Вып. 4. С. 32–34.

6. Остроумова И. Н., Костюничев В. В., Лютиков А. А. и др. Разработка физиологически полноценных кормов для молоди сиговых рыб (Coregonidae) и сравнительная оценка их с импортными кормами // Вопр. рыболовства. 2016. Т. 17. № 3. С. 335–350.

7. Ранделин Д. А. и др. Влияние кормовой добавки "БЕТА-ФЛОРА" в составе продукционных лососевых кормов на хозяйственно-биологические показатели радужной форели // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4 (68). С. 225-232.

8. Oliva-Teles A., Enes P., Peres H. Replacing fishmeal and fish oil in industrial aquafeeds for carnivorous fish // Feed and Feeding Practices in Aquaculture. Cambridge, 2015. Pp. 203-233.

УДК 639.37.043

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛКА МИКРОБИАЛЬНОЙ МАССЫ В КОРМЛЕНИИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*ONCORHYNCHUS MYKISS*)

Агапова В. Н., *к. с.-х. н., доцент*
Ранделин Д. А., *д. б. н., доцент*
Агапов С. Ю., *к. с.-х. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. По итогам эксперимента установлено, у подопытных групп радужной форели зафиксированы устойчивый прирост живой массы, снижение кормовых затрат и улучшая поедаемость кормов, что подтверждает продуктивную эффективность гаприна. Оптимальными признаны рецептуры с замещением рыбной муки на 50 и 75 %. Указанные уровни ввода обеспечивают стабильные ростовые характеристики и рекомендуются для использования в производстве комбикормов для лососевых.

Ключевые слова: *радужная форель, гаприн, рационы форели радужной, динамика живой массы форели, аквакорма, кормовой белок.*

В товарном рыбоводстве ключевым фактором, определяющим рентабельность и интенсификацию производства, является использование кормов с высоким уровнем сбалансированности и биологической доступности нутриентов. Задача получения максимальной ихтиомассы с единицы водной площади в сжатые сроки требует включения в рационы компонентов, обеспечивающих как пластические, так и энергетические потребности гидробионтов. В связи с этим приоритетное значение приобретает качество протеиновой составляющей комбикормов [1, 6].

Для лососевых рыб белковый компонент выполняет не только структурную функцию, участвуя в процессах клеточного деления и регенерации тканей, но и регулирует широкий спектр физиологических реакций. Белки задействованы в транспорте кислорода и питательных веществ, обеспечивают гуморальные звенья иммунитета и поддерживают гомеостаз. Эффективность усвоения протеина рыбным организмом определяется совокупностью факторов, среди которых видовая принадлежность, возрастные особенности, температурный режим среды, происхождение белка и его концентрация в корме. Кроме того, степень утилизации аминокислот тесно сопряжена с уровнем энергонасыщенности рациона [4, 6].

В настоящее время российская индустриальная аквакультура сталкивается с дефицитом сырьевой базы протеина, пригодного для производства полноценных кормов. В этой ситуации активизирован

поиск альтернативных источников белка. В качестве перспективных заменителей традиционной рыбной муки рассматриваются продукты микробиологического синтеза, мясная мука, гидролизные дрожжи, а также различные виды растительного сырья [2]. Среди них особого внимания заслуживает «Гаприн» – кормовой продукт микробиального происхождения, содержащий от 70 до 79 % сырого протеина, витамин B_{12}, комплекс незаменимых аминокислот и микроэлементов.

Учитывая вышеизложенное, проведение экспериментальных исследований, направленных на определение оптимальных уровней включения продукта микробиологического синтеза гаприн в рецептуру комбикормов для радужной форели, представляется актуальным и практически значимым направлением [3, 5].

Цель работы – оценить эффективность включения микробиального белка гаприн в корма для молоди радужной форели. В ходе исследования решаются три основные задачи:

– Оценка роста и развития рыбы – анализ продуктивных показателей при замене рыбной муки на отечественный белковый компонент.

– Подбор дозировки – экспериментальное обоснование оптимального уровня ввода гаприна в рецептуру комбикормов.

Экспериментальная часть работы выполнялась на базе установки замкнутого водоснабжения (УЗВ), функционирующей в научном Центре «Разведение ценных пород осетровых» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» [3, 5].

Технические параметры установки обеспечивали стабильный гидрохимический и температурный режим на протяжении всего периода исследований, что позволяло минимизировать влияние внешних факторов на результаты эксперимента.

В качестве объекта исследований выступала молодь радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) со средней начальной массой тела от 50 до 55 г. Количественный состав групп, а также индивидуальные показатели массы каждой особи на старте эксперимента детально представлены в таблице 1.

Постановка эксперимента осуществлялась в соответствии с классической схемой зоотехнического опыта (таблица 1). Методологической основой исследования являлся принцип сравнительного анализа, при котором контрольная группа получала базовый (основной) рацион, а опытные группы – экспериментальные корма с различным уровнем включения исследуемой добавки: 25 % (2-я опытная группа), 50 % (3-я опытная группа) и 75 % (4-я опытная группа), соответственно. Оценка эффективности проводилась путём сопоставления динамики рыбоводно-биологических показателей (темпов роста, затрат корма). Такой подход позволил объективно оценить влияние изучаемого фактора на продуктивные качества гидробионтов.

Таблица 1 – Схема опыта по применению гаприна
в кормлении радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*)

Группа	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Количество особей в группе, n	100			
Длительность исследования, дней	60			
Структура рациона	Рыбная мука	Замена 25 % рыбной муки гаприном	Замена 50 % рыбной муки гаприном	Замена 75 % рыбной муки гаприном

На подготовительном этапе исследований была проведена предварительная сортировка посадочного материала. Молодь радужной форели разделяли по массе тела с целью формирования однородных по исходным показателям контрольной и опытных групп, что необходимо для обеспечения репрезентативности и достоверности последующих сравнительных данных.

После завершения сортировки и адаптации гидробионтов к условиям содержания приступали к экспериментальному кормлению. Рыбу размещали в бассейнах установки замкнутого водоснабжения, где в строго контролируемых гидрохимических и температурных условиях реализовывали утверждённую схему кормления. Каждая группа получала соответствующий вариант рациона (таблица 1). Кормление осуществляли вручную или с использованием автоматических кормушек, фиксируя суточные нормы задаваемого корма и поедаемость.

Анализ данных, позволяет выявить устойчивые межгрупповые различия по показателю общей ихтиомассы. Наибольшая величина суммарной биомассы зафиксирована в третьей опытной группе, что свидетельствует о наиболее эффективном массонакоплении при данном уровне включения исследуемой добавки. Вторая и четвёртая опытные группы, хотя и превышали по данному параметру контроль, тем не менее уступали третьей группе. Так, ихтиомасса четвёртой группы оказалась ниже, чем в третьей, на 6,77 % (рисунок 1).

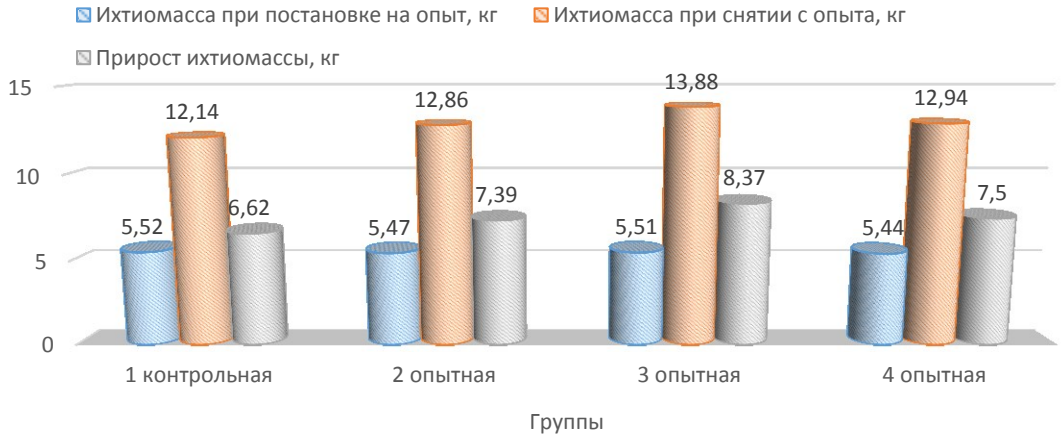


Рисунок 1 – Изменение показателей ихтиомассы подопытной рыбы, кг

Контрольная группа, получавшая основной рацион без добавки, характеризовалась минимальными значениями ихтиомассы. Её отставание от второй, третьей и четвёртой опытных групп составило 5,9 %, 14,3 % и 6,6 % соответственно (рисунок 1).

Анализ фактического потребления кормов показал его зависимость как от продолжительности эксперимента, так и от состава рациона. В течение первого месяца наибольший расход корма был зафиксирован в третьей группе (4,2 кг), наименьший – в контроле (3,5 кг). Во второй месяц отмечено общее увеличение объёмов потребления, при этом разрыв между группами сократился: значения составили 4,0 кг в контроле, 4,2 и 4,3 кг во второй и третьей группах соответственно, а в четвёртой группе остались на уровне контроля (4,0 кг).

Оценка конверсии корма выявила межгрупповые различия по величине кормового коэффициента, так минимальные затраты корма на единицу прироста отмечены в контрольной группе. Наиболее высокий кормовой коэффициент зафиксирован в третьей опытной группе, где превышение над показателями контроля, второй и четвёртой групп составило 11,8 %, 4,9 % и 2,9 % соответственно.

Результаты исследования отмечают положительную динамику массонакопления, снижение затрат корма на единицу продукции и улучшение физиологического статуса у особей радужной форели из опытных групп, что свидетельствует о выраженном продуктивном действии исследуемого ингредиента (гаприна). Наиболее сбалансированными и технологически эффективными признаны рецептуры с уровнем замещения рыбной муки гаприном на 50 % и 75 %. Данные концентрации обеспечивают стабильно высокие показатели роста и развития гидробионтов и могут быть рекомендованы в качестве оптимальных норм ввода при производстве комбикормов для лососевых рыб.

Список использованной литературы

1. Артемов Р. В. Потенциал технологических разработок ФГБНУ «ВНИРО» для решения задач импортозамещения кормовой рыбной продукции // Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество. Калининград-Светлогорск, 2015. С. 206-209.

2. Бурлаченко И. В., Артемов Р. В. Развитие научного обеспечения производства комбикормов для рыб в современных условиях // Рыбоводство. 2017. Т. 1. Вып. 4. С. 32-34.

3. Влияние альтернативного белкового сырья «Гаприн» – продукта микробного синтеза на продуктивные качества радужной форели / Д. А. Ранделин, А. И. Новокщенова, В. Н. Агапова [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 1 (73). С. 163-172.

4. Применение высокобелковых нетрадиционных кормовых источников в рецептурах комбикормов для радужной форели / С. И. Николаев, А. К. Карапетян, А. А. Каширина, Ю. М. Колесникова, А. Э. Ставцев, Ю. С. Лебедев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1 (69). С. 339-345.

5. Ранделин Д. А., Новокщенова А. И., Агапова В. Н. Влияние альтернативного белкового сырья "Гаприн" - продукта микробного синтеза на продуктивные качества радужной форели // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 1 (73). С. 163-172.

6. Ранделин Д. А. и др. Влияние кормовой добавки "БЕТА-ФЛОРА" в составе продукционных лососевых кормов на хозяйственно-биологические показатели радужной форели // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4 (68). С. 225-232.

УДК 619:614.31+339.1

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ТОРГОВЛИ ПРОДУКЦИЕЙ ЖИВОТНОВОДСТВА И СИСТЕМЫ ВЕТЕРИНАРНОГО НАДЗОРА В ТУРКЕСТАНЕ (КОНЕЦ XIX – НАЧАЛО XX В.)

Базарбаева Ш. М., *преподаватель кафедры «Социально-гуманитарные науки»*
Кочарян В. Д., *к. б. н., доцент*
Злепкина Н. А., *к. с-х. н., доцент*
Кочарян А. К., *аспирант*

Ташкентский государственный аграрный университет
г. Ташкент, Узбекистан
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрено состояние торговли скотом и ветеринарного контроля в Туркестане конца XIX – начала XX века. Проанализированы роль лошадей как основного транспортного средства в государственных службах и почтовых маршрутах, использование их городской стражей, а также систематические проверки животных на манку и другие инфекционные болезни. Приведен пример влияния ветеринарного контроля на работу рынков, в частности, на неспособность функционирования рынка в селе Сансарак (Сырдарьинская область) из-за отсутствия надзора. Отмечено, что регулярные осмотры лошадей и ослов, привозимых в Ташкент на продажу, а также обязательные проверки транспортных лошадей дважды в год были одной из ключевых задач ветеринарных служб. Работа направлена на выявление особенностей взаимодействия торговли скотом и ветеринарного контроля в колониальном Туркестане.

Ключевые слова: *Жетысуская область, ветеринарная политика, история ветеринарии, ветеринары, ветеринарные фельдшеры, коренные народы.*

Конец XIX – начало XX века ознаменовались глубокой интеграцией Туркестанского края в общероссийскую экономическую систему, что привело к активному развитию торговли скотом и продукции животноводства в регионе. Животноводство являлось не только основой жизнеобеспечения коренного населения, но и важнейшим страте-

гическим ресурсом для нужд колониальной администрации. Лошади, крупный рогатый скот, верблюды и ослы выступали ключевым звеном в логистике, обеспечивая перевозку грузов, функционирование почтовых трактов и мобильность служебных подразделений.

Стремительный рост товарооборота на внутренних и внешних рынках, подстегнутый строительством железных дорог, требовал системного государственного регулирования. Особую остроту вопросу придавали периодические вспышки эпизоотий (чумы рогатого скота, сибирской язвы), которые наносили колоссальный экономический ущерб и ставили под угрозу продовольственную безопасность. Важнейшими аспектами государственного контроля в этот период стали профилактика инфекционных заболеваний, внедрение санитарно-ветеринарных норм на бойнях и рынках, а также систематический учет скота для целей государственного планирования и налогообложения [1, 2].

Настоящее исследование базируется на междисциплинарном подходе, сочетающем историко-экономический и ветеринарно-санитарный анализ. Источниковой базой послужили архивные материалы фондов Туркестанского генерал-губернаторства, данные периодической печати рубежа веков (в частности, «Туркестанские ведомости»), а также современные научные публикации по истории региона. Для обработки данных применялись методы документального исследования, ретроспективного анализа и количественного учета статистических показателей.

Основные направления методологии исследования

1. Анализ документов колониальной администрации

Проведен детальный анализ отчетов, постановлений, циркуляров, служебной переписки и нормативных актов органов управления Туркестанского края в составе Российской империи. Особое внимание уделялось материалам, касающимся регулирования торговли скотом, организации ветеринарного надзора и санитарных мер на рынках и ярмарках [1, 2].

2. Систематизация статистических данных

Осуществлена обработка сведений о численности животных, объемах их перевозки и реализации на рынках с учетом сезонности, маршрутов и видовой структуры (лошади, ослы, крупный рогатый и мелкий рогатый скот). Это позволило выявить зависимость торговой активности от климатических условий, сельскохозяйственного цикла и административных ограничений [3, 4].

3. Изучение инфраструктуры ветеринарного контроля

Проведен сравнительный анализ информации о функционировании ветеринарных станций, карантинных пунктов и правилах обязательного осмотра животных. Рассматривались частота проверок, са-

нитарные мероприятия, порядок изоляции больных животных и меры по предотвращению эпизоотий. Такой подход позволил оценить степень институционализации ветеринарной службы в регионе [1, 5].

4. Количественный анализ и визуализация данных

Применение количественных методов обработки статистических материалов обеспечило выявление тенденций в развитии торговли скотом и эффективности ветеринарного контроля. Использование таблиц, графиков и сравнительных диаграмм позволило наглядно представить динамику показателей по разным историческим периодам [2, 4].

5. Сравнительный исторический анализ

Исследование было направлено на выявление специфики туркестанской практики ветеринарного надзора в сопоставлении с другими регионами Российской империи. Это позволило определить региональные особенности организации контроля, уровень административной регламентации и степень адаптации общегосударственных норм к местным социально-экономическим условиям [1, 3, 5].

Комплексный междисциплинарный подход позволяет не только проследить историческую динамику торговли скотом, но и оценить роль ветеринарного контроля как важного фактора экономической стабильности, санитарной безопасности и социального развития региона.

Результаты и обсуждение. В пределах Туркестанского края торговля скотом осуществлялась посредством железнодорожных линий, водных путей и сухопутных караванных маршрутов. Географическое положение региона способствовало активному перемещению животных как внутри края, так и за его пределами в рамках экономического пространства Российской империи.

На основных направлениях функционировали ветеринарные пункты и станции, обеспечивавшие:

– обязательный осмотр животных перед отправкой на рынки;

– карантин для больных и подозрительных особей;

– учет количества скота и фиксацию его эпизоотического состояния [1].

Административные органы систематически собирали сведения о ввозе и вывозе животных, что позволяло прогнозировать динамику торговли, регулировать товарные потоки и выявлять зоны повышенного риска распространения инфекционных заболеваний [1, 5].

Инфекционные болезни скота представляли серьезную угрозу экономической стабильности региона. Особо опасной считалась САП (манка) у лошадей, поскольку они широко использовались для транспортных, военных и государственных нужд. Потеря лошадей напрямую отражалась на функционировании почтовых сообщений, административных структур и торговых перевозок.

С целью предотвращения возникновения эпизоотий применялись следующие меры:

– регулярный ветеринарный осмотр лошадей почтовых служб и городской стражи;

– дезинфекция конюшен и хозяйственных помещений;

– организация карантинных зон для животных, прибывших из других мест пребывания [1, 2].

По сведениям газеты «Туркестанские ведомости», в 1905 году в волостях Ходжикент и Кушкурган была зафиксирована массовая гибель крупного рогатого скота, проникшего через торговые каналы, связанные с кожевенной промышленностью [2]. Данный случай продемонстрировал уязвимость торговой системы при недостаточном санитарном контроле. В связи с этим были написаны ветеринарные нормы.

Для функционирования скотных рынков вводились обязательные ветеринарные нормы и административные регламенты. Так, в 1906 году военный губернатор Сырдарьинской области санкционировал открытие рынка в селе Сансарак для торговли скотом по субботам, однако отсутствие системного ветеринарного надзора сделало его деятельность неэффективной [3].

Регулярные ветеринарные осмотры включали:

– проверку лошадей аров, перевозивших грузы в Ташкент, дважды в год;

– ежедневный осмотр лошадей и ослов, привозимых на продажу в Ташкент;

– контроль состояния скота на крупных рынках, ярмарках и бойнях [1, 3].

Таким образом, ветеринарные нормы становились обязательным условием легальной торговли и обеспечивали санитарную безопасность городского населения.

Лошади являлись ключевым элементом хозяйственной инфраструктуры региона. Они использовались в государственных службах, почтовых маршрутах, подразделениях городской стражи и коммерческой торговле. В условиях протяженных расстояний и недостаточной развитости механизированного транспорта именно лошади обеспечивали устойчивость товарооборота.

Регулярные ветеринарные осмотры способствовали поддержанию здоровья животных, снижению смертности и предотвращению эпизоотий, что, в свою очередь, обеспечивало надежность перевозки товаров и стабильность экономических процессов [1, 6].

Таким образом, представленные данные показывают, что система ветеринарного контроля в Туркестане была неотъемлемым инструментом регулирования торговли скотом, поддержания санитарной

безопасности и укрепления экономической устойчивости региона. Эффективная организация ветеринарной службы обеспечивала взаимодействие транспортного потенциала лошадей с торговой и административной инфраструктурой, что подтверждает её стратегическое значение для колониального хозяйства.

Таблица 1 – Пример учета животных на рынках и транспортных маршрутах

Пункт контроля	Тип животных	Частота осмотра	Примечания
Железнодорожные вокзалы	Лошади, крупный рогатый скот	По прибытию	Ветеринарный пункт
Границы региона	Коровы, овцы	По прибытию	Карантинная проверка
Рынки и ярмарки	Лошади, ослы, крупный рогатый скот	Каждый рыночный день	Городской ветеринар
Почтовые станции	Лошади	Ежемесячно	Осмотр на манку
Конюшни городской стражи	Лошади	Ежемесячно	Дезинфекция

Анализ торговли скотом и организации ветеринарного контроля в Туркестане конца XIX – начала XX века демонстрирует, что данная сфера была неотъемлемой частью экономической жизни региона и важным инструментом колониальной администрации Туркестанского края. Введение системы ветеринарного надзора позволило не только предотвращать эпизоотии и контролировать распространение инфекционных заболеваний среди животных, но и упорядочить торговлю скотом, обеспечивая надежность перевозок и стабильность рынков. Рост спроса на животноводческую продукцию требовал расширения торговых связей и усиления ветеринарного контроля.

Создание ветеринарной службы и контроль на вокзалах, границах и рынках обеспечивали:

– предотвращение распространения болезней;

– развитие официальной торговли скотом;

– поддержание экономической стабильности региона [1, 3, 6].

Особое внимание уделялось осмотру лошадей и ослов, используемых для перевозки грузов и доставки почты, что подчеркивает стратегическую роль животноводства для функционирования государственных и коммерческих структур. Применение карантинных зон, регулярные осмотры животных и дезинфекция помещений подтверждают высокий уровень организации ветеринарной службы того времени.

Исследование выявило прямую корреляционную связь между уровнем экономического развития региона и эффективностью проводимой ветеринарной политики. Отсутствие системного контроля на отдельных рынках, как в селе Сансарак, приводило к превращению торговых площадок в очаги распространения инфекций, что делало их фактически неработоспособными и подрывало доверие купечества. Напротив, строгая реализация ветеринарно-санитарных норм, создание карантинных зон и обязательный осмотр скота на узловых станциях обеспечивали бесперебойное функционирование ключевых торговых маршрутов и крупных ярмарок.

Важным аспектом стало формирование в Туркестане уникальной системы административно-ветеринарного надзора, адаптированной к условиям кочевого и полукочевого хозяйства. Государственное регулирование заложило основы:

– *Эпизоотического мониторинга:* создание сети ветеринарных пунктов позволило оперативно локализовать вспышки заболеваний.

– *Стандартизации торговли:* внедрение обязательных ветеринарных свидетельств при перемещении скота через границы уездов.

– *Санитарного просвещения:* взаимодействие администрации с местным населением для разъяснения необходимости вакцинации и изоляции больного скота.

Таким образом, практика ветеринарного контроля в Туркестане конца XIX – начала XX века не только сохраняла здоровье животных, но и играла стратегическую роль в поддержании экономической и социальной стабильности края. Она способствовала трансформации традиционного скотоводства в товарную отрасль, ориентированную на экспорт.

Исторический опыт организации надзора в условиях обширных территорий и трансграничных перемещений животных остается актуальным и сегодня. Примеры из прошлого могут служить ценным материалом для совершенствования современных систем ветеринарного контроля, повышения биологической безопасности и обеспечения устойчивого развития аграрного сектора в условиях глобализации.

Список использованной литературы

1. Национальный Архив Узбекистана I-12-фонд. 1-список. 14-иш.

2. Туркестанские ведомости. 1905. № 122.

3. Туркестанские ведомости. 1906. № 152.

4. Петков П., Горячкин А. Развитие животноводства в Узбекистане. Ташкент: Узбекистан, 1968.

5. Юлдашев А. Аграрные отношения в Туркестане. Ташкент, 1969.

6. Shchekin V. A. Chorvachilik. Maxsus qism. (2-nashr). Toshkent: O`quvchi, 1968.

7. Xo‘jaxonov I. Farg‘ona vodiysi chorvador aholisining an`anaviy uy-joylari xususida // Ta`lim tizimida ijtimoiy-gumanitar fanlar. 2005. № 2.

УДК 636.2.034.087.26

ВЫРАЩИВАНИЕ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОК С ВВЕДЕНИЕМ В РАЦИОН ПЕРСПЕКТИВНОГО ВЫСОКОПРОТЕИНОВОГО КОРМОВОГО СРЕДСТВА

Варакин Н. А., *аспирант*
Злепкин В. А., *д. с.-х. н., доцент*
Варакин А. Т., *д. с.-х. н., профессор*
Степурина М. А., *к. с.-х. н.*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Замена в комбикорме 25 и 75 % льняного жмыха на жмых рапсовый безэруковый, низкоглюкозинолатный 00-типа сортов, соответственно у тёлок 1-й и 2-й опытных групп повлияла на улучшение питательности среднего суточного рациона, сравнительно с контролем, в содержании СВ, СП, ПП, СК и СЖ, а 2-опытная группа превосходила 1-опытную группу по содержанию СП, ПП, СК и СЖ в среднесуточном рационе. Преимущества в пользу испытуемого рапсового жмыха способствовали увеличению живой массы телят.

Ключевые слова: *рационы телок, состав рационов телок, питательность рационов телок, живая масса тёлок.*

Значительно влияние биологической полноценности кормления на продуктивные качества разных видов и половозрастных групп сельскохозяйственных животных [2-4, 6-8].

Вместе с этим, велико значение биологической полноценности рационов при ведении молочного скотоводства [5, 9, 10].

Реализации продуктивного потенциала животных весьма способствует необходимый уровень содержания протеина в потребляемом корме и его качество по аминокислотному составу. Так, в научных исследованиях и практике животноводства большое значение придается поиску и внедрению кормовых средств, и в частности высокобелковых, использование которых позволяет более эффективно расходовать корма, способствуя повышению продуктивности и качества продукции сельскохозяйственных животных.

Исследованиями установлено, что введение в кормление высокопродуктивным молочным коровам жмыхов разных видов: льняного и рапсового, позволяет расширить ассортимент кормов и повысить полноценность рационов, что улучшает показатели надоев молока и его качество, в частности по содержанию жира и белка. Выявлено также, что использование испытуемых жмыхов экономически выгодно, с несколько более высоким результатом при скармливании рапсового жмыха. Поэтому в молочном скотоводстве целесообразно, наряду с льняным жмыхом, включать также рапсовый жмых в кормление лактирующих коров [1].

В связи с этим, исследовательские работы по продуктивности телят с введением в рационы перспективных высокопротеиновых кормовых средств весьма важны и актуальны для повышения эффективности выращивания ремонтного молодняка в молочном скотоводстве.

Цель наших исследований - изучение продуктивности тёлок молочного периода выращивания, в частности изменения их живой массы с использованием в составе рационов рапсового жмыха безэрукового, низкоглюкозинолатных сортов вместо части льняного жмыха.

Научно-хозяйственный опыт был проведён в ПХ АО «Труд» Ленинградской области. Для исследований сформировали группы подопытных тёлок: контрольная, первая опытная и вторая опытная (по пятнадцать животных в каждой). В научно-хозяйственном опыте использовали тёлок голштинской породы.

Рационы подопытным животным были разработаны для достижения среднесуточных приростов живой массы 800-900 г, при использовании норм кормления РАСХН, а с учётом возраста и массы тела тёлок проводилась их ежемесячная корректировка.

В ходе эксперимента проводили ежемесячное взвешивание телят утром до кормления.

Полученный в опыте цифровой материал обработали с использованием метода вариационной статистики.

Исследования на подопытных тёлках в научно-хозяйственном опыте были выполнены согласно приведённой схеме (таблица 1).

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Период	Группа	Количество, голов	Продолжительность, дни	Характер кормления
Предварительный (уравнительный)	Контрольная, 1-я опытная, 2-я опытная	45	10	Основной рацион (ОР) + комбикорм с льняным жмыхом
Переходный	Контрольная	15	5	ОР + комбикорм с льняным жмыхом
	1-я опытная	15	5	ОР + комбикорм с льняным жмыхом – 75 % и рапсовым жмыхом – 25 % – приучение
	2-я опытная	15	5	ОР + комбикорм с льняным жмыхом – 25 % и рапсовым жмыхом – 75 % – приучение
Главный (учётный)	Контрольная	15	123	ОР + комбикорм с льняным жмыхом
	1-я опытная	15	123	ОР + комбикорм с льняным жмыхом – 75 % и рапсовым жмыхом – 25 %
	2-я опытная	15	123	ОР + комбикорм с льняным жмыхом – 25 % и рапсовым жмыхом – 75 %
Заключительный	Контрольная, 1-я опытная, 2-я опытная	45	30	ОР+ комбикорм с льняным жмыхом

В научно-хозяйственном опыте особенности кормления подопытных телят заключались в том, что контрольная группа получала в составе ОР комбикорм, который наряду с другими компонентами включал льняной жмых – 21,17 % по массе, а 1-я опытная группа получала в составе ОР такой же комбикорм, только с заменой 25 % льняного жмыха по массе на рапсовый жмых; 2-я опытная группа – в составе ОР такой же комбикорм, только с заменой 75 % льняного жмыха по массе на рапсовый жмых.

Необходимо отметить, что в комбикорме для опытных групп тёлок использовался жмых, полученный от переработки рапса безэрукового, низкоглюкозинолатных 00-типа сортов.

Среднесуточные рационы для сравниваемых групп по количеству заданных кормов и минеральных добавок в главном периоде научно-хозяйственного опыта приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Состав кормовых средств в среднесуточных рационах для телят, кг

Корма и добавки	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
ЗЦМ (восстановленный)	3,0	3,0	3,0
Комбикорм с льняным жмыхом	1,22	-	-
Комбикорм с льняным жмыхом – 75 % и рапсовым жмыхом – 25 %	-	1,22	-
Комбикорм с льняным жмыхом – 25 % и рапсовым жмыхом – 75 %	-	-	1,22
Сенаж	2,52	2,52	2,52
Дерть кукурузы	0,18	0,18	0,18
Шрот соевый	0,08	0,08	0,08
Монокальцийфосфат, г	16,3	16,3	16,3
Мел, г	3,2	3,2	3,2
Соль поваренная, г	16,7	16,7	16,7

Согласно полученным данным (таблица 2), суточные рационы в среднем за главный период опыта показали, что по количеству используемых кормов и минеральных добавок они не различались, однако ремонтному молодняку контрольной группы в его составе задавали комбикорм с льняным жмыхом, а 1-й опытной группе – такой же комбикорм, но с заменой 25 % льняного жмыха по массе на рапсовый жмых, а 2-й опытной группе – такой же комбикорм, но с заменой 75 % льняного жмыха по массе на рапсовый жмых.

Результаты исследований свидетельствовали о том, что сравнительно с контролем, при замене в составе комбикорма 25 % льняного жмыха по массе на жмых рапсовый безэруковый низкоглюкозинолатный 00-типа у тёлок 1-й опытной группы, а также при замене в составе комбикорма 75 % льняного жмыха по массе на жмых рапсовый безэруковый низкоглюкозинолатный 00-типа у тёлок 2-й опытной группы, установлено преимущество в питательной ценности сравниваемых среднесуточных рационов по содержанию сухого вещества (СВ), сырого протеина (СП), переваримого протеина (ПП), сырой клетчатки (СК) и сырого жира (СЖ).

При этом у телят 2-й опытной группы выявлено преимущество в питательности среднего суточного рациона, сравнительно с 1-й опытной группой, в содержании СП, ПП, СК и СЖ.

Также использование испытуемого рапсового жмыха позволило увеличить содержание расщепляемого протеина в рационе опытных групп.

Полученные данные исследования продуктивности тёлок по живой массе в сравниваемых группах в главном периоде научно-хозяйственного опыта приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Живая масса и её прирост у телят (M ± m), (n = 15)

Группа	Продолжительность главного периода опыта, дней	Живая масса, кг	
		в начале главного периода опыта	в конце главного периода опыта
Контрольная	123	59,6 ± 0,42	159,8 ± 1,19
1-я опытная	123	59,3 ± 0,37	162,6 ± 1,12
2-я опытная	123	59,9 ± 0,45	164,6 ± 1,31

Согласно экспериментальным данным (таблица 3), в начале главного периода опыта у телят сравниваемых групп по живой массе существенной разницы не наблюдалось. Однако в конце главного периода опыта, сравнительно с контролем, животные 1-й опытной группы имели преимущество по изучаемому показателю на 2,8 кг, или 1,75 %, а 2-й опытной группы – на 4,8 кг, или 3,0 % при уровне вероятности $P > 0,95$.

Таким образом, сравнительно с контролем, при замене в составе комбикорма 25 % льняного жмыха по массе на жмых рапсовый безэруковый низкоглюкозинолатный 00-типа у тёлок 1-й опытной группы, а также при замене в составе комбикорма 75 % льняного жмыха по массе на жмых рапсовый безэруковый низкоглюкозинолатный 00-типа у тёлок 2-й опытной группы установлено преимущество в пита-

тельной ценности сравниваемых среднесуточных рационов по содержанию сухого вещества (СВ), сырого протеина (СП), переваримого протеина (ПП), сырой клетчатки (СК) и сырого жира (СЖ). При этом у телят 2-й опытной группы выявлено преимущество в питательности среднего суточного рациона, сравнительно с 1-й опытной группой, в содержании СП, ПП, СК и СЖ. Вместе с этим, использование рапсового жмыха взамен указанных частей льняного жмыха позволяет увеличить содержание в рационе расщепляемого протеина. Результаты исследований свидетельствовали о том, что вышеперечисленные преимущества в пользу испытуемого рапсового жмыха способствовали увеличению живой массы телят молочного периода выращивания.

Список использованной литературы

1. Варакин А. Т. и др. Использование жмыхов разных видов для производства молока // Эффективное животноводство. 2024. № 5 (195). С. 39-41.

2. Варакин А. Т. и др. Оптимизация минерального питания откармливаемых баранчиков в условиях естественных пастбищ // Овцы, козы, шерстяное дело. 2020. № 3. С. 39-42.

3. Гайирбегов Д. Ш. и др. Изменение состава молока свиноматок первого опороса во взаимосвязи с биологической ценностью рационов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 3 (75). С. 217-223.

4. Гайирбегов Д. Ш. и др. Химический состав и энергетическая ценность мяса бычков в зависимости от типа кормления // Проблемы развития АПК региона. 2017. Т. 29. № 1 (29). С. 71-74.

5. Дуборезов В. Кормление молочных коров по детализированным нормам // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 4. С. 52-55.

6. Зотеев В. С. и др. Оптимизация уровня меди в рационе холостых овцематок // Овцы, козы, шерстяное дело. 2018. № 2. С. 31-34.

7. Саломатин В. В. и др. Влияние бишофита и фосфатидного концентрата на мясную продуктивность свиней // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. Вып. 2. С. 46-51.

8. Симонов Г. А. и др. Биологическая ценность комплексной минеральной добавки для лактирующих коров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2 (66). С. 238-247.

9. Степурина М. А. и др. Кормовые добавки для повышения питательной ценности рационов и продуктивности лактирующих коров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 4 (56). С. 170-179.

10. Степурина М. А. и др. Продуктивные качества дойных коров при оптимизации минеральной обеспеченности рационов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4 (60). С. 269-280.

УДК 636.5.033.087.7

СИМБИОТИКИ – ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОВЫСИТЬ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Зорин Е. М., *соискател*
Еремин Д. С., *соискатель*
Злепкина Н. А., *к. с.-х. н., доцент*
Злепкин В. А., *д. с.-х. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Современное птицеводство ищет пути повышения продуктивности – и один из ключевых инструментов здесь – биологически активные добавки в кормах. Благодаря им удаётся сформировать сбалансированное питание: без этого невозможно сохранить здоровье птиц, поддерживать высокую плодовитость поголовья и добиться эффективного усвоения кормов. При этом экономическая логика развития отрасли диктует комплексный подход: недостаточно просто выбирать высокопродуктивные кроссы – нужно серьёзно работать над кормовой базой. Особую актуальность приобретает оптимизация расхода кормов: ведь именно они составляют до 65 % в структуре себестоимости мяса птицы.

Ключевые слова: *птицеводство, цыплята-бройлеры, продуктивность цыплят-бройлеров, симбиотики, качество мяса цыплят.*

Развитие современного птицеводства требует комплексного подхода: следует не только наращивать продуктивность поголовья и оптимизировать затраты, но и неукоснительно соблюдать нормы экологической безопасности продукции.

Промышленные спецтехнологии выращивания птицы характеризуются интенсивным накоплением микрофлоры как в производственных помещениях, так и в находящейся вокруг среде. При содержании в закрытых системах птица лишена вероятности контакта с естественными природными источниками нормальной микрофлоры – основой, насекомыми и растительными субстратами, которые традиционно присутствуют в обычной среде обитания [2].

Данная ситуация создает благоприятные условия для опережающей колонизации кишечника новорожденных особей энтеробактериями, что замедляет воинское формирование нормальной микробиоты, представленной молочнокислыми бактериями, бифидобактериями и энтерококками. Вместе с тем, установлено, что флора окружающей среды оказывает существенное влияние на состав кишечной микробиоты, наиболее в критический период первых 7-10 дней жизни цыплят. Согласно изысканиям [5, 6], состояние кишечной микрофлоры находится в тесной взаимосвязи с физиологическим рангом макроорганизма.

Традиционная практика промышленного птицеводства предусматривала широкое использование отходов кормовых антибиотиков для профилактики желудочно-кишечных заболеваний. Вместе с тем, неконтролируемое парентеральное применение этих препаратов – часто в необоснованно высоких дозах и с излишне широким спектром действия – обусловило селекцию в окружающей среде антибиотикорезистентных штаммов патогенной и виртуально-патогенной микрофлоры.

Исследования показывают, что бактерии адаптируются к антибиотикам намного быстрее, чем создаются новые препараты, что снижает эффективность антибиотикотерапии.

Серьезную задачу представляет негативное воздействие антибиотиков на кишечную микробиоту:

– нарушение здоровья естественного микробиоценоза;

– развитие дисбактериозов;

– проявление токсических результатов.

Особую тревогу вызывает снижение качественных характеристик продукции птицеводства, что делает риски для здоровья потребителей. Доказано, что систематическое использование антибиотиков в производстве мяса приводит к образованию резистентности человеческого организма к лекарственным препаратам. Потребление мясной продукции с остаточным содержанием антибиотиков способствует развитию стабильности кишечной микрофлоры человека к антибактериальной терапии [1].

В этом контексте многообещающим направлением становится использование симбиотиков.

Симбиотики представляют внешне-комплексные препараты, объединяющие два компонента: пробиотики – это живые микробы, благотворно влияющие на кишечную микрофлору, и пребиотики – это вещества, подстегивающие размножение и активность полезных бактерий. В отличие от антибиотиков, они не соблюдают, а восстанавливают и поддерживают естественный баланс микрофлоры. Это критически весомо для цыплят бройлеров: их пищеварительная система отличается повышенной восприимчивостью к любым изменениям в рационе и условиях содержания.

Симбиотики активируют обменные процессы и укрепляют неособенный иммунитет за счёт стимуляции клеточных и гуморальных защитных моментов. Стабильная микрофлора облегчает адаптацию птиц к изменениям условий оглавления и кормления, особенно в критические фазы роста. Бактерии в составе симбиотиков вырабатывают витамины категории В, аминокислоты и ферменты, улучшающие пищеварение [3].

В современной зоотехнической практике имеется тенденция к замене традиционных кормовых антибиотиков на инновационные симбиотические вещества. Научный интерес вызывает применение отечественного симбиотика «Ветастар» (ООО «ВЕТОС-ФАРМА») в спецтехнологии выращивания молодняка бройлеров.

Состав симбиотика «Ветастар» это пробиотические культуры: Bacillus subtilis (ВКМ В-2716D) не менее 1*108 КОЕ, Bacillus licheniformis (ВКМ В-2717D) не менее 1*108 КОЕ Пребиотический комплекс: Инулин, Олигофруктоза, Фруктоза Витамины: В1, В2, В5, В3, В6, В12, К3, С. Энергетический простой компонент: Мальтодекстрин. Наполнитель: Диоксид кремния.

«Ветастар» – обеспечивает формирование нормальной микрофлоры с первых дней жизни, профилактику зараз (колибактериоз, сальмонеллез), лечение кишечных инфекций и дисбактериозов, коммуникабельность с антибиотиками, восстановление микрофлоры после антибиотикотерапии, применения антигельминтиков, кормовых кишечных инфекций, повышение иммунитета и продуктивности.

В рамках исследования эффективности симбиотического вещества «Ветастар» был проведен научно-хозяйственный опыт на молодняке мясных кур кросса «Росс-308». Птицу содержали на основательной подстилке, при этом все технологические параметры выращивания и кормления отвечали рекомендациям селекционно-генетического центра по работе с данным кроссом. Экспериментальная части работы выполнялась в условиях АО «Птицефабрика Краснодонская» (Иловлинский район Волгоградской области) в типовом птичнике, оборудованном для напольного содержания птицы.

Для проведения эксперимента были сформированы четыре категории суточных цыплят кросса «Росс-308» по 100 голов в каждой:

– контрольная группа (без добавления симбиотика);

– первая опытная группа, получавшая полнорационный корм с симбиотиком «Ветастар» в профилактической дозе 400 г/т воды;

– вторая искуственная группа с добавлением симбиотика «Ветастар» в дозе 500 г/т воды;

– третья бывалая группа, получавшая симбиотик «Ветастар» в дозе 600 г/т воды.

Результаты изысканий показали, что при применении добавки «Ветастар» в начале опыта статистически надежных различий по живой массе птицы между I, II и III. опытными и контрольной группами не было.

Применение симбиотика «Ветастар» в дозировках 400, 500 и 600 г/т воды, обеспечило к 14-му дню эксперимента преимущества живой массы цыплят I, II и III. опытных групп над контролем на

4,2-7,3 %. В последующем (на 21, 28 и 40 дни) после смены рационов это превосходство сохранялось, составляя 4,4-7,8 %, 8,3-9,8 % (статистически верно при $P \leq 0,01$) и 8,2-10,5 % соответственно.

Ключевым зоотехническим показателем в птицеводстве является защита поголовья, непосредственно определяющая объемы готовой продукции и влияющая на издержки производства. Наряду с такими факторами, как живая масса, время выращивания и затраты корма на единицу прироста, этот признак формирует экономическую эффективность отрасли [4].

Сохранность оценивалась по числу птицы на момент убоя. В I, II и III опытных группах этот рейтинг составил от 98 до 100 %, при этом результаты патологоанатомического вскрытия показали, что случаи падежа имели сугубо травматическую этиологию. В контрольной группе сохранность была ниже – 97 %, а первопричины падежа включали как травматизм, так и энтериты.

Профилактика энтеритов в хозяйстве включала систематическую дегельминтизацию и плановую вакцинацию поголовья. Важнейшим элементом профилактических событий являлось использование качественных кормов и чистой питьевой воды.

Технология оглавления цыплят-бройлеров была направлена на предотвращение травматизма и минимизацию перенапряжения.

Микроклимат в птичнике поддерживался на оптимальном уровне: в первую неделю температура субфибрильная составляла 31 °С с постепенным снижением до 20 °С к концу выращивания, влажность воздуха – 65-70 %. Для регулировки параметров использовались газогенераторы и система приточно-вытяжной вентиляции.

Освещение организовывалось по прерывчатой программе с учетом физиологических потребностей птицы. Уровень освещенности подбирался таким образом, чтобы обеспечить нормальную активность и мирное поведение цыплят.

Результаты исследований подтверждают высокую отдачу симбиотика в бройлерном производстве. Ключевые показатели продуктивности показывают значительное улучшение: прирост живой массы к 40-дневному усилюсь составляет 2,2-8,0 %, при этом в наших экспериментах с симбиотиком «Ветастар» в дозе 500 г/т воды был достигнут рейтинг 5,8 %.

Экономическая эффективность применения проявляется в улучшении конверсии созвездие на 6,3-7,4 % и повышении европейского индекса продуктивности (ЕИП) на 0,81 %. Кроме того, симбиотик оказывают позитивное влияние на кишечный микробиом: в частности, препарат «Ветастар» содействовал увеличению численности

бактерий (Bacillus subtilis (ВКМ B-2716D), Bacillus licheniformis (ВКМ B-2717D)) при одновременном понижении доли патогенных микроорганизмов.

Экспериментальным путем определена оптимальная теротехнология применения симбиотика «Ветастар» для цыплят-бройлеров. Разработанная биотехнологическая методология предполагает полный отказ от профилактического использования антибиотиков в процессе выращивания птицы.

Заключение. Развитие бройлерного производства, невзирая на технологический прогресс, сталкивается с вызовами, связанными с необходимостью уверенной реализации генетического потенциала современных кроссов. Интенсификация птицеводства, характеризующаяся применением высокопродуктивной птицы с ускоренным метаболизмом, повышенными требованиями к условиям оглавления и кормления, а также возрастающей фармакологической нагрузкой на организм, делает специфические проблемы, не характерные для экстенсивных систем.

В этих условиях актуальность приобретает разработка комплекса мероприятий по повышению резистентности, жизнеспособности и производительных качеств птицы с использованием экологически безопасных препаратов. Результаты проделанного эксперимента демонстрируют эффективность симбиотика «Ветастар» в стимулировании подъема, повышении однородности по живой массе молодняка, что обеспечивает высокий выход жизнеспособного поголовья с повышенной естественной резистентностью, сохранностью и производительностью поголовья.

Список использованной литературы

1. Васильева О. А. Альтернативные пути замены кормовых антибиотиков – Текст: непосредственный // Эффективное животноводство. 2019. № 4. С. 13-15.

2. Гавриленко Д. В. Биотехнология получения комплексной кормовой добавки для птицы // Сборник науч. тр. Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2019. № 8 (3). С. 165-168.

3. Симбиотики как инструмент влияния на кишечную микрофлору птиц – Текст: непосредственный / А. А. Гофман С. Б. Лыско, О. А. Сунцова, М. В. Задорожная // Птицеводство. 2025. № 10. С. 23-25.

4. Эффективность комбинирования пробиотиков с фитобиотиками в рационе птицы: анализ литературных данных / И. В. Правдин, Л. З. Кравцова, В. Т. Толегенова, Н. А. Ушакова // Птицеводство. 2023. № 1. С. 22-27.

5. Пышманцева Н. А. Пробиотики повышают рентабельность птицеводства – Текст: непосредственный // Птицеводство. 2011. № 2. С. 20.

6. Нанотехнологии в борьбе с микотаксинами в птицеводстве / В. И. Фисинин, И. Егоров Н. Мухина, З. Черкай // Птицеводство. 2021. № 8. С. 31-32.

УДК 639.51

ГОРМЕЗИС И РЕПРОДУКТИВНЫЙ КОМПРОМИСС: УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ВИДОСПЕЦИФИЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТРЕСС-ОТВЕТА У РАКООБРАЗНЫХ

Иванов С. С., *научный сотрудник*
Хорева Т. И., *магистр*
Брежнева М. Л., *аспирант*
Брежнев Л. Л., *аспирант*
Федоров З. В., *аспирант*
Кравченко Ю. В., *к. с.-х. н., доцент*

ФГБОУ ВО МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)
г. Москва, Россия
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Проведён сравнительный анализ дуалистической природы стресс-реакции у ключевых объектов аквакультуры ракообразных: раков семейства *Parastacidae* (на примере *Cherax quadricarinatus*) и гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii*. Показано, что концепция гормезиса (стимулирующее действие умеренных доз стрессоров) и феномен репродуктивного компромисса (trade-off) носят универсальный характер. Выявлены общие стабильные молекулярные пути адаптации: индукция белков теплового шока (HSP70/90), активация антиоксидантной системы: Nrf2, супероксиддисмутаза (SOD), каталаза (CAT) и нейроэндокринная ось CHH (Crustacean Hyperglycemic Hormone). На основе анализа сформулированы дифференцированные подходы к применению управляемого стресса в технологических циклах аквакультуры для раздельной оптимизации темпов роста и продуктивности размножения.

Ключевые слова: *аквакультура ракообразных, гормезис, репродуктивный компромисс, Cherax quadricarinatus, Macrobrachium rosenbergii, стресс-белки, метил-фарнезоат, осморегуляция, социальный стресс.*

Введение. Мировая аквакультура ракообразных, являющаяся одним из наиболее динамично развивающихся секторов пищевого производства, базируется на ограниченном числе высокопродуктивных видов [10]. Среди них доминируют представители двух таксономических и экологических групп: пресноводные ракообразные семейства Parastacidae, в первую очередь гигантский красно-клешнёвый рак *Cherax quadricarinatus*, и пресноводная гигантская креветка *Macrobrachium rosenbergii* [13]. Несмотря на филогенетическое родство, эти виды различаются средой обитания, жизненным циклом, социальной организацией и, как следствие, стратегией адаптации к стрессовым воздействиям.

Традиционно стресс у гидробионтов рассматривается как сугубо негативный фактор, приводящий к снижению роста, иммуносупрессии и повышению отхода [5]. Однако современные данные экологической физиологии свидетельствуют о двойственной, бимодальной природе стресс-ответа. Концепция гормезиса постулирует, что воздействие факторов малой и средней интенсивности может оказывать стимулирующее, адаптогенное действие, «тренируя» защитные системы организма [6]. В аквакультуре это открывает путь к использованию дозированного, управляемого стресса для повышения резистентности и продуктивности. Параллельно существует эволюционно закреплённая стратегия репродуктивного компромисса (reproductive trade-off), согласно которой в условиях лимита ресурсов организм перераспределяет энергию с дорогостоящего процесса репродукции на обеспечение соматического выживания [15].

Цель настоящего обзора – провести сравнительный анализ стресс-реакции у ключевых культивируемых видов ракообразных, выделив универсальные молекулярно-физиологические принципы и видоспецифичные адаптации. Такой подход позволит разработать научно обоснованные, прецизионные технологии управления продукционными процессами в аквакультуре, учитывающие экологию и физиологию конкретного объекта.

Универсальные механизмы: общая основа гормезиса и репродуктивного компромисса

Несмотря на экологические различия, реакция на стресс у ракообразных следует общим биологическим принципам, объединяющим краткосрочные адаптивные механизмы и долгосрочные стратегии распределения энергетических ресурсов [11].

При **горметическом воздействии**, в организме запускаются защитные системы, «тренируя» организм и повышая его устойчивость. Ключевую роль здесь играют консервативные молекулярные пути, общие для таких видов, как австралийский красноклешневый рак (*Cherax quadricarinatus*) и гигантская пресноводная креветка (*Macrobrachium rosenbergii*). Одним из основных компонентов является **система белков теплового шока (HSP)**, в частности HSP70 и HSP90, синтез которых усиливается при умеренном повышении температуры [9; 14]. Эти белки стабилизируют структуру других белков, предотвращая их денатурацию и способствуя восстановлению повреждённых молекул. Система HSP обеспечивает неспецифическую цитопротекцию и кросс-толерантность, повышая устойчивость не только к повторному тепловому удару, но и к другим стрессорам, например, гипоксии или инфекции.

Параллельно активируется **антиоксидантная защита**, направленная на нейтрализацию активных форм кислорода (АФК), образующихся под действием гипоксии, токсинов и других неблагоприятных

факторов. Умеренный окислительный стресс активирует ключевой регуляторный фактор Nrf2, аналогичный таковому у млекопитающих, который, в свою очередь, усиливает активность ферментов – «уборщиков»: супероксиддисмутазы (SOD), каталазы (CAT), глутатионпероксидазы (GPx) и глутатион-S-трансферазы (GST), что позволяет организму эффективнее справляться с окислительным повреждением клеток [18, 14]. Дополнительно важную роль играет **нейроэндокринная ось СНН,** где гипергликемический гормон, секретируемый X-органом/синусовой железой, вызывает быстрое повышение уровня глюкозы в гемолимфе, обеспечивая мышцы и нервную систему энергией для реакции «бей или беги». При умеренном стрессе эта система может становиться более эффективной, усиливая общую выносливость организма [19].

Когда стресс становится хроническим, стратегия смещается от адаптации к выживанию за счет подавления энергозатратных процессов. Основой этого служит антагонизм между двумя ключевыми гормональными осями: **осью роста**, управляемой проторакотропным гормоном (PTTH) и экдизоном, отвечающей за линьку и соматический рост, и **осью размножения**, контролируемой ювенильным гормоном ракообразных – метил-фарнезоатом (MF), который стимулирует созревание гонад и синтез вителлогенина (Vg) [12; 7]. Этот антагонизм лежит в основе фундаментального **энергетического компромисса**: ресурсы могут быть направлены либо на рост, либо на репродукцию.

При длительном стрессе организм перераспределяет ограниченные энергетические ресурсы в пользу поддержания жизненно важных функций, подавляя наиболее энергозатратный процесс — репродукцию. Это реализуется через подавление активности мандибулярных органов, вырабатывающих MF [12; 4], что приводит к резкому снижению синтеза Vg в гепатопанкреасе, его дефицит приводит к резкому падению выработки белка MF – основного строительного материала для яйцеклеток. Кроме того, стресс может напрямую ингибировать экспрессию Vg через сигнальный путь FOXO [16].

Важную роль в этом переключении играет **AMPK** – «датчик энергодефицита», активирующийся при клеточном дефиците АТФ [15]. AMPK подавляет анаболические процессы, связанные с ростом и размножением, и переключает метаболизм на катаболизм, направленный на выживание.

Таким образом, стресс-ответ у ракообразных представляет собой интегрированную систему: кратковременное воздействие умеренного стресса активирует защитные механизмы, укрепляя устойчивость организма, тогда как хронический стресс инициирует перераспределение ресурсов в пользу выживания за счёт подавления репродуктивной функции.

Видоспецифичные адаптации при различных стрессовых факторах

Хотя молекулярная основа едина, конкретные стресс-факторы и акценты в адаптации кардинально различаются у изучаемых видов, что определяется их экологией и поведением.

На примере австралийского красноклешневого рака (*Cherax quadricarinatus*) – пресноводного представителя семейства Parastacidae – отчётливо видно, как абиотические факторы среды становятся главными драйверами стресса, определяя как краткосрочные реакции, так и долгосрочные стратегии выживания [3]. В естественной среде обитания и особенно в условиях аквакультуры этот вид регулярно сталкивается с колебаниями физико-химических параметров воды, которые и формируют основной спектр стрессоров: повышенные концентрации аммиака и нитритов, дефицит растворённого кислорода, резкие перепады температуры и pH [1]. Эти факторы оказывают прямое токсическое и физиологическое воздействие, делая контроль качества воды ключевым элементом поддержания здоровья и продуктивности.

В таких условиях организм развивает чётко направленную реакцию на умеренный стресс, при которой кратковременное воздействие неблагоприятного фактора, например, лёгкая гипоксия или контролируемое повышение температуры, служит стимулом для активации защитных систем [9]. Это приводит к усилению синтеза белков теплового шока, повышению активности антиоксидантных ферментов и улучшению общей устойчивости, что позволяет организму эффективнее противостоять последующим нагрузкам. Такая предварительная адаптация значительно повышает выживаемость молоди при транспортировке, пересадке и других антропогенных вмешательствах. При этом социальные стрессы, включая агрессию и территориальные конфликты, оказывают минимальное влияние – *Cherax quadricarinatus* характеризуется высокой толерантностью к плотному содержанию, что делает его особенно подходящим для интенсивного разведения [2].

Однако при длительном действии неблагоприятных условий организм переключается на стратегию репродуктивного компромисса. Подавление размножения происходит предсказуемо и тесно связано с отклонением абиотических параметров от оптимума: снижается синтез метил-фарнезоата, угнетается экспрессия вителлогенина, замедляется развитие гонад. Это означает, что для стабильного получения потомства критически важно поддерживать максимально стабильные и близкие к оптимальным условия среды. Таким образом, у Cherax quadricarinatus формируется стресс-реакция, в которой доминируют адаптации к физико-химическим колебаниям, а успех разведения напрямую зависит от способности контролировать и стабилизировать окружающую среду [17].

В то время как *C. quadricarinatus* демонстрирует классический репродуктивный компромисс в ответ на внешние условия, стресс-реакция гигантской пресноводной креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) формируется под влиянием факторов иного порядка.

У *M. rosenbergii* стресс-реакция формируется под сильным влиянием её уникальной экологии, включающей миграционный образ жизни и сложную социальную структуру, что кардинально отличает её стресс-ландшафт от других видов. В отличие от форм, где доминируют абиотические факторы, у *M. rosenbergii* ключевую роль играют биотические взаимодействия – в первую очередь жёсткая социальная иерархия, каннибализм и высокая плотность посадки [4, 13]. В природе этот вид совершает миграции между пресными и солоноватыми водами, что накладывает дополнительный слой сложности: организм должен адаптироваться к колебаниям солёности на фоне постоянного давления со стороны сородичей. Примечательно, что поддержание энергетически затратного статуса доминантного самца делает его, в свою очередь, особенно уязвимым к абиотическим стрессорам, таким как гипоксия и накопление аммиака, поскольку они напрямую нарушают энергетический баланс, необходимый для сохранения доминирования [4].

Одной из ключевых особенностей адаптации у этого вида является осмотический гормезис – способность организма «закаляться» под действием умеренной солёности. Кратковременное воздействие умеренной солёности (5-15 ‰) «тренирует» жаберный аппарат, индуцируя активность Na+/K+-АТФазы и синтез органических осмолитов, таких как таурин, пролин. Эти изменения повышают эффективность осморегуляции и в итоге формируют устойчивость к более сильным солевым колебаниям в будущем [8, 14]. Это классический пример полезного умеренного стресса, когда предварительная нагрузка тренирует физиологические системы и повышает выживаемость в условиях изменчивой среды.

Что касается социального стресса, его потенциальное гормезическое действие остаётся малоизученным и в значительной степени гипотетическим. Хотя теоретически контролируемая конкуренция между особями могла бы способствовать синхронизации линьки и, как следствие, улучшению продуктивности в аквакультуре, на практике экспериментальных подтверждений этому почти нет [4]. Управлять социальной напряжённостью так, чтобы она действовала как стимул, а не как деструктивный фактор, пока не удаётся.

В то же время репродуктивная стратегия вида осложняется выраженным половым полиморфизмом самцов, представленным тремя морфотипами: мелкими сателлитами, переходными формами и крупными доминантными самцами [4]. Репродуктивная функция сателлитных самцов крайне чувствительна к социальному давлению – присутствие доминанта подавляет их созревание и активность. Доминантные же самцы,

хотя и устойчивы к социальному стрессу, страдают от абиотических факторов: любое нарушение в среде – будь то нехватка кислорода или токсичные соединения – может подорвать их энергетический ресурс, необходимый для поддержания статуса и репродуктивной активности.

Таким образом, у *Macrobrachium rosenbergii* стресс-ответ строится вокруг сложного баланса между социальной иерархией и физиологической адаптацией к изменяющейся среде. Экология вида формирует уникальную систему компромиссов: осмотическая устойчивость развивается через контролируемый стресс, тогда как социальные взаимодействия, несмотря на их значимость, пока не могут быть использованы как инструмент позитивной адаптации. Репродуктивный успех оказывается зависим не только от условий среды, но и от внутривидовой динамики, где каждый морфотип самца сталкивается со своими специфическими ограничениями.

Дифференцированные подходы к управляемому стрессу в аквакультуре.

Понимание общих принципов и специфики позволяет предложить дифференцированные технологические решения (таблица 1).

Заключение. Проведённый сравнительный анализ подтверждает, что фундаментальные физиологические принципы – гормезис и репродуктивный компромисс – являются консервативными для ракообразных и опираются на общие молекулярные пути (HSP, антиоксидантная система, оси СНН, MF/экдизон). Однако доминирующие стресс-факторы и, следовательно, оптимальные стратегии управления ими кардинально различаются.

Таблица 1 – Сравнительные подходы к применению управляемого стресса для двух объектов аквакультуры

Принцип/ Технологический приём	*Cherax quadricarinatus (Parastacidae)*	*Macrobrachium rosenbergii*
«Закаливание» (Pre-conditioning) молоди	Кратковременная умеренная гипоксия или термошок для повышения общей резистентности и выживаемости при транспортировке [9].	Кратковременное (3-6 ч) воздействие солёностью 10-12‰ для «тренировки» осморегуляторной системы перед переводом в новые условия [8].
Стимуляция синхронного роста	Контролируемые колебания температуры или имитация приливных циклов (уровня воды) как неспецифический триггер линьки.	Циклирование плотности посадки (кратковременное увеличение с последующим разреживанием) и регулярная сортировка по размеру/морфотипу для управления социальной иерархией и минимизации каннибализма.

Окончание таблицы 1

Оптимизация условий для репродукции (маточное стадо)	Создание и поддержание максимально стабильных абиотических параметров (T°, солёность, O_2 , низкий уровень азотистых соединений)) [17].	Стабильность абиотики + управление социальной средой: рассмотрение возможности раздельного содержания морфотипов самцов, предоставление адекватного количества укрытий для самок и сателлитных самцов [4, 13].
Потенциальный триггер синхронизированного нереста	Строгий контроль фотопериода, гормональные индукции (например, экстракты глазных стебельков).	Экспериментальное применение кратковременного осмотического шока (перенос из пресной в слабосолоноватую воду) как имитации естественного миграционного сигнала.

Для **Parastacidae** (*C. quadricarinatus*) парадигма строится вокруг прецизионного контроля абиотической среды с возможностью точечного введения стресс-факторов (температура, гипоксия) для повышения резистентности на этапах, не связанных с размножением.

Для ***M. rosenbergii*** управление должно быть нацелено в первую очередь на контроль биотической (социальной) среды, где осмотический стресс может использоваться как адаптоген, а социальный стресс требует постоянного мониторинга и смягчения, особенно в репродукторных группах.

Перспективным интегративным направлением является разработка видоспецифичных наборов молекулярно-биохимических маркеров для мониторинга физиологического статуса в режиме, близком к реальному времени. Такой набор для *C. quadricarinatus* может включать экспрессию генов *hsp70*, *gst*, *vg* в гепатопанкреасе, а для *M. Rosenbergii* – дополнительно гены, связанные с осморегуляцией (*nka* – Na+/K+-АТФаза) и нейроэндокринным ответом на социальные взаимодействия (например, гены рецепторов серотонина или дофамина). Внедрение таких избирательных инструментов позволит перейти от эмпирического к научно обоснованному дозированию управляемого стресса, максимизируя продукционный потенциал и благополучие культивируемых ракообразных.

Список использованной литературы

1. Изучение адаптивного потенциала австралийского рака Cherax guadricarinatus, культивируемого в Астраханской области / В. Ф. Зайцев, В. Н. Крючков, И. В. Волкова [и др.] // Экологические аспекты природопользования Северного Прикаспия: сб. науч. ст. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2017. С. 349–393.

2. Крючков В. Н. Влияние гипоксии на состояние красноклешнёвых раков при прудовом выращивании // Journal of Agriculture and Environment. 2022. № 8 (28).

3. Пономарев А. К. Гистологический и гистохимический анализ гаметогенеза и состояния гепатопанкреаса у Procambarus clarkii при различных вариантах кормления: дис. Москва, 2003. 120 с.

4. Barki A. The effect of size and morphotype on social and reproductive behavior in male Macrobrachium rosenbergii // Aquaculture. 1991. V. 96. № 3-4. Pp. 307-319.

5. Barton B. A. Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids // Integrative and Comparative Biology. 2002. V. 42. № 3. Pp. 517-525.

6. Calabrese E. J. Hormesis: a fundamental concept in biology // Microbial Cell. 2014. V. 1. № 5. P. 145.

7. Chang E. S. Regulation of crustacean molting: a review and our perspectives // General and Comparative Endocrinology. 2011. V. 172. № 3. Pp. 323-330.

8. Cheng C. H. Effects of salinity on osmotic pressure and ionic composition of haemolymph in Macrobrachium rosenbergii // Journal of Crustacean Biology. 2000. V. 20. № 3. Pp. 463-469.

9. Characterization of heat shock protein 70 in the red claw crayfish (Cherax quadricarinatus): evidence for its role in regulating spermatogenesis / D. A. Fang, Q. Wang, L. He [et al.] // Gene. 2012. V. 492. № 1. Pp. 138-147.

10. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) 2022 / FAO. Rome: FAO, 2022.

11. Fotedar S. Health management during handling and live transport of crustaceans: A review // Journal of Invertebrate Pathology. 2011. V. 106. № 1. Pp. 143-152.

12. Nagaraju, G. P. C. Reproductive regulators in decapod crustaceans: an overview // Journal of Experimental Biology. 2011. V. 214. № 1. Pp. 3-16.

13. New M. B. Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the giant river prawn (Macrobrachium rosenbergii) // FAO Fisheries Technical Paper. 2002. № 428.

14. Effect of osmotic stress on antioxidant enzyme activity and gene expression in gills of Macrobrachium rosenbergii / N. Saha [et al.] // Fish & Shellfish Immunology. 2019. V. 88. Pp. 301-308.

15. Sokolova I. M. Energy-limited tolerance to stress as a conceptual framework to integrate the effects of multiple stressors // Integrative and Comparative Biology. 2013. V. 53. № 4. Pp. 597-608.

16. The interaction of insulin-like and steroid hormone pathways in the regulation of vitellogenin expression in the shrimp Metapenaeus ensis / D. Y. Tseng [et al.] // Frontiers in Endocrinology. 2018. V. 9. P. 152.

17. Ventura T. The insulin-like androgenic gland hormone in crustaceans: From a single gene silencing to a wide array of sexual manipulation-based biotechnologies // Biotechnology Advances. 2012. V. 30. № 6. Pp. 1543-1550.

18. Nrf2 antioxidant pathway activation confers cross-tolerance to heat stress in white shrimp Litopenaeus vannamei / L. Wang [et al.] // Aquaculture. 2021. V. 534. Art. 736246.

19. Webster S. G. The CHH-superfamily of multifunctional peptide hormones controlling crustacean metabolism, osmoregulation, moulting, and reproduction / S. G. Webster, R. Keller // General and Comparative Endocrinology. 2021. Vol. 313. Art. 113687.

УДК 639.3.043

ПРИМЕНЕНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ДЛЯ ВЫВЕДЕНИЯ ИЗ ОРГАНИЗМА РЫБ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Климова А. П., *старший преподаватель, аспирант*
Бахарева А. А., *д. с.-х. н., доцент*
Сергазиева О. Д., *к. с.-х. н., доцент*
Кравченко Ю. В., *к. с.-х. н., доцент*

ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»
г. Москва, Россия;
ФГБОУ ВО «АГТУ»
г. Астрахань, Россия
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучены литературные данные, подтверждающие, что гуминовые кислоты благодаря наличию разнообразных функциональных групп способны образовывать с ионами металлов (Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+}) прочные и нерастворимые комплексы. Приведены результаты современных российских и зарубежных исследований, демонстрирующих снижение аккумуляции токсикантов в органах и тканях гидробионтов при использовании гуминовых кислот в качестве кормовой добавки или добавки в воду.

Ключевые слова: *гуматы, гуминовые вещества, сорбция, тяжелые металлы, связывающая способность, рыбное хозяйство.*

В настоящее время во всем мире наблюдается нестабильная экологическая ситуация в связи с чем некоторые производства вынуждены применять антибиотики и прочие лекарственные препараты для предотвращения развития вспышек болезнетворных инфекций. Рыбохозяйственная отрасль не стала исключением в данной проблеме. Применение фармакологических средств в аквакультуре является необходимой мерой для сохранения популяций, выращиваемых гидробионтов. Внесение лекарственных препаратов требует строгого регламента и контроля над дозировками так как данные вещества способны аккумулироваться в тканях рыб и соответственно в конечной пищевой продукции, ухудшая ее пищевую ценность и создавая потенциальную угрозу здоровью потребителей.

Проблема накопления препаратов в тканях рыб приобретает особую значимость в контексте изменений в техническом регламенте ЕАЭС. С 2026 года контроль распространяется не только на сырье, но и на готовую продукцию, а нормативы содержания антибиотиков становятся едиными и обязательными для всех отраслей сельского хозяйства. Это требует от производителей аквакультуры пересмотра подходов к применению фармакологических средств и поиска альтернативных методов сохранения здоровья рыб, чтобы соответствовать новым, более строгим требованиям пищевой безопасности.

Согласно данным ФАО, аквакультура признана наиболее интенсивно развивающейся отраслью сельского хозяйства, призванной обеспечить продовольственную безопасность растущего населения Земли [5]. Однако интенсификация производственных процессов способствует загрязнению водных экосистем, следствием этого является аккумуляция токсических веществ в тканях гидробионтов. Данная проблема обуславливает необходимость разработки методов детоксикации организма за счет использования природоподобных и экологически безопасных кормовых добавок.

Выведение и апробация новых компонентов, обладающих детоксикационными и абсорбирующими свойствами является важной и актуальной задачей не только в современной фармацевтике, но и в ветеринарии и сельском хозяйстве. Данная инициатива также отражена в национальном проекте «Новые материалы и химия», запущенном в 2025 году, который поможет снизить долю импорта химической и критически важной биотехнологической продукции. Использование натуральных кормовых добавок, которые не только улучшают качество продукции, но и способствуют устойчивости к болезням является перспективным направлением аквакультуре. Применение органических кислот и их солей является альтернативой антибиотикам и стимуляторам роста в кормах для гидробионтов [1].

Гуминовые вещества являются уникальными органическими соединениями, обладающими рядом полезных свойств таких как выведение продуктов обмена, поддержка иммунной системы, детоксикация и противовоспалительное действие. Одним из путей получения гуминовых веществ является переработка почвы, торфяных залежей и бурых углей. Благодаря их специфичной пористой структуре, сформированной в процессе углефикации, они становятся ценным сырьем для производства адсорбентов.

Гуминовые вещества представляют собой сложные высокомолекулярные соединения, состоящие из ароматического каркаса и периферических алифатических цепей, содержащих большое количество функциональных групп: карбоксильные, карбонильные, фенольные и спиртовые гидроксилы, амино- и амидогруппы. Именно это структурное разнообразие обусловливает их уникальную способность к ионному и донорно-акцепторному взаимодействию, а также к образованию хелатных комплексов с металлами [7].

Практическое применение гуминовых кислот в аквакультуре не ограничивается только их детоксикационными свойствами. Обширные экспериментальные данные, накопленные в животноводстве и ветеринарии, демонстрируют их положительное влияние на продуктивные показатели. Гуматы, являясь физиологически активными соеди-

нениями, интенсифицируют обменные процессы, улучшают переваримость и усвоение кормов, поставляют микроэлементы в биодоступной форме и угнетают рост патогенной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте, выступая в качестве естественной альтернативы кормовым антибиотикам [8, 9]. В рыбоводстве применение гуминовых препаратов также способствует повышению выживаемости молоди, снижению кормового коэффициента и увеличению устойчивости к стресс-факторам и заболеваниям [10].

Международный опыт, включая исследования в Китае и России, подтверждает высокую экономическую и экологическую эффективность использования гуминовых кислот в аквакультуре для повышения скорости роста гидробионтов и их устойчивости к заболеваниям [8, 10].

Благодаря широкому спектру функциональных групп макромолекулы гуминовых веществ проявляют высокую комплексообразующую способность по отношению к ионам металлов (Cu^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Hg^{2+} и др.). Наибольшее экологическое значение имеет взаимодействие гуминовых веществ с тяжелыми металлами, которое проявляется в способности связывания токсикантов в прочные комплексные соединения и в дальнейшем превращение их в малоподвижную и нетоксичную форму [2].

Механизм этого взаимодействия активно изучается. Исследования показывают, что гуминовые кислоты снижают биодоступность металлов, образуя с ними стабильные комплексы (гуматы металлов). Например, установлено, что гуматы Cu, Mn, Pb и Zn стабильны в нормальных условиях окружающей среды (температура разложения превышает 573.15 K) и нерастворимы при нейтральном или щелочном pH, что характерно для большинства природных вод. Это приводит к радикальному снижению поступления тяжелых металлов в организм гидробионтов [4].

Важно отметить, что помимо прямого связывания токсикантов в воде и кишечнике, гуминовые кислоты способны влиять на физиологические процессы, связанные с ионным обменом. Эксперименты на митохондриях печени крыс показали, что под влиянием гуминовых и фульвокислот повышается эффективность окислительного фосфорилирования [9]. У лабораторных животных при скармливании гуминовых препаратов наблюдалось снижение уровня холестерина и глюкозы в крови на фоне увеличения содержания гемоглобина и эритроцитов, что свидетельствует об общеукрепляющем и метаболическом действии [9].

Дальнейшие исследования раскрывают дополнительные аспекты защитного действия. Так, в работе Collins Kamunde и соавторов при хроническом воздействии смеси Cu, Cd и Zn на радужную форель (Oncorhynchus mykiss) было выявлено, что добавление гуминовой кислоты снижает раннюю смертность, связанную с потерей ионов натрия и ингибированием активности Na^+ , K^+ -АТФазы в жабрах. Интересно, что влияние гуминовой кислоты на накопление металлов было видоспецифичным и зависело от органа и длительности экспозиции: для цинка (Zn) в жабрах защитный эффект был полным, для меди (Cu) и кадмия (Cd) – частичным. Важно отметить, что свободная активность ионов металлов не всегда является надежным предиктором их накопления в присутствии гуминовых кислот, что указывает на роль физиологических регуляторных механизмов [5].

Новейшие исследования также подтверждают эффективность гуминовых кислот в сложных аквапонных системах. В работе Judit Éva Lelesz и соавторов (2024) было показано, что внесение гуминовой кислоты в воду при выращивании кресс-салата в аквапонных условиях достоверно снижало накопление ртути (Hg) и свинца (Pb) в растениях. Концентрация Hg снизилась с 310,6 до 196,3 мкг/кг, а Pb – с 313,9 до 203,5 мкг/кг по сравнению с контролем без гуминовой кислоты [6].

Таким образом, анализ актуальных научных данных подтверждает, что применение гуминовых кислот является перспективным методом снижения аккумуляции токсичных ионов тяжелых металлов в гидробионтах, что способствует получению безопасной и качественной продукции аквакультуры.

Совокупность их свойств – высокая комплексообразующая способность по отношению к широкому спектру металлов, физиологическая активность, иммуномодулирующее действие и экологическая безопасность – позволяет рассматривать гуминовые кислоты как многофункциональную кормовую добавку нового поколения, способствующую не только детоксикации, но и общему повышению резистентности и продуктивности рыб [7, 8, 9].

Список использованной литературы

1. Liliana P. C., Dumitrescu G., McCleery D. et al. Organic acids mitigate Streptococcus agalactiae virulence in Tilapia fish gut primary cells and in a gut infection model // Ir Vet J. 2024. V. 77. No 10.

2. Лихачева Н. А. Сорбция ионов тяжелых металлов гуминовыми веществами // Башкирский химический журнал. 2022. Т. 29. № 4. С. 41-48.

3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO report: global fisheries and aquaculture production reaches a new record high. 2024. https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-report-global-fisheries-and-aquaculture-production-reaches-a-new-record-high/ru

4. Stability constants of metal-humic acid complexes and their implications for heavy metal bioavailability in aquaculture / T. T. T. Nguyen, T. T. H. Le, T. T. Tran [et al.] // Research Square. 2025.

5. Kamunde C. Humic acid alters tissue-specific uptake and subcellular distribution of metals in rainbow trout exposed to a metal mixture // AGRIS: International Information System for the Agricultural Science and Technology. 2024. https://agris.fao.org/search/en/records/6765a03550e69ae818393077

6. Lelesz J. É., Csajbók J., Molnár P. I., Virág I. C., Kutasy E. T. Mitigating the Accumulation of Mercury (Hg) and Lead (Pb) through Humic Acid Application under Aquaponic Conditions Using Watercress (Nasturtium officinale R. Br.) as a Model Plant // Plants (Basel). 2024. V. 27. No 13 (17). Art. 2386.

7. Сорбция тяжелых металлов гуминовыми кислотами каштановых почв / А. Н. Сабитова, Б. Б. Баяхметова, Б. Х. Мусабаева [и др.] // Вестник Евразийского национального университета им. Л. Н. Гумилева. Серия Химия. География. Экология. 2023. Т. 143. № 2. С. 24-35.

8. Эффективное применение гуминовых препаратов (на основе гуматов) в животноводстве и ветеринарии / Б. Т. Ермагамбет, Е. В. Кухар, Н. У. Нургалиев [и др.] // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. 2020. № 3. С. 45-52.

9. Васильев А. А. Значение, теория и практика использования препаратов на основе гуминовых кислот // Аграрный научный журнал. 2018. № 1. С. 3-6.

10. Effects of sodium humate and probiotics on growth performance enzyme activity and microbial environment of Litopenaeus vannamei in high-density zero-water exchange systems / Liao Wuquan et al. // Frontiers in Marine Science. 2022. V. 9.

УДК 619:618.2/.7+636.2.034

ЭТИОЛОГИЯ И КОРРЕКЦИЯ РЕПРОДУКТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У МОЛОЧНЫХ КОРОВ ПРИ ТЕПЛОВОМ СТРЕССЕ

Кочарян В. Д., *к. б. н., доцент*
Булатов Р. Н., *к. в. н., доцент*
Кочарян А. К., *аспирант*
Шевцова А. И., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования влияния теплового стресса на репродуктивную функцию высокопродуктивных коров голштинской породы в условиях Волгоградской области. Установлено, что в летний период при температуре +35 °С и выше, заболеваемость акушерско-гинекологическими патологиями достигает 55,5 %, а уровень климатического бесплодия составляет 8 %. Наиболее распространенными патологиями являются послеродовой эндометрит (21,5 %) и гипофункция яичников (14,5 %), пик которой приходится на июль с ростом до 7,3 %. Показано, что зимой при низких температурах также наблюдается высокий процент бесплодия (5 %) и гипофункции яичников (13 %). Для коррекции выявленных нарушений предложен комплексный подход, включающий оптимизацию микроклимата, гормональную терапию препаратом «Фоллимаг» и вибромассаж репродуктивных органов.

Ключевые слова**:** *болезни коров, эндометрит коров, гипофункция яичников коров, тепловой стресс КРС, бесплодие климатическое, Фоллимаг, вибромассаж.*

Современное молочное скотоводство сталкивается с множеством факторов, влияющих на репродуктивные показатели коров. Одним из наиболее значимых и широко распространённых факторов, негативно воздействующих на репродуктивную функцию, является тепловой стресс. Высокие температуры воздуха, особенно в сочетании с высокой влажностью, приводят к значительным физиологическим изменениям у животных, что сказывается на их общем состоянии, продуктивности и, в частности, на воспроизводительной способности. [4, 5].

В Волгоградской области летом температура в тени может достигать +30-36 °С. В зависимости от уровня влажности, ТВИ в этот период колеблется в диапазоне 80-91, указывая на сильный или очень сильный тепловой стресс у животных. Высокие температуры отрицательно воздействуют на коров, снижают аппетит и удой на 10 % и более [1, 4]. Особенно сильно влияние жары отражается на репродуктивную функцию из-за снижения активности щитовидной железы, гипофиза, яичников и матки [6, 3]. Жаркие условия в Волгоградской области, как и в других регионах с высокими температурами, оказывают значительное влияние на фертильность коров, вызывая нарушения гормонального баланса, увеличивая случаи бесплодия, снижая овуляцию и повышая риск развития различных гинекологических заболеваний. Это приводит к уменьшению количества телят и снижению молочной продуктивности, что негативно сказывается на экономике животноводства [2, 3]. У коров голштинской породы тепловой стресс особенно вреден: он вызывает более чем трёхкратное снижение эффективности искусственного осеменения [1, 5, 6].

Цель нашей работы – изучить влияние теплового стресса на этиологию репродуктивных нарушений у молочных коров и определить эффективные приемы их коррекции для повышения показателей воспроизводства.

Материал и методы. Для проведения обзора по полученным результатам изучения этиологии репродуктивных нарушений у молочных коров под воздействием теплового стресса, а также влияния климатических факторов на бесплодие коров использовали публикации авторов в базах данных РИНЦ, ФИПС. Для изучения температурных показателей использовали отчет «Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Волгоградской области и Калачевскому району».

Исследование проводилось в 2025 году на базе ООО «СП «Донское» (Волгоградская область). Объектом исследования стали высокопродуктивные коровы голштинской породы, возрастом 3-5 лет.

Для исследования были сформированы две группы: 200 голов для сезонного мониторинга акушерско-гинекологических заболеваний. В работе использовались методы анализа данных системы DairyComp 305, изучения ветеринарных журналов, ректальной пальпации, ультразвуковой диагностики (EASI-SCAN Go), а также анализ метеорологических данных. Для лечения климатического бесплодия, в результате теплового стресса, применялся препарат «Фоллимаг» в сочетании с вибромассажем матки и яичников.

Для проведения анализа были рассмотрены данные за все сезоны 2025 года, а именно зимний, весенний, летний и осенний периоды.

В рамках эксперимента были включены коровы с ациклией продолжительностью 62 дня и более после отела, которым проводилось повторное осеменение. Диагностика бесплодия основывалась на данных ректальной пальпации. Для подтверждения диагноза, после пальпаторного исследования, применялась ультразвуковая визуализация органов малого таза с использованием прибора EASI-SCAN Go. Терапия бесплодия осуществлялась препаратом «Фоллимаг» в дозе 5 мл, вводимым внутримышечно в трехкратном режиме с десятидневными интервалами, так же применялся комплекс вибромассажа матки и яичников, для восстановления кровообращения, и повышения репродуктивной функции.

Результаты. После проведения гидрометеорологического анализа выявили, что средняя зимняя температура в 2025 году составила -10 °С. Молочные коровы, будучи устойчивым к холоду до +5 °С, сталкиваются с проблемами при температурах ниже нуля. В такие периоды ожидаются снижение надоев и рост респираторных заболеваний, которые могут привести к акушерско-гинекологическим проблемам. В отличие от зимы, весной наблюдалась температура +9 °С, а лето ознаменовалось жаркими +35 °С.

Анализируя полученные данные, мы можем сделать вывод, что в летний период наиболее часто распространены акушерско-гинекологические патологии, а именно 151 из 200 голов, что составляет 55,5 % от числа исследованных коров. В зимний период мы наблюдаем 66 % (132 головы) заболевших данными патологиями, наиболее часто встречаемым заболеванием является послеродовой эндометрит (40 голов). Количество здоровых животных – 34 % от общего числа исследуемых коров в зимний период. В весенний и осенний периоды мы наблюдаем показатели заболеваемости коров – 44,5 % и 61,6 % соответственно, здоровых высокопродуктивных коров составляет – 109 голов (54,5 %) и 77 голов (38,5 %).

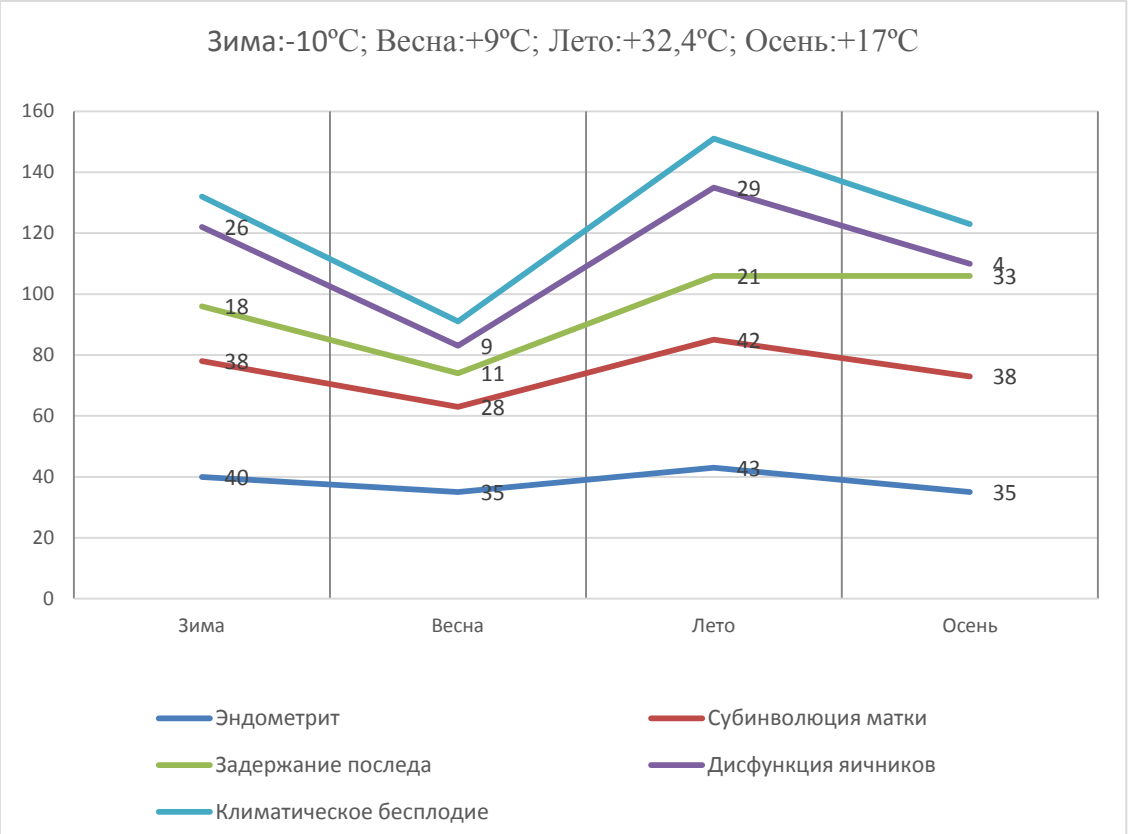


Рисунок 1 – Анализ зависимости частоты акушерско-гинекологических патологий коров от температурных показателей

Изучение рисунка 1 выявило выраженную сезонность в распространении послеродовых патологий. Летний период характеризуется высокой заболеваемостью, оставляя здоровыми 24,5 % животных, а 55,5 % животных страдают различными акушерско-гинекологическими заболеваниями, наиболее распространенной патологией является послеродовой эндометрит. Нельзя не отметить, что у 16 голов коров диагностируется дисфункциональное состояние яичников, вследствие теплового стресса.

Тепловой стресс связан с климатическим бесплодием у коров через нарушение гормональной регуляции, снижение функции яичников и гипофиза, ухудшение качества яйцеклеток, повреждение слизистой матки, снижение иммунитета и повышение риска воспалительных процессов в репродуктивных органах. Все это в совокупности приводит к снижению вероятности оплодотворения и успешной беременности, а также способствует увеличению числа бесплодных коров в условиях жаркого климата.

Для оценки влияния сезонных факторов на здоровье репродуктивных органов коров после отела проведена связь между состоянием органов репродуктивной системы и сезонными особенностями бесплодия.

Таблица 1 – Влияние сезона на уровень бесплодия и репродуктивное состояние у коров после отела

Время года	Количество животных, гол.	Пришло в охоту		Индекс осеменения	Количество дней бесплодия	Кол-во коров с климатическим бесплодием	
		гол.	%			гол.	%
Зимний период	200	190	95	1,3	62 ± 2,20	10	5
Весенний период	200	191	95,5	1,3	62 ± 2,20	9	4,5
Летний период	200	184	92	3,5	62 ± 2,20	16	8
Осенний период	200	196	98	1,4	62 ± 2,20	4	2

Анализ данных из таблицы 1 выявляет четкую зависимость уровня бесплодия коров от времени года. В зимние и летние месяцы наблюдается повышенный уровень климатического бесплодия: 5 % (10 голов) зимой и 8 % (16 голов) летом. Важно отметить, что в летний период 184 из 200 коров были в охоте, а зимой этот показатель составил 190 голов, что соответствует 95 % от общего числа. Весенний и осенний периоды характеризуются более низкими показателями бесплодия, составляя 4,5 % (9 голов) весной и 2 % (4 головы) осенью.

Полученные данные демонстрируют взаимосвязь между временами года и уровнем бесплодия, а также количество дней бесплодия, что может помочь в разработке эффективных стратегий управления репродуктивным здоровьем коров в зависимости от сезона.

По итогам проведенной диагностики по распространению акушерско-гинекологических патологий у коров в условиях животноводческого комплекса «Держава», с 2100 голов дойных новотельных коров, нами выявлены наиболее часто встречаемые заболевания послеродового периода, что отражено в таблице 2.

Таблица 2 – Послеродовые патологии у новотельных коров в зимний и летний периоды

№	Вид патологии	Исследовано коров, гол.	Кол-во выявленных патологий			
			гол.		%	
			зима	лето	зима	лето
1	Субинволюция матки	200	38	42	19	21
2	Задержание последа		18	21	9	10,5
3	Послеродовой эндометрит		40	43	20	21,5
4	Гипофункция яичников		26	29	13	14,5
5	Климатическое бесплодие		10	16	5	8
6	Здоровые животные		68	49	34	24,5
Итого			200		100	

Исходя из данных, можно наблюдать зависимость от сезона года с акушерско-гинекологическими заболеваниями, так в зимний период наиболее часто встречаемой патологией стал послеродовой эндометрит, данный показатель составил 20 % от исследуемых заболеваний, летом – 21,5 % соответственно. Согласно собранным данным, гипофункция яичников наблюдается у 26 (13 %) и 29 (14,5 %) голов в зимний и летний периоды. Благодаря изученным данным, можно сделать вывод, что при влиянии высоких температур в летний период существенно больше развиваются акушерско-гинекологические патологии. Однако, процентный показатель здоровых коров составил 34 % (зимний период) и 24,5 % (летний период), что составляет 68 и 49 голов коров соответственно.

Динамика заболеваемости опытных животных гипофункцией яичников за летние месяцы представлены на рисунке 2.

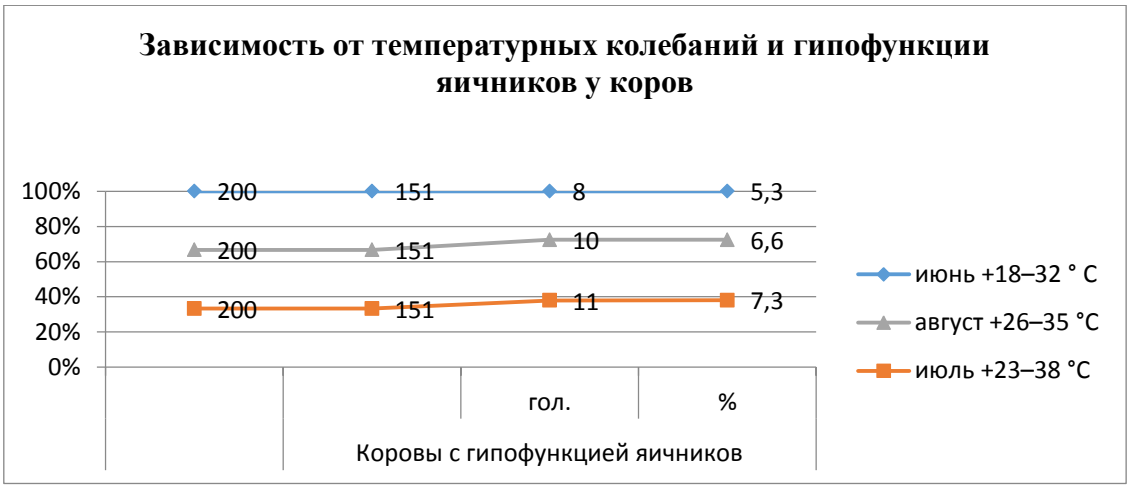


Рисунок 2 – Распространение гипофункции яичников у коров в летние месяцы

Согласно из данных рисунка 2, наименьшая заболеваемость (5,3 %) коров гипофункцией отмечена в июне, когда температура воздуха в начале месяца составляла от +18-32 °С на конец периода. В июле установлен наибольший процент животных с гипофункцией колебания дневной температуры составили от +23-38 °С, поэтому до 7,3 % возросла заболеваемость.

Для восстановления репродуктивных функций при тепловом стресс применяли комплексный подход, включающий охлаждение в виде прохладного душа по пути на дойку, гормональную терапию с применением препарата «Фоллимаг 1000МЕ» в дозировке 5 мл подкожно на протяжении 7 дней однократно, а также немедикаментозный метод стимуляции репродуктивных органов путем вибромассажа, что позволило добиться более быстрого и эффективного восстановления.

Заключение. В конце проведенного нами исследования в 2025 году были разработаны и предложены меры профилактики послеродовых заболеваний на предприятии ООО «СП «Донское». В помещениях для животных: усовершенствована система вентиляции и воздухообмена. В летний период: организованы душевые зоны на маршрутах движения коров к дойке и обратно. Для зимнего содержания: рекомендовано утеплить коровники и исключить сквозняки. Для восстановления репродуктивных функций коров эффективным методом является комплексный подход, включающий медикаментозное лечение и массаж репродуктивных органов (матки и яичников). Среди медикаментов, показавших высокую эффективность, выделяем гормональный препарат «Фоллимаг 1000МЕ».

Установлено, что наибольший уровень акушерско-гинекологических патологий, а именно послеродового эндометрита, который встречается у 43 голов (21,5 %), гипофункция яичников была диагностирована у 29 голов, что составляет 14,5 % от числа исследуемых заболеваний, которые наблюдаются в летний период, что связано с тепловым стрессом (средняя температура +35 °С, температурно-влажностный индекс до 91). Зимой (средняя температура -10 °С) также фиксируется высокий процент бесплодия (5%) и гипофункции яичников (13 %).

Анализ данных показывает, что заболеваемость гипофункцией яичников у коров была минимальной в июне при температуре воздуха от +18 до +32 °С – всего 5,3 %. В июле, при повышенных температурах (+23-38 °С), заболеваемость увеличилась до 7,3 %, а в августе, при температурах +26-35 °С, немного снизилась до 6,6 %. Эти данные свидетельствуют о том, что повышение температуры воздуха способствует росту заболеваемости гипофункцией яичников, что важно учитывать при разработке мер по профилактике и уходу за животными в жаркие периоды.

Коррекция репродуктивных органов при тепловом стрессе у молочных коров должна быть направлена на оптимизацию условий содержания и кормления животных с учетом климатических особенностей, что позволит сохранить и увеличить молочную продуктивность стада.

Список использованной литературы

1. Верификация диагноза и терапия коров больных хроническим эндометритом / К. А. Баканова, В. Д. Кочарян, В. С. Авдеенко, Н. Ю. Ляшенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 2 (42). С. 190–197.

2. Гамаюнов В. М., Целуева Н. И. Применение гормональных препаратов при бесплодии коров // Международный вестник ветеринарии. 2022. № 4. С. 122-126.

3. Ковалева Г. П., Лапина М. Н., Сулыга Н. В. Влияние теплового стресса на воспроизводительную способность молочных коров и способ ее коррекции // Сельскохозяйственный журнал. 2022. № 2 (15). 65 с.

4. Кочарян В. Д. Перерядкина С.П., Файзулина Н.С. Эффективность применения адресной доставки лекарственных средств для профилактики воспалительных заболеваний репродуктивных органов у коров в пуэрперальный период // Известия нижневолжского Агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 4 (56). С. 162-170.

5. Диагностика и профилактика симптоматического бесплодия у коров / С. В. Федотов [и др.] // Вестник Алтайского ГАУ. 2016. № 11. С. 118 - 123.

6. Wolfenson D., Roth Z. Impact of heat stress on cow reproduction and fertility // Animal Frontiers. 2019.

УДК 639.3.043

ПАТОЛОГИИ ПЕЧЕНИ У РЫБ КАК СЛЕДСТВИЕ КОРМОВЫХ НАРУШЕНИЙ

Молохов А. Е., *аспирант*
Бахарева А. А., *д. с.-х. н., доцент*
Пономарев А. К., *к. б. н., доцент*
Сиссе К., *студент*
Кравченко Ю. В., *к. с.-х. н., доцент*

ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»
г. Москва, Россия
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрено влияние несбалансированного кормления на патологии печени рыб при выращивании в аквакультуре. Описаны основные патологии и обосновано использовать растительные экстракты, содержащие антиоксиданты, флавоноиды и фенольные соединения для разрушения излишних жировых отложений на печени рыб.

***Ключевые слова**: печень рыбы, кормление рыбы, рационы рыбы.*

Печень рыб выполняет ряд функций, включая биотрансформационную обеспечивающую инактивацию токсических веществ. Выступая в роли физиологического индикатора состояния организма, этот орган первым реагирует на негативные факторы внешней среды, что выражается в патологическом нарушении метаболизма и, как следствие в изменениях структуры ткани.

Основными причинами возникновения заболеваний печени у рыб являются антропогенное загрязнение водных ресурсов, некачественные и несбалансированные по составу питательных веществ корма, нарушения технологических процессов при выращивании. Патология вызывает дисфункцию органа, что нарушает процессы мета-

болизма и усвоения питательных веществ корма. Это негативно отражается на росте рыб, снижает резистентность организма к заболеваниям в том числе к инфекционным. Помимо этого, снижается стрессоустойчивость организма, нарушается баланс мышечной и жировой ткани, угнетается иммунная система и репродуктивная функция [1].

Анализ литературных данных позволил выделить основные патологии печени, вызванные алиментарными факторами. Установлена четкая корреляция между качественным составом рациона и характером заболевания. Так, печень хищных рыб не приспособлена к высоким нагрузкам углеводами и утилизирует их липогенезом, что выражается в накоплении жира в гепатоцитах и развитию жировой дистрофии [8]. Поступление с кормом окисленных (прогорклых) жиров ведет к окислительному стрессу и повреждению клеточных мембран вызывая некроз и воспаление тканей. Дисбаланс в липидном обмене стимулирует дефицит омега-3 и омега-6 полиненасыщенных жирных кислот в рационе рыб, нарушая транспорт липидов из гепатоцитов [4]. Несбалансированность кормового рациона по одному из основных питательных веществ приводит к тяжелой форме жировой дистрофии печени, ожирению внутренних органов и снижению эффективности кормления.

Слишком высокий уровень питательных веществ в корме, патогенная микрофлора, дефицит витаминов, дисбаланс питательных веществ, а также корм, содержащий микотоксины, способны вызвать повреждение тканей, появление заболеваний печени у рыб, что становится на сегодняшний день весьма распространенным явлением в аквакультуре [3].

Корма с высоким содержанием белка вызывают накопление жира и нарушение функции печени, изменение в физиологическом и биохимическом метаболизме в организме рыб. Слишком высокое содержание углеводов влечет за собой нарушения углеводного обмена, что приводит к накоплению висцерального жира, нарушению нормальной функции и развитию жировой дистрофии печени. Жир «оседает на стенках печени» снаружи, как налет.

Таким образом, развитие жирового перерождения можно представить, как последовательность метаболических нарушений, инициированных алиментарным фактором, в данном случае несбалансированным кормлением. Поступление в кровь избыточного количества глюкозы, образующегося при переваривании такокого корма, приводит к ее активной утилизации клетками печени. В результате сложных биохимических реакций в гепатоцитах запускается процесс липогенеза, который заключается в конверсии глюкозы в триглицериды и свободные жирные кислоты.

При нормальном течении обменных процессов липиды транспортируются из печени в другие ткани. Однако, при хронической патологии это механизм нарушается, что приводит к накоплению жира в клетках. Первоначально жир накапливается в виде мелкодисперсных включений в цитоплазме клеток. Нарастание патологического процесса приводит к слиянию накопившихся липидных капель в одну жировую вакуоль, которая вытесняет ядро и органеллы на периферию клетки. Подобная патологическая трансформация в клетках приводит к утрате гепатоцитами своих физиологических функций и их замещению жировой тканью. Печень увеличивается в размере, становится дряблой, хрупкой и меняет цвет с нормального красно-коричневого на бледный, желтоватый [5].

На функциональное состояние печени влияет и дефицит биологически-активных веществ, в частности холина. Это витаминоподобное вещество не только выступает в роли структурного элемента фосфолипидов, лицитина и прочих сложных липидов, но и обладает гепатопротекторным действием, поддерживая нормальную работу органа [4].

Витамины представляют собой незаменимые биологически-активные вещества, которые не синтезируются в организме рыб и должны поступать с кормом. Дефицит витамина Е в рационе белого амура снижает скорость роста рыб, негативно сказывается на антиоксидантной защите организма, провоцирует воспалительные процессы, воздействуя на экспрессию мРНК факторов NF-kB и Nrf2 (ядерный фактор 2, связанный с эритроидным фактором 2). Таким образом, витамин Е весьма важен для поддержания равновесия между провоспалительной и антиоксидантной системами [5].

Таким образом, несбалансированное питание, характеризующееся избыточным содержанием углеводов и окисленных жиров при одновременном дефиците незаменимых биологически-активных веществ, является одной из основных причин развития заболеваний печени у рыб.

В последние годы в научном сообществе особое внимание уделяется использованию природных биологически активных добавок растительного происхождения, способных нормализовать липидный обмен, снизить интенсивность перекисного окисления липидов и стимулировать регенерацию печёночной ткани.

Интенсификация рыбоводства, вызванная необходимостью обеспечения продовольственной безопасности и замещения импортных кормов, сопровождается ростом обменных патологий у гидробионтов. Наиболее уязвимой при нарушениях кормления и качестве

комбикормов является печень, что говорит о необходимости в разработке и внедрении эффективных гепатопротекторов отечественного производства [7, 8, 9].

В настоящее время исследованы гепатопротекторные добавки на основе растительных соединений флавоноидов. В ходе исследований установлено положительное влияние гепатопротекторов на продуктивные показатели рыб. Отмечено увеличение темпа роста рыб, получавших добавку относительно контрольных вариантов [9].

Заболевание печение рыб является фактором, ограничивающим устойчивое развитие аквакультуры, оказывая негативное влияние на рост, физиологическое состояние объектов выращивания и качественные характеристики выпускаемой продукции. Основными причинами возникновения патологии являются избыточное содержание углеводов в рационах, дефицит эссенциальных жирных кислот, наличие в корме окисленного жира, а также избыток энергии в рационе. В связи с этим особое внимание заслуживает поиск эффективных средств профилактики метаболических нарушений. Перспективным направлением является применение в составе кормов комплекса биологических активных соединений на основе растетльных экстрактов – антиоксидантов, флавоноидов и фенольных соединений, которые проявляют выраженные гепатопротекторные свойства. Применение фитогенных препаратов позволит предупредить стеатоз печени, но и поддержать нормальный метаболизм в организме рыб обеспечив повышение резистентности к воздействию факторов стресса.

Список использованной литературы

1. Алехин Ю. Н., Попова О. С. Производственные испытания сорбционной кормовой добавки для радужной форели // Международный вестник ветеринарии. 2024. № 1. С. 120-126.

2. Абрамов А. А. Особенности гистоморфологических изменений печени осетровых рыб при использовании гепатопротекторов в составе продукционных кормов // Аграрный вестник Северного Кавказа. 2023. № 3 (51). С. 4-9.

3. Кошак Ж. В. Гуминовые препараты в составе лечебно-профилактических комбикормов для осетровых рыб // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. 2022. № 37. С. 341-356.

4. Агапова В. Н. Изучение влияния аквакормов с гаприном на морфофизиологические показатели стерляди // АгроЗооТехника. 2025. Т. 8. № 3. С. 23-29.

5. Аринжанова М. С. Влияние ультрадисперсных частиц диоксида кремния на рост и аминокислотный состав печени рыб // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 2. С. 8-16.

6. Влияние микотоксина "ДОН" на структурную организацию печени карпа обыкновенного / Е. В. Михайлов [и др.] // Ученые записки учреждения образования "Витебская ордена "Знак Почета" государственная академия ветеринарной медицины". 2022. Т. 58. Вып. 1. С. 106-109.

7. Оценка влияния новой гепатопротекторной кормовой добавки на биохимические маркеры крови молоди стерляди / А. А. Абрамов, М. П. Семененко, Е. В. Кузьминова, Е. В. Рогалева // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2024. Т. 260. № 4.

8. Басанкин А. В. Анализ проявления различных стресс-факторов на организм рыбы и возможность их фармакокоррекции в условиях современного рыбоводства // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии, 2022. Т. 11. № 1.

9. Перспективы расширения спектра применения гепатопротекторов в ветеринарии / Е. В. Кузьминова, М. П. Семененко, Е. А. Старикова [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 102. С. 787-797.

10. Пархоменко С. А. Параметры острой токсичности препарата, предназначенного для применения в аквакультуре // Ветеринария Северного Кавказа. 2025. № 10. С. 289-301.

УДК 636.5.033.087.7

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Пехтелева О. А., *аспирант*
Саломатин В. В., *д. с.-х. н., профессор*
Коноблей Т. В., *к. с.-х. н., доцент*
Самойлова Т. С., *к. с.-х. н., доцент*
Сушко И. Н., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследований по влиянию кормовой добавки «Ветвигор» на мясную продуктивность цыплят-бройлеров (кросс «Росс-308», 1-40 дней жизни, 100 голов в группе). Установлено, что введение данной кормовой добавки цыплятам-бройлерам при выращивании (40 дней) в возрасте 5-10, 21-26 суток дополнительно в питьевую воду (из расчёта на 1 л воды: 1-я опытная группа – 1 мл, 2-я опытная – 2 мл и 3-я опытная группа – 3 мл), по сравнению с контролем, способствует повышению массы потрошёной тушки на 1,13; 2,68 и 5,41 % ($P < 0,01$) соответственно, массы съедобных частей тушки – на 1,70; 3,72 ($P < 0,05$) и 6,64 % ($P < 0,01$), массы мышц – на 1,55; 3,52 ($P < 0,05$) и 6,41 % ($P < 0,01$). Из опытных групп лучшие показатели по мясной продуктивности установлены у цыплят-бройлеров 3 группы, которым дополнительно при выращивании в питьевую воду вводили кормовую добавку «Ветвигор» в возрасте 5-10, 21-26 суток из расчёта 3 мл на 1 л воды.

Ключевые слова: *цыплята-бройлеры, питьевая вода, кормовые добавки, Ветвигор, масса потрошёной тушки цыплят, убойный выход цыплят.*

Введение. При выращивании бройлеров одним из основных зоотехнических показателей является мясная продуктивность. Её оценивают по приросту живой массы, скорости роста, убойному выходу и

мясным качествам тушек. Окончательную мясную продуктивность определяют после убоя птицы и более детально – при анатомической разделке тушек с последующим химическим анализом мяса и оценкой его дегустационных качеств [1].

Как недостаточное, так избыточное содержание питательных и биологически активных веществ в комбикормах для цыплят-бройлеров повышает риск появления заболеваний и оказывает негативное влияние на показатели мясной продуктивности.

Вопросам повышения мясной продуктивности и улучшения качества мяса цыплят-бройлеров отражено в работах учёных [2, 3, 4, 5].

Научный и практический интерес представляют исследования по изучению влияния кормовой добавки «Ветвигор» на мясную продуктивность цыплят-бройлеров.

Кормовая добавка «Ветвигор» содержит в качестве активных веществ: L – карнитин гидрохлорид, сульфат магния, экстракт эхинацеи, а также вспомогательные вещества. По внешнему виду представляет собой раствор от светло-жёлтого до жёлтого цвета.

Материал и методика исследований. Научно-хозяйственный опыт проводили в условиях АО «Птицефабрика Краснодонская» Волгоградской области на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308». Продолжительность экспериментальных исследований составила 40 дней.

Для постановки опыта в суточном возрасте цыплят сформировали по методу аналогов 4 группы (контрольную и 3 опытные). Количество цыплят-бройлеров в каждой группе было по 100 голов. Питательность рационов, фронты кормления и поения, параметры микроклимата и режим освещения у подопытной птицы были одинаковыми. Плотность посадки бройлеров составила 22 гол./м^2.

Подопытным цыплятам-бройлерам, согласно фазам выращивания, скармливали полнорационные комбикорма (ПК-0, ПК-2, ПК-5, ПК-6, ПК-7).

При этом молодняку опытных групп при выращивании (40 дней) в возрасте 5-10, 21-26 суток дополнительно в питьевую воду добавляли кормовую добавку «Ветвигор» из расчёта на 1 л воды: 1-я опытная группа – 1 мл, 2-я опытная – 2 мл и 3-я опытная группа – 3 мл.

В конце опыта (через 40 дней) произвели контрольный убой и анатомическую разделку тушек, для этого из каждой группы отобрали по 6 голов (3 петушка и 3 курочки). Анатомическую разделку тушек провели в соответствии с методикой ВНИТИП [6].

Результаты экспериментальных исследований обработали методом вариационной статистики.

Результаты исследований и их обсуждение. Данные исследований свидетельствуют о том, что выпаивание бройлерам опытных групп разного количества кормовой добавки «Ветвигор» оказало положительное влияние на их мясную продуктивность.

В исследованиях нами было установлено, что предубойная живая масса цыплят-бройлеров 3-й опытной группы превышала данный показатель аналогов контрольной, 1-й и 2-й опытных групп на 121,5 г ($P < 0,01$); 95,83 ($P < 0,01$) и 62,16 г, соответственно.

По изучаемому показателю молодняк 1 и 2 опытных групп превосходил контрольную группу соответственно на 25,67 и 59,34 г.

Аналогичная закономерность выявлена и по массе потрошёной тушки, которая была больше у цыплят-бройлеров 3 опытной группы, чем у птицы контрольной, 1-й и 2-й опытных групп, соответственно на 99,0 ($P < 0,01$); 78,30 ($P < 0,01$) и 49,9 г. Также данный показатель был больше у цыплят-бройлеров 1-й и 2-й опытных групп, относительно контрольной группы, на 20,70 и 49,10 г.

Саломатин В. В., Волкова О. А. [7] указывают, что выход потрошёной тушки является важным показателем откорма бройлеров.

При этом молодняк 1-й, 2-й и 3-й опытных групп имел преимущество по изучаемому показателю над аналогами контрольной группы соответственно на 0,08; 0,23 и 0,40 %. Наиболее высокий показатель по выходу потрошёной тушки отмечен у бройлеров 3-й опытной группы (73,15 %), что выше, чем у молодняка 1-й и 2-й опытных групп, соответственно на 0,32 и 0,17 %.

В исследованиях установлено, что выход тушек 1-го сорта в опытных группах больше, в сравнении с контрольной группой, соответственно на 3,0; 8,0 и 12,0 %. Самый высокий показатель выхода тушек 1-го сорта отмечен у птицы 3-й опытной группы – 82 %.

Выявить способность организма бройлеров к преобразованию питательных веществ комбикорма в мышечную, жировую и другие ткани позволяет анализ формирования мясной продуктивности [8].

При этом выход мышечной ткани и съедобных частей тушки являются основными показателями мясных качеств молодняка птицы.

Саломатин В. В. и др. [9] отмечают, что выход мышц является важным показателем оценки мясности тушек цыплят-бройлеров.

В процессе исследований выявлено, что абсолютное содержание мышечной ткани было ниже в тушках бройлеров контрольной группы, в сравнении с аналогами 1-й, 2-й и 3-й опытных групп, соответственно на 1,55; 3,52 ($P < 0,05$) и 6,41 % ($P < 0,01$) (рисунок 1).

Результаты убоя и обвалки тушек цыплят-бройлеров отражают тенденцию к увеличению выхода мышц при выпаивании птице разного количества кормовой добавки «Ветвигор»: с 64,88 в контроле до 65,15-65,50 % в опытных группах. Самый высокий выход мышц отмечен у молодняка 3 опытной группы: он составил 65,50 % от массы потрошёной тушки, что выше, чем у аналогов 1 и 2 опытных групп, соответственно на 0,35 и 0,09 % (рисунок 2).

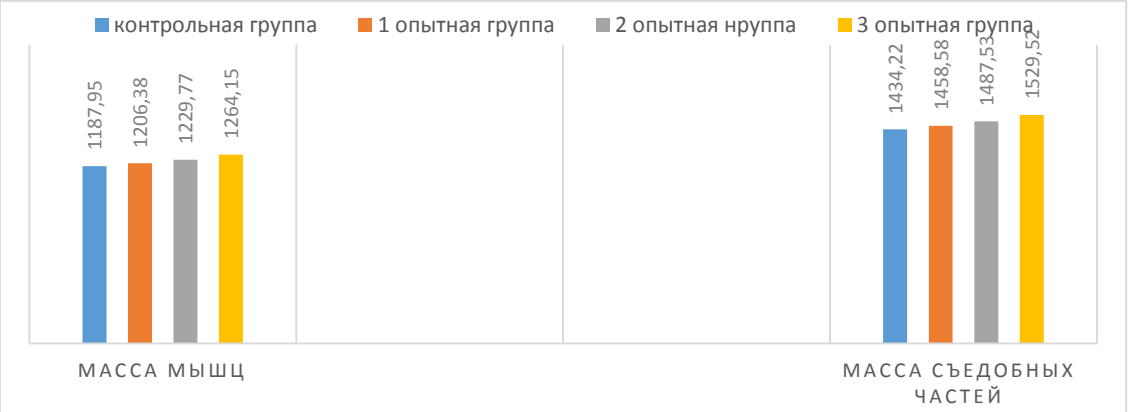


Рисунок 1 – Средняя масса съедобных частей и мышц тушек подопытных бройлеров, г

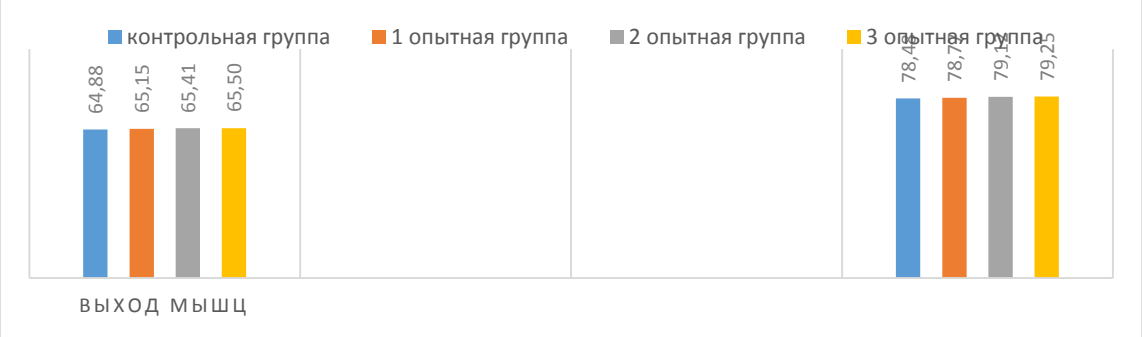


Рисунок 2 – Выход съедобных частей и мышц у подопытных бройлеров от массы потрошёной тушки, %

Выход съедобных частей тушек также характеризует мясные качества бройлеров.

По массе съедобных частей тушки птица 1-й, 2-й и 3-й опытных групп превосходила контрольную группу на 24,36; 53,31 ($P < 0,05$) и 95,30 г ($P < 0,01$), а по выходу от массы потрошёной тушки – на 0,44; 0,79 и 0,92 %, соответственно. Лучшие показатели по массе и выходу съедобных частей тушек установлены у цыплят-бройлеров 3-й опытной группы.

У молодняка опытных групп также выявлена тенденция к увеличению отношения количества съедобных частей тушек к несъедобным: соответственно на 0,10; 0,18 и 0,21 ед. выше, чем в контрольной группе.

Таким образом, введение в питьевую воду бройлерам опытных групп кормовой добавки «Ветвигор» повышает их мясную продуктивность. При этом у них повышается масса и выход потрошёной тушки, мышц и съедобных частей. Лучшие показатели отмечены у бройлеров, которым при выращивании в питьевую воду вводили кормовую добавку «Ветвигор» в возрасте 5-10, 21-26 суток из расчёта 3 мл на 1 л воды.

Список использованной литературы

1. Влияние селена на мясную продуктивность бройлеров / В. В. Саломатин, Т. В. Коноблей, Т. С. Самойлова [и др.] // Птица и птицепродукты. 2024. № 2. С. 32-35.

2. Ленкова Т. Н. Новый отечественный энзим // Птицеводство. 2016. № 6. С. 17-20.

3. Применение нового пробиотика в комбикормах для цыплят-бройлеров / И. А. Егоров, В. Г. Вертипрахов, В. А. Манукян [и др.] // Птицеводство. 2017. № 9. С. 13-17.

4. Применение мурамидазы (лизоцима) в комбикормах для цыплят-бройлеров / И. А. Егоров, Т. В. Егорова, А. М. Рожкова [и др.] // Птицеводство. 2023. № 3. С. 21-26.

5. Влияние кормовой добавки на основе органических кислот на продуктивность цыплят-бройлеров / С. С. Воробьёв, А. А. Васильев, С. В. Позябин [и др.] // Птицеводство. 2022. № 6. С. 15-20.

6. Методика проведения анатомической разделки тушек, органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы и морфологии яиц / В. С. Лукашенко, М. А. Лысенко, Т. А. Столляр [и др.]. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2013. 35 с.

7. Саломатин В. В. Мясная продуктивность и качество мяса бройлеров при выпаивании им кормовой добавки «Smart Biotic» // Птица и птицепродукты. 2023. № 3. С. 46-48.

8. Саломатин В. В. Формирование мясной продуктивности цыплят-бройлеров при выпаивании биологически активной добавки // Птицеводство. 2024. № 3. С. 25-28.

9. Формирование мясной продуктивности цыплят-бройлеров при использовании кормовых добавок / В. В. Саломатин, А. А. Ряднов, Т. А. Ряднова [и др.] // Птица и птицепродукты. 2021. № 4. С. 26-28.

УДК 636.5.033.087.7

ВЛИЯНИЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА МЯСНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Пехтелева О. А., *аспирант*
Саломатин В. В., *д. с.-х.н., профессор*
Коноблей Т. В., *к. с.-х.н., доцент*
Ряднов А. А., *д. б. н., профессор*
Сушко И. Н., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Отражены данные исследований по влиянию кормовых добавок «Ветвигор» и природного бишофита (волгоградского месторождения) на мясную продуктивность цыплят-бройлеров. В исследованиях бройлерам контрольной группы скармливали полнорационный комбикорм (ПК), птице 1-й опытной группы в дополнение выпаивали кормовую добавку «Ветвигор» в количестве 3 мл на 1 л воды в возрасте 5-10, 21-26 суток и природный бишофит в период выращивания из расчёта 0,5 л на 1 т воды, 2-й опытной соответственно – 3 мл и 1,5 л; 3-й опыт-

ной группы соответственно – 3 мл и 2,5 л. Результаты исследований свидетельствуют о том, что предубойная живая масса 1, 2 и 3 опытных групп, в сравнении с аналогами контрольной группы, была больше на 4,01 ($P < 0,05$); 5,32 ($P < 0,01$) и 4,29 % ($P < 0,05$), соответственно. При этом у цыплят-бройлеров 1-й, 2-й и 3-й опытных групп масса потрошёной тушки также была выше, чем в контроле, соответственно на 4,63 ($P < 0,05$); 6,58 ($P < 0,001$) и 5,36 % ($P < 0,05$). Бройлеры опытных групп превосходили контроль по выходу потрошёной тушки соответственно на 0,44; 0,87 и 0,74 %. Причём, наибольший выход тушек 2 сорта был установлен в контрольной группе – 23,0 %, а наименьший во 2-й опытной группе – 12,0 %.

Ключевые слова: *цыплята-бройлеры, питьевая вода, кормовые добавки, масса потрошёной тушки цыплят.*

Введение. Ряднова Ю. А. и др. [1] сообщают, что в последнее время большое значение придаётся использованию в кормлении птицы экологически безопасных биологически активных кормовых добавок и препаратов, положительно влияющих на их физиологическое состояние и мясную продуктивность.

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].

Мясная продуктивность птицы зависит от многих факторов и в значительной степени – от уровня кормления и качества комбикормов. У цыплят-бройлеров она является одним из основных показателей выращивания. Использование в их кормлении биологически активных кормовых добавок улучшает рост и развитие птицы, повышает мясную продуктивность и увеличивает сохранность поголовья [3].

С этой точки зрения заслуживают внимания кормовые добавки «Ветвигор» и природный бишофит.

Кормовая добавка «Ветвигор» содержит в качестве активных веществ: L-карнитин гидрохлорид, сульфат магния, экстракт эхинацеи и вспомогательные вещества.

Природный бишофит – минерал, основу которого составляет хлорид магния с комплексом жизненно необходимых макро- и микроэлементов [4].

Целью данных исследований являлось изучение данных кормовых добавок на мясную продуктивность цыплят-бройлеров.

Материал и методы исследований. Научно-хозяйственный опыт был проведён в условиях АО «Птицефабрика Краснодонская» Иловлинского района Волгоградской области на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308».

В суточном возрасте по методу аналогов сформировали контрольную и три опытные группы. В каждой группе находилось по 100 голов. Продолжительность экспериментальных исследований составила 40 дней.

Питательность рационов, фронты кормления и поения, параметры микроклимата и режим освещения у подопытных цыплят-бройлеров были одинаковыми. Различие состояло в том, что молодняку опытных групп дополнительно вводили кормовые добавки «Ветвигор» и природный бишофит, согласно схеме опыта (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество цыплят-бройлеров, голов	Продолжительность выращивания, дней	Особенности кормления цыплят-бройлеров
Контрольная	100	40	Полнорационный комбикорм (ПК)
1 опытная	100	40	ПК+3 мл кормовой добавки «Ветвигор» на 1 л воды в возрасте 5-10, 21-26 суток+0,5 л бишофита на 1 т воды в период выращивания
2 опытная	100	40	ПК+3 мл кормовой добавки «Ветвигор» на 1 л воды в возрасте 5-10, 21-26 суток+1,5 л бишофита на 1 т воды в период выращивания
3 опытная	100	40	ПК+3 мл кормовой добавки «Ветвигор» на 1 л воды в возрасте 5-10, 21-26 суток+2,5 л бишофита на 1 т воды в период выращивания

Согласно фазам выращивания, подопытным цыплятам-бройлерам скармливали полнорационные комбикорма: ПК-0, ПК-2, ПК-5, ПК-6 и ПК-7.

Птица всех сравниваемых групп при напольном содержании размещалась на подстилке в специально отгороженных секциях, с плотностью посадки 22 гол./м^2.

Для оценки влияния изучаемых кормовых добавок на мясную продуктивность цыплят-бройлеров при достижении ими убойного возраста (40 дней) были проведены контрольный убой (6 голов из каждой группы: 3 курочки и 3 петушка) и анатомическая разделка тушек, в соответствии с методикой ВНИТИП [5].

Обработка результатов исследований осуществлялась методом вариационной статистики.

Результаты исследований. Первоначальным этапом оценки мясной продуктивности цыплят-бройлеров было определение их предубойной живой массы. При этом изучаемый показатель у молодняка 1-й, 2-й и 3-й опытных групп оказался больше, чем у аналогов

контрольной группы, соответственно на 4,01 (P < 0,05); 5,32 (P < 0,01) и 4,29 % (P < 0,05), соответственно. Среди опытных групп разница по предубойной живой массе была в пользу 2 группы: птица этой группы превосходила аналогов 1 и 3 групп по данному показателю соответственно на 1,26 и 0,98 %.

Аналогичная тенденция установлена и по массе потрошёной тушки: птица 1, 2 и 3 опытных групп достоверно превосходила контрольную группу по изучаемому показателю соответственно на 82,09 (P < 0,05); 116,57 (P < 0,001) и 94,92 г (P < 0,05).

В то же время бройлеры 2 опытной группы имели преимущество по массе потрошёной тушки над 1 и 3 опытными группами на 34,48 и 21,65 г, соответственно.

Ленкова Т. Н. и др. [6] сообщают, что важным показателем откорма бройлеров является выход потрошёной тушки.

Экспериментальные исследования свидетельствуют о том, что цыплята-бройлеры 1-й, 2-й и 3-й опытных групп по убойному выходу потрошёной тушки превосходили аналогов контрольной группы соответственно на 0,44; 0,87 и 0,74 %. Среди молодняка птицы опытных групп по выходу потрошёной тушки превосходство имели цыплята-бройлеры 2 опытной группы: на 0,43 и 0,13 % соответственно – в сравнении с 1-й и 3-й опытными группами.

При этом наибольший выход тушек 1-го сорта был выявлен у птицы 1-й, 2-й и 3-й опытных групп, чем в контрольной группе, соответственно на 2,0; 11,0 и 7,0 %.

Выход мышечной массы и съедобных частей тушки являются основными показателями мясных качеств молодняка птицы [7].

В исследованиях установлено, что по массе съедобных частей тушки контрольная группа уступала аналогам 1-й, 2-й и 3-й опытным группам на 5,46 (P < 0,05); 7,32 (P < 0,01) и 6,01 % (P < 0,05).

Вывод. При введении в питьевую воду кормовых добавок цыплятам-бройлерам опытных групп установлено повышение у них мясной продуктивности. Лучшие показатели по мясной продуктивности выявлены у бройлеров, которым в питьевую воду добавляли кормовую добавку «Ветвигор» в возрасте 5-10, 21-26 суток из расчёта 3 мл на 1 л воды и 1,5 л бишофита на 1 т воды при их выращивании.

Список использованной литературы

1. 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. Том 249 (I). С. 167-175.

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. Саломатин В. В. Мясная продуктивность и качество мяса бройлеров при выпаивании им кормовой добавки Smart Biotic // Птица и птицепродукты. 2023. № 3. С. 46-48.

4. Саломатин В. В. Эффективная природная минеральная подкормка-волгоградскийбишофит // Зоотехния. 2006. № 2. С. 14-16.

5. Методика проведения анатомической разделки тушек, органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы и морфологии яиц / В. С. Лукашенко, М. А. Лысенко, Т. А. Столляр [и др.]. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2013. 35 с.

6. Ленкова Т. Н. Новый отечественный энзим // Птицеводство. 2016. № 6. С. 17-20.

7. Саломатин В. В. Формирование мясной продуктивности цыплят-бройлеров при выпаивании биологически активной добавки // Птицеводство. 2024. № 3. С. 25-28.

УДК 636.4.084.52

ОПТИМИЗАЦИЯ КОРМЛЕНИЯ СВИНЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ КОРМОВЫХ РЕСУРСОВ

Сложенкина М. И., *д. б. н., профессор, член-корр. РАН*
Горлов И. Ф., *д. с.-х .н., профессор, академик РАН*
Сова И. А., *лаборант-исследователь*

Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучено влияние новой кормовой добавки «НутАмар» (в дозировках 3 %, 5 % и 7 %) на продуктивность свиней крупной белой породы. Установлено, что применение добавки стимулирует интенсивность роста животных, увеличивая живую массу на 5,6-8,4 % и массу туши на 5,13-7,83 %. Гематологический анализ подтвердил улучшение обмена веществ и укрепление иммунитета подопытных особей. Использование «НутАмар» также способствует снижению конверсии корма на 3,3-7,7 % и повышению дегустационной оценки мяса. Доказана зоотехническая эффективность оптимизации рационов свиней с помощью изученных компонентов.

Ключевые слова: *свиноводство, рационы свиней, пребиотические кормовые добавки, НутАмар, откорм свиней.*

Работа выполнена в рамках гранта РНФ№25-16-00303.

Введение. Эффективность свиноводства зависит от улучшения кормления, особенно за счет нетрадиционных ресурсов с высокой питательной и биологической ценностью. Традиционные корма не всегда покрывают нужды продуктивных пород, страдают от ценовых колебаний, дефицита и зависимости от импорта (например, соевого

шрота), что делает отрасль уязвимой. Необходимо искать локальные источники белка и биологически активных веществ (БАВ) для лучшей конверсии корма, устойчивости к болезням и снижения затрат, включая переработку мелассы [7, 2].

Кормовая добавка «НутАмар» – сбалансированная натуральная смесь для оптимизации рациона, повышения продуктивности и укрепления здоровья свиней. В её состав входят зерно нута (источник протеинов, углеводов, аминокислот и витаминов группы В) и амарантовый жмых (богат белком, железом и кальцием), способствующий развитию костной ткани и усвоению полезных веществ.

Кукурузный изомальтоолигосахарид улучшает пищеварение и усвоение корма. Лактувет (с 14,3 % лактулозы) формирует здоровую микрофлору, улучшает пищеварение и стимулирует иммунитет. Донской кальцид поставляет кальций для крепких костей и баланса организма. Яблочная кислота подавляет рост вредных бактерий, улучшает вкус корма, повышает аппетит, поддерживает кислотно-щелочной баланс и способствует размножению полезных микроорганизмов.

Материал и методы. Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции разработал и внедрил технологию производства кормовой добавки «НутАмар» (изготовитель ОООНВЦ «Новые биотехнологии). Эксперименты по откорму свиней с использованием добавки проводились в племенном хозяйстве имени Ленина (Волгоградская область), а аналитические исследования – в ГНУ НИИММП.

В ходе исследования в качестве объектов изучения были отобраны свиньи крупной белой породы. Период наблюдений охватывал время с 60 дневного возраста и продолжался до достижения животными восьмимесячного возраста.

Для изучения влияния рациона на прирост массы свиней был организован эксперимент, который состоял из двух последовательных этапов. Первый этап охватывал период с 2 до 6 месяцев – до достижения животными массы в диапазоне 81-89 кг. Второй этап продолжался с 6 до 8 месяцев. В этот период наблюдался дальнейший прирост массы свиней – до 114-123 кг.

Шестьдесят поросят, достигших возраста 60 дней и массы 24,1-25,5 кг, были отобраны для проведения эксперимента. Сформированы четыре группы, по пятнадцать особей в каждой. Все поросята дважды в день получали одинаковый, тщательно сбалансированный рацион. Водопой осуществлялся без ограничений. Параметры микроклимата и общие условия содержания были одинаковы для всех групп.

Свиньи контрольной группы питались комбикормом СК-6 без добавок. В начальный период поросята 1-й опытной группы получали СК-6 с 3 % «НутАмара», 2-й опытной группы – с 5 %, а 3-й опытной группы – с 7 % кормовой добавки.

На втором этапе исследований свиньи контрольной группы питались комбикормом СК-7 без добавок. Основная группа свиней получала СК-7 с добавлением 3 % кормовой добавки «НутАмар» (1-я опытная группа), 5 % (2-я опытная группа) или 7 % (3-я опытная группа) соответственно.

Исследование проводилось с применением стандартных лабораторных методик. Для оценки сбалансированности рациона и общего состояния здоровья свиней регулярно проводился анализ морфологического и биохимического состава крови. Образцы крови для анализа отбирались из хвостовой вены у всех подопытных животных до начала утренней раздачи корма.

Забой свиней и слив крови осуществлялся согласно методу ВАСХНИЛ (1987 г.) в предназначенном для этого помещении предприятия. По завершении эксперимента для анализа было взято по три особи из каждой исследуемой группы [8].

Для установления качества свиных туш использовались стандарты ГОСТ 31476-2012 «Свиньи для убоя. Свинина в тушах и полутушах. Технические условия». Качественные характеристики мясной продукции определялись согласно требованиям ГОСТ 7269-2015 «Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести» и ГОСТ 9959-2015 «Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки».

В сертифицированной лаборатории НИИММП с помощью автоматического гематологического анализатора URIT 3020 Vet Plus были изучены гематологические характеристики крови, включая белковые фракции, количество эритроцитов и концентрацию гемоглобина.

Результаты и обсуждение. Изменение веса животных в экспериментальной группе оценивалось посредством индивидуальных взвешиваний при начале исследования и затем ежемесячно, до утреннего приема пищи. Ключевые результаты продуктивности данной группы свиней представлены в соответствующей таблице (таблица 1).

Таблица 1 – Ключевые результаты продуктивности поголовья на откорме, n = 20

Показатели	Группа			
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Живая масса 1 головы, кг				
В 60-дневном возрасте	24,1 ± 0,23	24,9 ± 0,22	25,5 ± 0,24	25,4 ± 0,26
В 90-дневном возрасте	39,5 ± 0,41	40,5 ± 0,44*	40,8 ± 0,52*	40,9 ± 0,47**
В 120-дневном возрасте	52,3 ± 0,53	55,1 ± 0,55*	58,7 ± 0,57**	59,3 ± 0,54***
В 150-дневном возрасте	71,3 ± 0,84	75,2 ± 0,81**	76,3 ± 0,85***	78,2 ± 0,87***
В 180-дневном возрасте	81,4 ± 0,82	83,6 ± 0,83*	84,4 ± 0,86**	89,7 ± 0,89***

Окончание таблицы 1

В 210-дневном возрасте	99,7 ± 0,94	100,2 ± 0,95	104,7 ± 0,97**	106,5 ± 0,96***
В 240-дневном возрасте	114,9 ± 0,92	120,8 ± 0,96*	122,7 ± 0,97**	123,9 ± 0,98***
Среднесуточный прирост, г	504,4	532,7	540,0	547,2
Конверсия корма, кг	2,77	2,68	2,63	2,57
Сохранность поголовья, %	100	100	100	100

Примечание: *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001

Анализ данных свидетельствует о том, что включение новой кормовой добавки «НутАмар» в рацион опытных групп оказало положительное влияние на интенсивность роста и эффективность использования. Это, в свою очередь привело к увеличению живой массы на 5,6 % в 1-й опытной группе, на 7,05 % во 2-й опытной группе и на 8,4 % в 3-й опытной по сравнению с контрольной группой.

Так же по сравнению с контрольной группой, эффективность коэффициента конверсии корма снизилась во всех опытных группах: на 3,3 % в 1-й опытной группе, на 5,3 % (P < 0,001) во 2-й опытной и на 7,7 % в 3-й опытной группе. Наибольший прирост живой массы наблюдался во 2-й и 3-й опытных группах, которым в комбикорм СК-6 и СК-7 добавляли 5 % и 7 % добавки «НутАмар».

Исходные анализы крови у пяти свиней из каждой группы не выявили значимых отклонений между контрольной и опытными группами – все животные были здоровы, показатели соответствовали норме. Однако в ходе эксперимента у свиней, получавших добавку, наметилась тенденция к росту ряда ключевых показателей по сравнению с контрольной группой (рисунок 1).

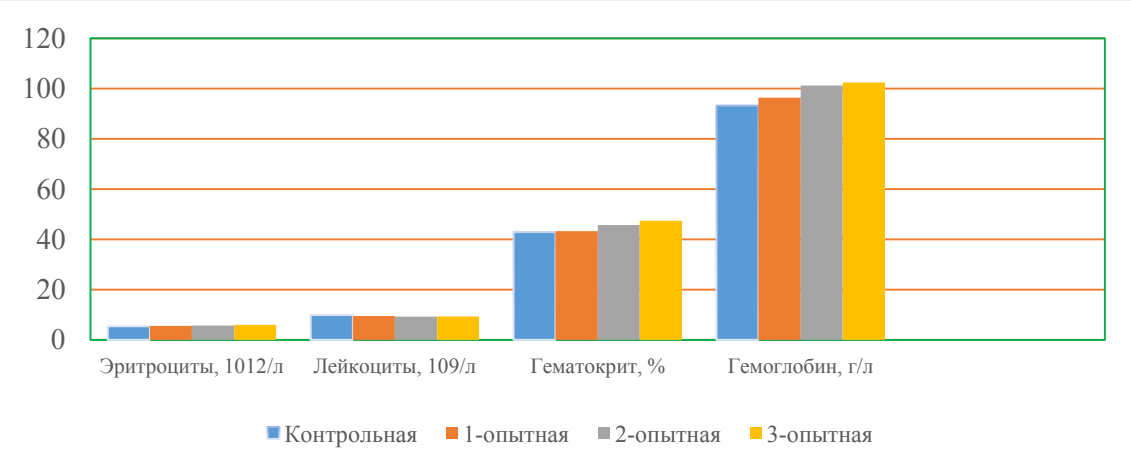


Рисунок 1 – Ключевые гематологические параметры у свиней по завершении эксперимента

В ходе откорма у свиней опытных групп отмечалось положительное влияние кормовой добавки на показатели крови по сравнению с контролем: в 1-й опытной группе содержание эритроцитов оказалось на 4,82 % выше ($P < 0,05$) по сравнению с контрольной группой, а уровень гемоглобина превышал контрольный показатель на 3,5 % ($P < 0,01$); во 2-й опытной группе содержание эритроцитов было на 6,15 % выше ($P < 0,01$) по сравнению с контрольной группой, а уровень гемоглобина превышал контрольный показатель на 6,8 % ($P < 0,01$); в 3-й опытной группе содержание эритроцитов увеличилось на 7,22 % ($P < 0,01$) по сравнению с контрольной группой, а уровень гемоглобина был выше контрольного показателя на 8,59 % ($P < 0,01$).

Во всех опытных группах с добавкой «НутАмар» наблюдалось снижение уровня лейкоцитов по сравнению с контролем. Это указывает на повышение устойчивости к болезням, вероятно, благодаря стимуляции иммунитета компонентами добавки.

После завершения экспериментальных исследований был осуществлен контрольный забой. На основании полученных данных оценивались мясные характеристики откармливаемых поросят, подвергавшихся воздействию инновационной кормовой добавки.

В ходе разделки туш было определено соотношение мышечной, жировой и костной ткани. Значительных отличий в процентном содержании мяса, жира и костей между исследуемыми группами не выявлено (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты исследования мясной продуктивности свиней, n = 5

Показатели	Группа			
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Средняя живая масса свиней в конце откорма, кг	114,9	120,8	122,7	123,9
Предубойная масса свиней, кг	111,2	117,1	119,01	120,2
Убойная масса туши, кг	85,7	91,5	93,4	94,9
Убойный выход, %	77,0	78,1	78,4	78,9
Выход мышечной ткани, %	57,5	57,9	58,7	58,4
Выход жировой ткани, %	30,3	30,7	30,8	31,2
Выход костной ткани, %	12,2	11,4	10,5	10,4
Площадь «мышечного глазка», $см^2$	29,3	29,8	30,4	30,7
Масса окорока, кг	14,1	14,6	15,6	16,5
Толщина шпика над 6-7 грудным позвонком, мм	14,3	16,7	17,2	17,9
Категория упитанности в соответствии с требованиями ГОСТ 31476-2012	2	2	2	2

Анализ результатов убоя показал, что свиньи в 1-й опытной группе демонстрировали увеличение веса на 5,13 %, и процент выхода мяса был больше на 1,1 %, чем в контрольной группе, во 2-й опытной группе, где средняя масса туши превысила контрольное значение на 6,79 %, а выход мяса – на 1,4 %. Подобная тенденция наблюдалась и в 3-й опытной средняя масса туши превышала на 7,83 %, а выход мяса был выше на 1,9 %.

Выращивание свиней крупной белой породы, с акцентом на производство сала, призвано обеспечить поставку высококачественного сырья для колбасного производства. Для проверки соответствия конечного продукта установленным стандартам, по завершении эксперимента мы провели анализ химического состава сала и оценку его органолептических характеристик (таблица 3).

Таблица 3 – Химический состав шпика, % n = 5

Показатели	Группа			
	Контрольная	1-опытная	2-опытная	3-опытная
Влага, %	5,17±0,12	4,90±0,15	4,58±0,19	5,18±0,22***
Протеин, %	1,96±0,09	1,97±0,08	1,98±0,08	1,99±0,06
Жир, %	92,29±0,25	92,54±0,24*	92,79±0,32*	93,12±0,25**
Зола, %	0,58±0,08	0,59±0,06	0,65±0,04*	0,71±0,07*

Примечание: *P < 0,05; **P < 0,01; ***P < 0,001

Во 3-й опытной группе наблюдалась тенденция к увеличению содержания белка, жира и золы в шпике по сравнению с другими экспериментальными группами и контрольной. Повышение концентрации питательных веществ во 2-й и 3-й группах сопровождалась закономерным снижением уровня влаги, что указывает на более высокую энергетическую ценность и зрелость живой ткани животных, получавших кормовую добавку «НутАмар»

С целью определения пищевой ценности мяса и шпика, а также исключения влияния исследуемой добавки на запах свинины, была проведена органолептическая оценка мяса и бульона по пятибалльной системе (таблица 4).

Таблица 4 – Дегустационная оценка мяса и шпика, баллы, n = 5

Показатели	Группа			
	Контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Внешний вид	4,73	4,76	4,77	4,78
Аромат	4,79	4,80	4,85	4,94
Вкус	4,72	4,78	4,83	4,87
Крепость	4,66	4,67	4,74	4,92
Наваристость	4,86	4,88	4,95	5,0
Общая оценка	4,73	4,76	4,86	4,97

Органолептическая оценка бульонов, сваренных из мяса и шпика контрольных и опытных животных, не выявила каких-либо отклонений в запахе или вкусе. При этом общий балл качества бульона из мяса свиней 1-й опытной группы оказался выше, чем в контрольной группе, на 0,03 балла, 2-й опытной группы – на 0,13 балла, а 3-й опытной группы – на 0,24 балла.

Заключение. Исследования показывают, что кормовая добавка «НутАмар» в рационе свиней повышает продуктивность и качество продукции. Она стимулирует рост, увеличивая живую массу и среднесуточный прирост, особенно при 5 % и 7 % добавки (2-я и 3-я группы). Гематологические показатели в опытных группах улучшились: выросли эритроциты и гемоглобин, снизились лейкоциты, что укрепляет здоровье и устойчивость к болезням. Анализ убоя выявил рост убойной массы и выхода мяса, с максимумом в 3-й группе; соотношение тканей не изменилось. На основании полученных данных можно сделать вывод, что применение кормовой добавки «НутАмар» позволяет повысить как количественные, так и качественные показатели свиноводческой продукции, одновременно снижая себестоимость.

Список использованной литературы

1. Алексеев А. Л. Жирнокислотный состав общих липидов шпика свиней различных пород и типов // Все о мясе. 2011. № 4. С. 48-49.

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

3. Кириченко В. С., Голубева А. А. Тенденции и перспективы развития свиноводства в России // Актуальные проблемы и перспективы аграрной науки: сборник статей Национальной научно-практической конференции с международным участием. Саратов. 2024. С. 142-149.

4. Клименко А. Качество гранул: проблемы и предложения по их решению // Комбикорма. 2019. № 9. С. 57-61.

5. Некрасов Р. В., Чабаев М. Г., Гамко Л. Н. Использование пребиотиков в кормлении молодняка свиней // Зоотехния. 2018. № 5. С. 12-15.

6. Рындина Д. Ф. Оценка мясной продуктивности и качества мяса свиней // Свиноводство. 2014. № 7. С. 33-34.

7. Сложенкина М. Использование пребиотиков на основе лактулозы // Животноводство России. 2022. № 1. С. 17-18.

8. Состояние неспецифического иммунитета у поросят под влиянием технологического стресса / А. Г. Шахов, Л. Ю. Сашнина, Ю. Ю. Владимирова, Н. В. Карманова // Ветеринарный фармакологический вестник. 2020. № 2 (11). С. 166-176.

УДК 636.2.034.087.26

РОСТ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕЛЯТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖМЫХОВ РАЗНЫХ ВИДОВ

Степурина М. А., *к. с.-х. н.*
Варакин Н. А., *аспирант*
Злепкин В. А., *д. с.-х. н., доцент*
Варакин А. Т., *д. с.-х. н., профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. При замене в комбикорме 50 % льняного жмыха на жмых рапсовый безэруковый, низкоглюкозинолатный 00-типа сортов у тёлок опытной группы выявлено улучшение питательности среднего суточного рациона, сравнительно с контролем, в содержании СВ, СП, ПП, СК и СЖ. Телята опытной группы также имели более высокие показатели переваримости и использования питательных веществ рациона, весового роста, чем в контроле. Гематологические показатели у подопытных животных соответствовали физиологической норме.

Ключевые слова: *компоненты рационов телят, весовой рост тёлок, физиологические показатели телят.*

На продуктивность разных видов и половозрастных групп сельскохозяйственных животных значительное влияние оказывает биологическая полноценность кормления [4, 5, 7, 8].

При этом весьма важна биологическая ценность рационов при ведении молочного скотоводства [2, 6, 10].

Достижение запланированного уровня продуктивного потенциала животных, наряду с другими питательными веществами, зависит от необходимого содержания протеина в потребляемом корме и его качества по аминокислотному составу. С учётом этого, в исследовательских работах и практике животноводства большое значение придается поиску и внедрению высокобелковых кормовых средств, использование которых способствует более эффективному расходованию корма и повышению продуктивных показателей сельскохозяйственных животных.

Результаты исследования свидетельствовали о том, что скармливание высокопродуктивным молочным коровам разных видов жмыхов: льняного и рапсового, позволяет расширить ассортимент кормов и повысить полноценность рационов, что улучшает показатели надоев молока и его качество, а также положительно отразилось на экономической эффективности, с несколько более высоким результатом в пользу рапсового жмыха. Поэтому в молочном скотоводстве целесообразно, наряду с льняным жмыхом, включать рапсовый жмых в кормление лактирующих коров [1].

В связи с этим, исследовательские работы, освещающие продуктивность телят с введением в рационы жмыхов разных видов важны и актуальны для повышения эффективности выращивания ремонтного молодняка в молочном скотоводстве.

Целью наших исследований являлось изучение весового роста и физиологических показателей у тёлок молочного периода выращивания с использованием в составе рационов рапсового жмыха безэрукового, низкоглюкозинолатных сортов взамен части льняного жмыха.

Научно-хозяйственный опыт провели в ПХ АО «Труд» Ленинградской области. Для этого были сформированы две группы подопытных тёлок: контрольная и опытная, по пятнадцать животных в каждой. В эксперименте использовали телят голштинской породы.

Рационы подопытным животным разработали для достижения среднесуточных приростов живой массы 800-900 г, используя нормы кормления РАСХН. С учётом возраста и массы тела тёлок была выполнена ежемесячная корректировка рационов.

В ходе опыта проводили ежемесячное взвешивание телят утром до кормления.

Цифровой материал, полученный в эксперименте, был обработан с использованием метода вариационной статистики.

Исследования на подопытных тёлках в научно-хозяйственном опыте выполнили согласно приведённой схеме (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Период	Группа	Количество, голов	Продолжительность, дни	Особенности кормления
Предварительный	Контрольная, опытная	30	10	Основной рацион (ОР) + комбикорм с льняным жмыхом
Переходный	Контрольная	15	5	ОР + комбикорм с льняным жмыхом
	Опытная	15	5	ОР + комбикорм с льняным жмыхом – 50 % и рапсовым жмыхом – 50 % – приучение

Окончание таблицы 1

Главный	Контрольная	15	123	ОР + комбикорм с льняным жмыхом
	Опытная	15	123	ОР + комбикорм с льняным жмыхом – 50 % и рапсовым жмыхом – 50 %
Заключительный	Контрольная, опытная,	30	30	ОР+ комбикорм с льняным жмыхом

Особенности проведения научно-хозяйственного опыта заключались в том, что телята контрольной группы получали в составе ОР комбикорм, который наряду с другими компонентами включал льняной жмых – 21,17 % по массе, а опытной группы получали в составе ОР такой же комбикорм, только с заменой 50 % льняного жмыха по массе на рапсовый жмых.

Важно отметить, что в комбикорме для опытной группы тёлок использовали жмых, полученный от переработки рапса безэрукового, низкоглюкозинолатных 00-типа сортов.

Среднесуточные рационы сравниваемым группам телят по количеству заданных кормов и минеральных добавок в главном периоде научно-хозяйственного опыта представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Состав кормовых средств в среднесуточных рационах, кг

Корма и добавки	Группа	
	контрольная	опытная
ЗЦМ (восстановленный)	3,0	3,0
Комбикорм с льняным жмыхом	1,22	-
Комбикорм с льняным жмыхом – 50 % и рапсовым жмыхом – 50 %	-	1,22
Сенаж	2,52	2,52
Дерть кукурузы	0,18	0,18
Шрот соевый	0,08	0,08
Монокальцийфосфат, г	16,3	16,3
Мел, г	3,2	3,2
Соль поваренная, г	16,7	16,7

Полученные данные суточных рационов в среднем за главный период опыта, приведённые в таблице 2, показали, что по количеству заданных кормов и минеральных добавок они не различались, однако ремонтного молодняку контрольной группы в его составе задавали комбикорм с льняным жмыхом, а опытной группы – такой же комбикорм, но при замене 50 % льняного жмыха по массе на рапсовый жмых.

Результаты исследований свидетельствовали о том, что сравнительно с контролем, при замене в составе комбикорма 50 % льняного жмыха по массе на жмых рапсовый безэруковый, низкоглюкозино-

латный 00-типа сортов у тёлок опытной группы установлено преимущество в питательной ценности испытуемого среднесуточного рациона по содержанию сухого вещества (СВ), сырого протеина (СП), переваримого протеина (ПП), сырой клетчатки (СК), сырого жира (СЖ).

Также использование испытуемого рапсового жмыха позволило увеличить содержание расщепляемого протеина в рационе животных опытной группы.

Замена в составе комбикорма льняного жмыха на 50 % по массе на высокого качества жмых, полученный от переработки рапса безэрукового, низкоглюкозинолатных 00-типа сортов, позволила активизировать уровень обмена веществ в организме тёлок, что нашло отражение в получении более высоких показателей переваримости и использования питательных веществ рациона, а также продуктивности у телят молочного периода выращивания, которые отличались более высоким весовым ростом.

Результаты исследования продуктивности сравниваемых групп тёлок по живой массе в главном периоде научно-хозяйственного опыта приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Живая масса и её прирост у телят (M ± m), (n = 15)

Группа	Продолжительность главного периода опыта, дней	Живая масса, кг	
		в начале главного периода опыта	в конце главного периода опыта
Контрольная	123	59,6±0,42	159,8±1,19
Опытная	123	59,5±0,38	165,1±1,34

Согласно экспериментальным данным (таблица 3), в начале главного периода опыта между сравниваемыми группами животных по живой массе существенной разницы не наблюдалось. Однако в конце главного периода опыта, сравнительно с контролем, тёлки опытной группы имели преимущество по изучаемому показателю на 5,3 кг, или 3,32 % при разнице статистически достоверной и уровне вероятности $P > 0,99$.

Отсюда, по сравнению с контрольной группой, у телят опытной группы было также выявлено превосходство по показателям абсолютного и среднесуточного приростов живой массы.

При проведении зоотехнических исследований зачастую изучают физиологическое состояние животных, в частности определяются гематологические показатели [3, 9].

Данные нашего исследования показали соответствие морфологических и биохимических показателей крови подопытных телят физиологической норме.

Следовательно, по сравнению с контролем, при замене в составе комбикорма 50 % льняного жмыха по массе на жмых рапсовый безэруковый, низкоглюкозинолатный 00-типа сортов у тёлок опытной группы установлено преимущество в питательной ценности испытуемого среднесуточного рациона по содержанию СВ, СП, ПП, СК и СЖ. Использование рапсового жмыха взамен выше указанной части льняного жмыха также позволяет увеличить содержание в рационе расщепляемого протеина. Результаты исследований свидетельствовали о том, что телята опытной группы имели более высокие показатели переваримости и использования питательных веществ рациона, весового роста, чем в контроле. Гематологические показатели у подопытных животных соответствовали физиологической норме.

Список использованной литературы

1. Варакин А. Т. и др. Использование жмыхов разных видов для производства молока // Эффективное животноводство. 2024. № 5 (195). С. 39-41.

2. Варакин Н. А. и др. Использование жмыхов разных видов при выращивании телят // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 5 (83). С. 295-304.

3. Батанов С. Д., Березкина Г. Ю., Килин В. В. Влияние минеральной добавки «Стимул» на биохимические показатели крови // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2014. Т. 220. С. 38-42.

4. Гайирбегов Д. Ш. и др. Изменение состава молока свиноматок первого опороса во взаимосвязи с биологической ценностью рационов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2024. № 3 (75). С. 217-223.

5. Гайирбегов Д. Ш. и др. Химический состав и энергетическая ценность мяса бычков в зависимости от типа кормления // Проблемы развития АПК региона. 2017. Т. 29. № 1 (29). С. 71-74.

6. Дуборезов В. Кормление молочных коров по детализированным нормам // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 4. С. 52-55.

7. Зотеев В. С. и др. Оптимизация уровня меди в рационе холостых овцематок // Овцы, козы, шерстяное дело. 2018. № 2. С. 31-34.

8. Саломатин В. В. и др. Влияние бишофита и фосфатидного концентрата на мясную продуктивность свиней // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. Вып. 2. С. 46-51.

9. Симонов Г. А. и др. Биологическая ценность комплексной минеральной добавки для лактирующих коров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 2 (66). С. 238-247.

10. Степурина М. А. и др. Кормовые добавки для повышения питательной ценности рационов и продуктивности лактирующих коров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 4 (56). С. 170-179.

УДК 636.59:636.087.72

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА ПЕРЕПЕЛОВ НА ИНКУБАЦИОННЫЕ КАЧЕСТВА ЯИЦ

Тишенкова М. С., *младший научный сотрудник отдела технологии, лаборатории инкубации*

ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» (ФНЦ «ВНИТИП»)
г. Сергиев Посад, Россия

Аннотация. Минеральные вещества являются незаменимыми элементами рациона сельскохозяйственной птицы. Кальций и фосфор играют ключевую роль в развитии костной системы несушек и формировании яичной скорлупы. Современные высокопродуктивные породы перепелов чувствительны к дисбалансу питательных веществ, что напрямую влияет на инкубационные качества яиц. В статье рассматриваются физиологические аспекты минерального обмена, требования к содержанию кальция и фосфора в рационах перепелов, а также влияние минеральной обеспеченности родительского стада на качество скорлупы и морфологические показатели инкубационных яиц.

Ключевые слова: *перепела, минеральный обмен перепелов, инкубационные качества яиц перепелов, яичная скорлупа, яйца перепелиные.*

Введение. Прогресс в птицеводстве за последние десятилетия обусловлен совершенствованием кормовой базы, использованием синтетических аминокислот, витаминов, ферментов, а также точным нормированием макро- и микроэлементов. Особое место в питании яичных перепелов занимает кальций, необходимый для формирования яичной скорлупы. Качество скорлупы имеет экономическое значение: дефекты оболочки приводят к потерям продукции, ухудшению инкубационных качеств и повышению смертности эмбрионов.

Помимо кальция, птице необходим фосфор. Нарушение соотношения этих элементов ведет к патологиям костной ткани, снижению продуктивности и ухудшению выводимости. Минералы участвуют практически во всех метаболических процессах, влияя на рост, энергообмен и воспроизводство. Однако потребности в минералах варьируются в зависимости от возраста, генетики и физиологического состояния птицы.

Физиологическая роль кальция и фосфора и механизмы гомеостаза.

Кальций (Ca) и фосфор (P) являются основными структурными элементами костной ткани. Приблизительно 98-99 % общего кальция и 80-85 % фосфора в организме птицы депонированы в костях [1, 9]. Оставшаяся часть кальция участвует в клеточном метаболизме, активации ферментов, нервно-мышечной передаче и свертывании крови.

Организм птицы обладает сложной системой регуляции минерального обмена. Ключевыми органами, участвующими в гомеостазе кальция, являются желудочно-кишечный тракт (всасывание), почки (реабсорбция) и костная ткань (депо) [2]. Регуляция осуществляется гормональной системой:

1. Паратиреоидный гормон (ПТГ): выделяется паращитовидными железами при снижении уровня кальция в крови. Стимулирует мобилизацию кальция из костей, усиливает его реабсорбцию в почках и активирует витамин D3 для улучшения всасывания в кишечнике.

2. Кальцитонин: секретируется ультимобранхиальными железами при повышении уровня кальция. Снижает резорбцию костной ткани и способствует отложению минералов.

3. Витамин D3: необходим для синтеза кальбиндина – белка-переносчика, обеспечивающего транспорт кальция через стенку кишечника.

Яичная скорлупа состоит преимущественно из карбоната кальция (около 95 %). На формирование одного яйца затрачивается значительное количество кальция, часть которого (до 30-40 %) мобилизуется из костной ткани (медуллярных костей), [3] особенно в ночное время, когда потребление корма отсутствует. Дефицит кальция в рационе приводит к усиленной резорбции костей, что вызывает остеопороз, усталость клеток и снижение качества скорлупы.

Нормирование минерального питания перепелов

Потребности птицы в минеральных веществах не являются статичными и зависят от множества факторов: генотипа, возраста, уровня продуктивности, температуры окружающей среды и энергетической ценности корма [4].

Для перепелов в период роста оптимальное соотношение кальция и фосфора составляет от 1:1 до 2:1. В период яйцекладки потребность в кальции возрастает многократно (до 2,5-3,5 % рациона), так как он является основным компонентом скорлупы [5].

Анализ научных данных выявляет вариативность рекомендаций: Rostagno et al. (2011) рекомендуют 2,92 % кальция для японских перепелов в период яйцекладки [6]. Garcia et al. (2000) наилучшие результаты получили при уровне 2,5 % кальция и 0,36 % фосфора [3]. Costa et al. (2008) установили оптимальные уровни кальция 2,5 % и фосфора 0,31 % [2]. Vieira et al. (2012) для перепелов возраста 26-38 недель установили эффективные уровни кальция 2,0 % и фосфора 0,31 % [7].

Разногласия в нормативах объясняются различиями в используемых источниках минералов (биодоступность), размером частиц карбоната кальция и генетическими особенностями линий. Избыток

кальция также опасен: он может действовать как антагонист, затрудняя усвоение фосфора, цинка, марганца и магния, что приводит к нарушению минерализации костей и снижению выводимости.

Качество яичной скорлупы определяет сохранность яйца и успешность инкубации. Оболочка должна быть достаточно прочной, чтобы выдержать транспортировку, и обладать оптимальной пористостью для газообмена. Структурно скорлупа состоит из нескольких слоев (сосочковый, палисадный, кристаллический), формирование которых зависит от наличия органической матрицы и ионов кальция [8].

Если скорлупа яйца имеет дефекты (тонкая, пористая или чрезмерно толстая), это нарушает газообмен и водный режим, а также ограничивает доступ эмбриона к кальцию. Недостаток минералов в рационе несушек приводит к рождению ослабленного молодняка с дефектами костной системы (например, искривление костей, слабость ног), что снижает сохранность поголовья в постэмбриональный период.

Цель работы: Обобщить данные о влиянии обеспеченности кальцием и фосфором в рационах перепелов на инкубационные качества яиц и физиологическое состояние птицы.

Материалы и методы исследования.

Исследования проводились на перепелах родительского стада породы Радонежские [10]. Уровни кальция в рационе перепелов, отведенных на родительское стадо указаны в схеме опыта. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Особенности кормления в возрасте, недель	
	1-4	5-6
1	Полнорационный комбикорм (ПК) с питательностью согласно рекомендациям ВНИТИП (2021г.), с уровнем кальция 1,0 %, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45 %.	
2	ПК, сбалансированный по всем питательным веществам, с уровнем кальция 0,9 %, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45 %.	
3	ПК, сбалансированный по всем питательным веществам, с уровнем кальция 1,1 %, общего и доступного фосфора 0,76 и 0,45 %.	

Результаты исследования. Результаты о влиянии разных уровней кальция в рационе перепелов на качество яиц представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфологические показатели яиц перепелов

Показатель	Группа		
	1 Контрольная	2-я опытная	3-я опытная
Масса яиц, г	13,75±0,41	13,26±0,16	13,39±0,46
Плотность, г/см^3	1,078±0,001	1,069±0,01	1,074±0,002
Индекс белка, %	13,52±1,01	12,69±0,64	12,68±0,57

Окончание таблицы 2

Единицы Хау	96,34±1,24	93,67±1,07	93,09±1,07
Индекс желтка, %	51,41±0,92	51,65±1,14	50,91±0,68
Масса к массе яйца, %:			
белок	62,88±0,82	61,11±0,76	61,13±0,87
желток	28,94±0,69	30,77±0,69	30,32±0,72
скорлупа	7,60±0,19	8,07±0,14	8,56±0,44
Отношение белок/желток	2,19±0,09	2,00±0,08	2,03±0,07
Толщина скорлупы, мкм:	153±3,80	148±4,25	151±5,09
Содержание в желтке, мкг/г:			
витамин А	8,04	7,64	8,49
витамин B_2	11,49	10,90	12,76
витамин Е	123,75	82,41	118,11
pH желтка	5,93	5,99	5,93
pH белка	9,04	8,92	9,02

Примечание: *$p < 0,05$

Как видно из таблицы 2 низкие уровни кальция в рационе перепелов родительского стада повлияли на толщину скорлупы яйца. Во второй опытной группе этот показатель был самым низким. Относительная масса скорлупы также была очень низкой, что говорит о нехватки минералов в комбикормах, и как следствие нехватка кальция и фосфора в рационе перепелов родительского стада негативно влияет на минерализацию и развитие эмбриона.

Заключение. Минеральный обмен перепелов является фундаментальным фактором, определяющим не только продуктивность несушек, но и инкубационные качества яиц. Кальций и фосфор выступают ключевыми регуляторами формирования яичной скорлупы и обеспечения эмбриона строительным материалом для развития скелета. Для достижения высоких инкубационных показателей и нормального физиологического развития эмбрионов перепелов необходимо правильно балансировать уровень кальция и фосфора в рационе, а также для повышения эффективности перепеловодства необходимо использовать высокобиодоступные источники минералов, контролировать соотношение Ca:P и учитывать факторы среды, влияющие на потребление корма.

Список использованной литературы

1. Pessôa G. B. S. et al. Novos conceitos em nutrição de aves // Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. 2012. V. 13. N. 3. Pp. 755-774.

2. Costa C. H. R. et al. Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade) // Revista Brasileira de Zootecnia. 2010. V. 39. N. 8. Pp. 1748-1755.

3. Garcia E. A. et al. Níveis de cálcio e de fósforo para codornas japonesas.... // Science Advances. 2019. V. 5. N. 1. Art. eaav0486.

4. Macari M., Mendes A. A. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: UNESP, 2005.

5. NRC. Nutrient Requirements of Poultry. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994.
6. Rostagno H. S. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2011.
7. Vieira S. L. et al. Performance of Japanese quails... // Journal of Applied Poultry Research. 2012.
8. Dolgorukova A. Deposition of Calcium in the Embryos of the Broiler Chicken as Affected by Hen Age // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East: Agricultural Innovation Systems. Ussuriysk, 2022. V. 354. Pp. 794-802.
9. Тишенкова М. С. Влияние различных источников кальция и фосфора на продуктивные качества мясных перепелов // Птицеводство. 2025. № 6. С. 41-46.
10. Тишенкова М. С. Потребность перепелов в кальции и фосфоре при использовании в комбикормах фитазы: диссертация. 2025.146 с.

УДК 639.515:004.8

УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ БИОМАССЫ РАКООБРАЗНЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Федоров З. В., *аспирант*
Хорева Т. И., *магистр*
Брежнев Л. Л., *аспирант*
Иванов С. С., *научный сотрудник*
Кравченко Ю. В., *к. с.-х. н., доцент*

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)»
Москва, Россия
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлен анализ современных подходов к автоматизации учета биомассы гидробионтов в индустриальной аквакультуре с применением технологий искусственного интеллекта (ИИ). Наиболее перспективным направлением признано комплексирование данных (Sensor Fusion) – интеграция RGB-камер и лидаров. Для преодоления дефицита обучающих выборок (Data Starvation) обосновано использование синтетических датасетов.

Ключевые слова: *ракообразные, биомасса ракообразных, искусственный интеллект, машинное обучение, компьютерное зрение, лидар, комплексирование сенсоров, глубокое обучение.*

Введение. В условиях высокоинтенсивной аквакультуры требуется принципиально новый уровень управления технологическими процессами. В данных условиях весьма важной задачей становится оптимизация производственных процессов и обеспечение физиологического благополучия выращиваемых гидробионтов.

Основным фактором рентабельности производства продукции аквакультуры является точная оценка биомассы на конкретном этапе биотехнического процесса. Известно, что затраты на корма составляют около 50-60 % от себестоимости продукции. Погрешности в оценке биомассы ведут к ошибочной оценке суточного рациона. Недокорм провоцирует алиментарную гипотрофию, перекорм вызывает скачки концентрации токсичного аммонийного азота и нитритов, что подавляет иммунитет и провоцирует вспышки бактериальных инфекций.

Развитие алгоритмов искусственного интеллекта позволит проводить дистанционный мониторинг, автоматически вычислять массу объектов в водной среде без физического контакта с гидробионтами [5].

Основная часть. Традиционный экстраполяционный метод оценки биомассы ракообразных оказывает негативное воздействие на их гомеостаз и способствует нарушению основных физиологических функций в организме. Любой физический раздражитель инициирует выброс нейропептида – гипергликемического гормона ракообразных (CHH) из комплекса X-органа и синусной железы. Это вызывает острую гипергликемию [2]. Регулярный стресс и механическое воздействие могут сопровождаться изменением биохимического профиля гемолимфы. В экспериментах у креветок и раков отмечают изменения активности трансаминаз (ALT, AST) и щелочной фосфатазы (ALP), которые в работах интерпретируются как показатели метаболического стресса и/или неблагополучия (повреждения) гепатопанкреаса.

Кроме того, стресс ингибирует профенолоксидазную систему (proPO) – критически важную для неспецифического иммунитета ракообразных, делая их уязвимыми для патогенов (например, *Vibrio alginolyticus*). Таким образом, снижение механического воздействия на организм ракообразных в процессе их выращивания позволяет исключить негативную реакцию организма на стресс.

Важной технологической манипуляцией в процессе производства ракообразных в системах замкнутого водоснабжения является оценка темпа роста, которая рассчитывается на основе индивидуального взвешивания и измерения особей. Безусловно, в процессе данных исследований возможны погрешности, обусловленные неточностью измерений, что впоследствии может привести к искажению или неверной интерпретации полученных результатов. Внедрение алгоритмов машинного обучения (SVR, Random Forest, ANN) позволит минимизировать ошибки, обеспечивая получение более объективных и достоверных результатов в отсутствии факторов стресса. Одной из наиболее эффективных систем считается RAIBE [7], использующая модифицированные полиномиальные регрессии. Она снизила среднеквадратичную ошибку (RMSE) до 2,04 г. Несмотря на достигнутый успех в мониторинге биомассы для точного определения индивидуальных показателей необходимо внедрение систем компьютерного зрения.

Процесс бесконтактной оценки размерно-массовых показателей гидробионтов начинается с оптического захвата и пиксельной сегментации с помощью глубоких сверточных нейронных сетей (CNN).

Классические методы детекции и инстанс-сегментации, такие как Bounding Boxes не подходят для ракообразных из-за особенности их внешнего строения. Гибридные архитектуры (Mask R-CNN, YOLOv8-seg) генерируют бинарную маску, которая математически выравнивается вдоль анатомической оси, позволяя измерить реальную длину животного [3].

В коммерческом проекте ShrimpWiz используются камеры и технология прозрачной воды для непрерывного вычисления биомассы и диагностики состояния стресса. В бассейнах систем замкнутого водоснабжения 2D-зрение сталкивается с проблемой окклюзии (перекрытия особей) и неточностью проективных маркеров, что требует перехода к 3D-технологиям.

Для оценки биомассы и биомониторинга водных биологических ресурсов используется гидроакустический метод. За счет высокой скорости обзора водной среды данный метод позволяет обследовать достаточно большие площади и распределение гидробионтов в вертикальном и горизонтальном направлении [4]. Этот метод может стать основой для разработки современных технологий на основе использования акустических волн, обладающих высокой проникающей способностью в воде, что позволяет достаточно точно провести измерение. Принцип работы данного метода заключается в следующем: сонары регистрируют интенсивность отражения (Target Strength), которая коррелирует с плотностью биомассы (метод эхо-интегрирования). ИИ-системы на базе сонаров способны с 95 % точностью оценивать общую плотность посадки. Использование данной системы в индустриальной аквакультуре имеет некоторые ограничения: в рыбоводных бассейнах УЗВ возникает акустическая реверберация (фоновый шум), сонары имеют низкое пространственное разрешение и не позволяют анализировать морфологию и здоровье конкретных особей.

Применение технологии лазерного излучения позволяет провести измерение расстояния до изучаемых объектов. LiDAR, работающий по принципу Time of Flight (ToF), генерирует плотное 3D-облако точек (X, Y, Z). Лазерное сканирование вычисляет объем слоя биомассы (Fish Layer Volume, FLV) – геометрический объем между дном рыбоводного бассейна и поверхностью тела гидробионтов. Коэффициент вариации данного метода при высокой плотности снижается до 1,1%. Лидар не зависит от освещения и не требует калибровочных маркеров. Однако отсутствие RGB-текстуры затрудняет идентификацию объекта (отличие живой особи креветки от панциря, оставшегося на дне бассейна после линьки или других посторонних объектов).

Решением данной проблемы может стать низкоуровневое комплексирование (Low-level sensor fusion) RGB-камеры и LiDAR-сканера, формирующее четырехмерные тензоры данных (RGB-D). Процесс требует сложной аппаратной калибровки (внутренней и внешней), результатом которой является матрица геометрической трансформации, включающая матрицу поворота (R) и вектор смещения (T) [1].

Обработка RGB-D данных нейросетями семейства PointNet позволяет алгоритму разделять слипшиеся тела (решая проблему окклюзии) и вычислять метрические размеры особей с субмиллиметровой точностью, переводя трехмерный объем в показатель веса [1, 7].

Главным барьером масштабирования ИИ является «информационный голод» – нехватка размеченных данных для обучения нейросетей. Ручная попиксельная аннотация мутных снимков из рыбоводных бассейнов физически невозможна.

Решением стала технология генерации синтетических данных (Synthetic Data Generation) в 3D-движках (Unreal Engine). Движок симулирует оптические свойства воды и за доли секунды генерирует тысячи сцен со случайным распределением объектов, предоставляя идеальные маски (Pixel-perfect Ground Truth). Пре-тренировка моделей на таких данных радикально повышает их устойчивость и исключает человеческий фактор при разметке.

Заключение. Индустриальная аквакультура ракообразных переживает технологическую революцию. Ручные инвазивные методы учета, провоцирующие острый эндокринный стресс, и неточные эмпирические модели уступают место киберфизическим системам. Наиболее научно обоснованным решением для современных УЗВ является применение Sensor Fusion (LiDAR + RGB) в сочетании с процедурно сгенерированными синтетическими датасетами, что открывает путь к полной автоматизации мониторинга жизнедеятельности и роста ракообразных в рыбоводных системах.

Список использованной литературы

1. Алексеев В. Л., Горячкин Д. А., Купренюк В. И. Оценка дальности наблюдения для подводного стробируемого лидара // Робототехника и техническая кибернетика. 2024. № 2. https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-dalnosti-nablyudeniya-dlya-podvodnogo-strobiruemogo-lidara

2. Загорская Д. С., Загорский И. А., Ковачева Н. П. Биохимические показатели как критерии оценки физиологического состояния камчатского краба Paralithodes camtschaticus (Decapoda, Lithodidae) в процессе транспортировки // Вопросы рыболовства. 2017. № 1. https://cyberleninka.ru/article/n/biohimicheskie-pokazateli-kak-kriterii-otsenki-fiziologicheskogo-sostoyaniya-kamchatskogo-kraba-paralithodes-camtschaticus-decapoda

3. Клековкин В. А., Марков Н. Г., Небаба С. Г. Модели сверточных нейронных сетей YOLO с механизмом внимания для систем компьютерного зрения реального времени // Вестн. Том. гос. ун-та. Управление, вычислительная

техника и информатика. 2025. № 72. https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-svertochnyh-neyronnyh-setey-yolo-s-mehanizmom-vnimaniya-dlya-sistem-kompyuternogo-zreniya-realnogo-vremeni

4. Кузнецов М. Ю. Гидроакустические методы и средства оценки запасов рыб и их промысла. Часть 1. Гидроакустические средства и технологии их использования при проведении биоресурсных исследований ТИНРО-центра // Известия ТИНРО. 2013. https://cyberleninka.ru/article/n/gidroakusticheskie-metody-i-sredstva-otsenki-zapasov-ryb-i-ih-promysla-chast-1-gidroakusticheskie-sredstva-i-tehnologii-ih-ispolzovaniya

5. Черданцев В. П., Свечникова Т. М., Тронина М. В. Технологии искусственного интеллекта в аквакультуре // Вопросы рыболовства. 2022. № 3. https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-v-akvakulture

6. Bukas C., Albrecht F., Saeed Ur- Rehman M., Popek D. Robust deep learning based shrimp counting in an industrial farm setting, Journal of Cleaner Production, 2024. V. 468. № 143024.

7. Tashim N. A-Z., Lim T. H., Zariful W., Liu P. Regression-based artificial intelligence length and weight estimation for sustainable prawn aquaculture // Smart Agricultural Technology. 2025. V. 12.

УДК 619:618.14-002:636.2.034

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ К ЦЕФАЛОСПОРИНОВЫМ АНТИБИОТИКАМ ПРИ ИНФЕКЦИОННОМ МЕТРИТЕ У КОРОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ

Фирсов Г. М., *к. в. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. В рамках проведённого исследования в ООО СП «Донское» Калачёвского района Волгоградской области выявлено, что среднее значение диаметра зоны ингибирования при применении цефтиофура против *Staphylococcus aureus* составляло 21,38 ± 2,03 мм, а для цефалексина – 18,19 ± 1,74 мм и для *Staphylococcus haemolyticus* параметры составили 21,31 ± 1,79 мм и 18,25 ± 1,79 мм соответственно для цефтиофура и цефалексина.

Ключевые слова: *метриты коров, болезни коров, Staphylococcus aureus, Staphylococcus haemolyticus, инфекции матки коров.*

Инфекции матки, возникающие после родов, часто встречаются у коров на промышленных молочных комплексах. В научных публикациях описано немало способов терапии таких инфекций, однако данные о влиянии этих подходов на дальнейшую способность к воспроизводству остаются немногочисленными. Более глубокое понимание процессов, происходящих в организме коровы в перинатальный период – с точки зрения патологии, эндокринологии и микробиологии – позволит выстроить более эффективную стратегию лечения после-

родовых инфекций матки. При этом основной задачей при выборе терапии должно быть восстановление нормальных репродуктивных функций животного [1-6].

Метрит – это воспалительный процесс, который поражает внутреннюю оболочку матки, ограничиваясь областью эндометрия. Заболевание проявляется нарушением целостности эпителия, увеличением притока крови либо появлением отека, а также скоплением воспалительных клеток, преимущественно нейтрофильных и лимфоцитарных. Защитные свойства организма существенно помогают восстановлению матки у коров с данным диагнозом. В большинстве случаев болезнь остается незаметной, пока не возникнут неприятно пахнущие, измененные по цвету выделения. В иных ситуациях, такие симптомы, как вдруг появившаяся высокая температура, устойчивая лихорадка, снижение аппетита и уменьшение объема вырабатываемого молока, могут привести к ошибочной диагностике, так как схожи с другими инфекционными заболеваниями [6].

Попавшие в матку патогенные микроорганизмы становятся источником воспаления, вызывают повреждения тканей эндометрия, препятствуют нормальному сокращению матки после родов, а также негативно влияют на жизнеспособность эмбрионов. В течение первых дней после отела из маточной полости выделяют широкий спектр бактериальных организмов, включая как грамположительные, так и грамотрицательные формы, среди которых встречаются аэробы и анаэробы. Наиболее часто возбудители, обнаруженные в инфицированной матке, обитают в окружающей среде животных на ферме, и могут поражать различные органы и ткани. Развитие инфекционного метрита связано с присутствием иных бактерий, помимо *A. pyogenes* и анаэробных грамотрицательных, например, *Fusobacterium necrophorum*, а также такими патогенами, как *E. coli*, *Streptococcus spp*., *Staphylococcus spp*. и *Pseudomonas spp*. [1-6].

При выборе антимикробных препаратов необходимо учитывать уровень кислорода в тканях и присутствие клеточных остатков в очаге инфекции. Обнаружение облигатных анаэробных бактерий в полости матки после родов свидетельствует о доминировании анаэробных условий в этом органе [1-6].

В подобных обстоятельствах антибиотики вроде аминогликозидов теряют значительную часть своей эффективности, так как их действие связано с наличием кислорода. Кроме того, такие вещества, как сульфаниламиды и нитрофураны, также становятся менее результативными, если в поражённой зоне присутствуют кровь, гной или остатки тканей, что часто бывает в первые дни после родов. Немало-

важно и то, как лекарство распределяется по организму: какой уровень препарата достигается в зоне воспаления и как долго он там сохраняется после введения [4].

Выбранный для лечения препарат обязан отличаться безопасностью, хорошей переносимостью, а также не использоваться в качестве основного средства при терапии тяжёлых инфекционных заболеваний. Эти критерии в основном выполняют различные цефалоспорины.

Вероятность возникновения и тяжесть течения метрита, как правило, зависят от скученности животных, частоты задействования родильных станков, а также состояния иммунной системы самки. Если при местной обработке у коров с послеродовым метритом наблюдается склонность к системному поражению, необходимо дополнительно назначать парентеральные препараты. Терапия должна начинаться незамедлительно, если послед не выходит спустя 12 часов после родов, и продолжаться ежедневно до их полного отделения [1-3].

Животных с послеродовым метритом условно делят на две группы: с проявлением системных изменений и без них, при этом в каждой подгруппе состояние может оцениваться по степени выраженности симптомов. В случаях, когда у коровы обнаруживаются лишь локальные признаки, например, резко неприятный запах влагалищных выделений, лечение ограничивают местным воздействием на матку. При наличии же у животного симптомов лихорадки, снижения аппетита, угнетённого общего состояния или ухудшения надоев, необходима системная терапия.

Поскольку у павших от послеродового метрита коров в ткани матки и выделениях часто выявляют возбудителей, вероятно, эти микроорганизмы существенным образом способствуют развитию тяжелых форм метрита с системным поражением. В дополнение к этому, матку коров с септическим процессом, как при наличии системных проявлений, так и без них, также обрабатывают местно. Для животных без признаков распространённого процесса, как правило, бывает достаточно локального лечения. Всем коровам, перенёсшим послеродовой метрит, рекомендуется провести повторный осмотр через 20-30 суток после отёла, чтобы проверить состояние матки и её восстановление.

Лечение послеродовых инфекций матки можно разделить на две основные категории: гормональное и антимикробное. При выборе антимикробной терапии следует учитывать несколько факторов. Во-первых, необходимо иметь информацию о влиянии терапевтического средства на последующую фертильность. Во-вторых, следует учитывать, какие бактерии являются значимыми патогенами в смешанной бактериальной популяции послеродовой матки.

При лечении метрита в первые дни после родов обычно применяют системные препараты пенициллина, а позже его могут вводить непосредственно в матку. В целом, практика внутриматочных

инфузий была сокращена. Среди других антибиотиков, которые могут использовать для внутриматочного введения у коров с метритом, можно отметить окситетрациклин, особенно на ранних стадиях, когда встречаются различные бактериальные возбудители. Если у животного присутствует функционирующее желтое тело, то дополнительно к терапии метрита или пиометры назначают простагландины [6].

В рамках проведённой работы были организованы производственные экспериментальные исследования и произведён анализ полученных данных у коров с установленным диагнозом метрит, распределённых на три опытные группы на базе ООО СП «Донское» Калачевского района Волгоградской области. Всего в исследование было включено 48 животных: 1-я, 2-я и 3-я опытные группы, каждая из которых насчитывала по 16 голов.

Для исследования микрофлоры, присутствующей в полости матки, образцы влагалищных выделений были собраны в соответствии со стандартными процедурами. Для выявления разнообразия бактерий данные пробы инокулировали на разные виды питательных субстратов: МПА, МПБ, агар Эндо, Дифко, Сабуро, МакКонки, Колумбийский кровяной агар, а также использовали диагностические среды Гисса (BioMedia, Санкт-Петербург). Микроорганизмы идентифицировали, анализируя морфологические особенности колоний и характер их роста. В дополнение к этому, для микробиологического обследования брались промывочные образцы из рогов матки, которые получали путём аспирации содержимого маточной полости стерильным катетером с последующим помещением материала в стерильные плотно закрывающиеся пробирки.

Результаты исследований, основанных на методах посева, указывают на то, что главным возбудителем воспалительных заболеваний матки является *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus haemolyticus*. В случаях, когда этот микроорганизм присутствовал в матке более семи дней, нередко развивался выраженный метрит. После завершения курса лечения у одной из коров, несмотря на применение цефтиофура и цефалексина, в мазке из матки все еще выявлялся *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus haemolyticus*.

Цефтиофур и цефалексин применялись при терапии метритов у коров с переменным успехом. Цефалоспорин сохраняет активность семейства против распространенных грамположительных организмов, но имеет расширенный спектр действия против грамотрицательных факультативных бацилл и некоторых анаэробов.

Бактериологическое исследование эндометрия технически затруднено из-за легкости контаминации эндогенными микроорганизмами, обитающими в шейке матки и влагалище.

При этом показывается, что распространённые возбудители инфекций, такие как коагулазоположительные стафилококки (*Staphylococcus aureus*), были зафиксированы у животных из контрольной группы в количестве 295,75 ± 29,87 КОЕ, а у животных из двух опытных групп – 336,19 ± 9,59 и 337,63 ± 7,79 КОЕ соответственно; разница между этими показателями у коров опытных групп по сравнению с контролем была статистически значимой. Аналогично, для *Streptococcus pyogenes* (группа А) средние значения составляли 298,81 ± 26,63 КОЕ в контроле, и 378,63 ± 14,86 и 376,31 ± 14,28 КОЕ в первой и второй опытных группах соответственно, причём эти различия также оказались статистически достоверными.

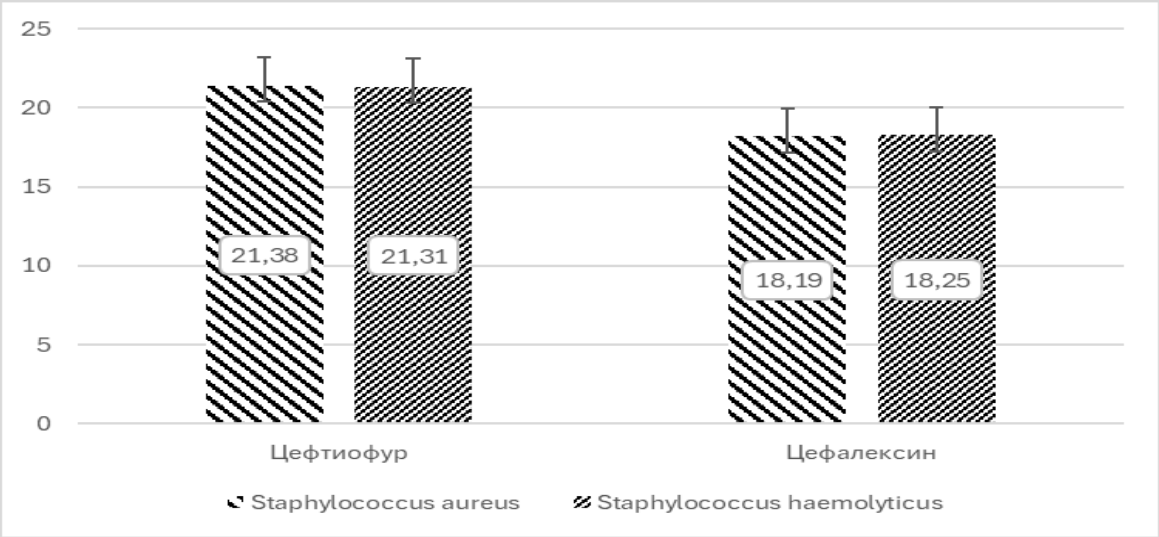


Рисунок 1 – Средний диаметр зоны подавления роста

Проводя анализ данных, отображённых на рисунке, можно заключить, что для *Staphylococcus aureus* средний диаметр зоны подавления роста для цефтиофура составил 21,38 ± 2,03 мм, а для цефалексина – 18,19 ± 1,74 мм. В случае *Staphylococcus haemolyticus* значения этого показателя для цефтиофура были равны 21,31 ± 1,79 мм, а для цефалексина – 18,25 ± 1,79 мм.

У всех голштинских коров, включённых в исследование, *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus haemolyticus* продемонстрировали устойчивость (R) к ампициллину. Что касается цефтиофура и цефалексина, устойчивость к этим антибиотикам выявлена у следующих животных: у коровы № 14 из первой группы ООО «СП «Донское», у коровы № 12 из второй группы ООО «СП «Донское», а также у коров № 1 и № 11 из третьей группы ООО «СП «Донское».

Выводы. Все голштинские коровы, участвовавшие в эксперименте, показали резистентность к ампициллину у *Staphylococcus aureus* и *Staphylococcus haemolyticus*.

Список использованной литературы

1. Лощинин С. О. Роль метрита после синдрома «трудные роды» в снижении санитарного качества молока у больных коров и его пригодности для изготовления сыров // Перспективы развития ветеринарной науки и ее роль в обеспечении пищевой безопасности: сборник материалов международной научной конференции. Ташкент, 2022. Т. 1. С. 281-289.

2. Новиков В. В. Особенности клинических проявлений эндометритов вирусно-бактериальной этиологии у коров // Молодые ученые - науке и практике АПК: материалы Международной научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых. Витебск: ВГАВМ, 2023. С. 155-158.

3. Сравнительная оценка методов терапии коров при послеродовом остром гнойно-катаральном эндометрите / А. М. Семиволос, И. И. Калюжный, С. А. Семиволос, Д. Н. Токарев // Известия Международной академии аграрного образования. 2023. № 64. С. 5-8.

4. Семиволос А. М., Калюжный И. И. Сравнительная оценка методов терапии коров при послеродовом остром гнойно-катаральном эндометрите // Известия МААО. Т. 64. С. 5-8.

5. Скориков В. Н. Распространение, формы клинического проявления и особенности течения послеродового метрита у высокопродуктивных коров разных пород // Генетика и разведение животных. 2023. № 4. С. 64-68.

6. Silva J. C. C. et al. Metritis and the uterine disease microbiome are associated with long-term changes in the endometrium of dairy cows // Biology of Reproduction. 2024. № ioae067.

УДК 636.5.085.1

АДАПТАЦИЯ РАЦИОНОВ ДЛЯ ПЕТУХОВ «СМЕНА 9»: КОМБИКОРМА С ПОНИЖЕННЫМИ УРОВНЯМИ ЭНЕРГИИ И АМИНОКИСЛОТ

Фисинин В. И., *д. с.-х. н., профессор, академик РАН*
научный руководитель
Егоров И. А., *д. б. н., профессор, академик РАН*
Егорова Т. А., *д. с.-х.н., профессор РАН*
ведущий научный сотрудник

ФГБНУ Федеральный научный центр
«Всероссийский научно-исследовательский
и технологический институт птицеводства»
(ФНЦ «ВНИТИП»)
г. Сергиев Посад, Россия

Аннотация: В ходе научной работы, проведенной на мясных петухах кросса «Смена 9», было установлено, что использование сульфата лизина и гидроксианалога метионина в рационах петухов породы корниш, в том числе на фоне сниженной на 5 % питательности (по обменной энергии, лизину и метионину), не оказывает негативного влияния на живую массу, развитие семенников, иммунный статус и высокие воспроизводительные качества (оплодотворенность и выводи-

мость яиц). Это позволяет рекомендовать снижение норм обменной энергии, лизина и метионина в рационах для петухов-производителей на 5 % без ущерба для их продуктивности и репродуктивной функции.

***Ключевые слова**: мясные петухи, породы петухов, корниш, показатели крови петухов, неспецифический иммунитет петухов, рационы петухов.*

Введение. Успешное разведение племенной птицы, особенно в родительских стадах, в значительной степени зависит от репродуктивных способностей петухов [1, 2]. Ключевую роль в поддержании высокой продуктивности играет правильно сбалансированное питание. Основное внимание уделяется энергетически полноценным комбикормам, содержащим необходимый набор аминокислот. Оптимальный уровень обменной энергии способствует лучшему усвоению протеина и аминокислот. Птица способна синтезировать заменимые аминокислоты, однако незаменимые должны поступать исключительно с кормом. Для максимальной эффективности использования корма требуется полный и сбалансированный аминокислотный профиль, где на долю незаменимых аминокислот приходится 40-45 %, а на заменимые – 55-60 %.

Основным источником белка и, соответственно, аминокислот в рационе птицы служат растительные корма, которые могут составлять до 80 % рациона. Наиболее ценные незаменимые аминокислоты содержатся в кормах животного происхождения и некоторых растениях. В связи с ростом стоимости животных кормов современные рационы всё чаще основываются на растительных компонентах с добавлением синтетических аминокислот для повышения их питательной ценности. Особое значение среди них имеет синтетический метионин, эффективность применения которого зависит от множества факторов: типа кормления, состава рациона, уровня протеина и энергии, а также баланса других аминокислот и витаминов [1].

Дефицит метионина в рационе приводит к серьёзным негативным последствиям: снижению содержания белка в крови, анемии, ухудшению качества оперения, потере аппетита и продуктивности, проявлениям каннибализма, нарушениям жирового обмена и дистрофии печени. При одновременном недостатке витамина Е избыток метионина может спровоцировать мышечную дистрофию у цыплят и дерматит у индеек. Правильная же добавка метионина улучшает показатели роста, общее состояние птицы и эффективность конверсии корма. Однако его избыток так же вреден, вызывая дисбаланс аминокислот, нарушения обмена веществ и замедление роста молодняка.

В рационы на основе кукурузы и соевого шрота традиционно добавляют синтетический DL-метионин для устранения его дефицита. В России производится высококонцентрированный DL-метионин, который вводят в количестве до 2,5 кг на тонну комбикорма. Другой

критически важной аминокислотой является лизин. Он необходим для роста, синтеза белков, ферментов и гормонов, а при недостатке углеводов может служить источником энергии, а также является предшественником карнитина, участвующего в жировом обмене. В типичных комбикормах дефицит лизина может достигать 15-20 %. Рационы, основанные на пшенице, ячмене, кукурузе и подсолнечниковом шроте, часто испытывают одновременный недостаток и метионина, и лизина. Биодоступность лизина может снижаться в процессе обработки кормов, поэтому при составлении рационов крайне важно учитывать показатель доступности аминокислот.

На усвояемость аминокислот также негативно влияют антипитательные вещества, такие как ингибиторы трипсина в бобовых и таннины. Влаготепловая обработка бобовых способна улучшить усвоение, но чрезмерный нагрев, напротив, снижает доступность лизина и цистина. Степень усвоения также зависит от свойств самих белков и содержания в корме некрахмальных полисахаридов.

Из-за высокой гигроскопичности лизин выпускается в стабильной форме L-лизина монохлоргидрата, биодоступность которого для птицы составляет около 80 %. Таким образом, в добавке, содержащей 98 % монохлоргидрата, количество физиологически доступного лизина составляет приблизительно 78,4 %, что необходимо учитывать при точном дозировании.

Снижение общего уровня сырого протеина в рационе неизбежно ведёт к дефициту других аминокислот, таких как треонин, аргинин, триптофан, валин и изолейцин. Для оптимизации кормления был разработан концепт «идеального профиля аминокислот», в котором потребности в остальных аминокислотах выражаются в соотношении к лизину. На рынке лизин представлен в форме монохлоргидрата и сульфатной формы, а метионин – в виде синтетического DL-метионина и его аналогов (жидких и сухих). Усвояемость аминокислот из разных препаратов может существенно различаться [3].

Современное мясное птицеводство ориентировано на использование специализированных кроссов, отличающихся очень быстрыми темпами роста (более 2,5 кг живой массы к 5 неделям) и высокой эффективностью конверсии корма. Однако интенсивная селекция на увеличение живой массы, достигшей у взрослой птицы 7 кг, привела к негативным побочным эффектам: снижению общего иммунитета, ухудшению репродуктивных функций и повышению склонности к ожирению [4]. В связи с этим повышение репродуктивных качеств петухов родительского стада становится особенно актуальной задачей [5, 6]. При этом влияние различных источников лизина и метионина на иммунный статус и процессы усвоения у мясных петухов-производителей ранее детально не изучалось.

Цель исследования: Оценить влияние комбикормов с различным содержанием обменной энергии, лизина, метионина и использованием разных их источников на продуктивные и физиологические показатели у петухов мясной породы корниш родительского стада кросса «Смена 9».

Материалы и методы: Исследование проведено в виварии СГЦ «Загорское ЭПХ». В начале продуктивного периода (25 недель) были сформированы 4 группы петухов по 9 голов в каждой, размещенных индивидуально. Группы 1 и 2 получали рационы стандартной питательности с разными источниками аминокислот: группа 1 – монохлоргидрат лизина и DL-метионин; группа 2 – сульфат лизина и жидкий гидроксианалог метионина (его эффективность принята за 88 % от DL-метионина). Группы 3 и 4 получали аналогичные источники аминокислот, но на фоне рациона со сниженной на 5 % питательностью (по энергии, лизину и метионину). Контрольный рацион соответствовал нормам для данного кросса. Кормление – рассыпными комбикормами с идентичным премиксом (0,5 %). Световой день – 14 часов. Физиологические исследования проводились в соответствии с методическими рекомендациями ВНИТИП [7]. Рацион контрольной группы петухов соответствовал нормам кормления для кросса «Смена 9» [8].

Для оценки оплодотворяющей способности сперму от петухов всех групп в возрасте 35 недель использовали для искусственного осеменения кур породы плимутрок. Яйца инкубировали. В возрасте 28 и 35 недель часть петухов забивали для определения массы семенников. Также изучались показатели естественной резистентности (общий белок, лизоцимная и бактерицидная активность сыворотки крови, фагоцитарная активность) в возрасте 185 суток и переваримость питательных веществ.

Результаты исследований: В результате проведенных исследований было установлено, что живая масса петухов в 28 недель составляла 4408-4478 г, в 35 недель – 4705-4772 г. Масса семенников в 28 недель – 35,6-39,8 г, в 35 недель – 37,7-42,8 г. Их относительная масса (к живой массе тела) колебалась от 0,84 % до 0,91 % в разные сроки. Абдоминальный жир у петухов отсутствовал. Статистически значимых различий по живой массе, абсолютной и относительной массе семенников между группами, получавшими разные рационы и источники аминокислот, не выявлено. Показатели иммунитета и резистентности: Уровень общего белка в крови составил 39,10-41,77 г/л. Лизоцимная активность сыворотки крови – 27,91-34,57 %, бактерицидная – 37,63-44,30 %. Показатели фагоцитарной активности (фагоцитарная активность, фагоцитарный показатель, индекс завершенности фагоцитоза) также не имели существенных отклонений [9]. Достоверных различий по всем изученным иммунологическим парамет-

рам между контрольной и опытными группами не установлено [10]. Переваримость питательных веществ: Петухи из опытных групп (2, 3, 4) показали лучшую переваримость корма по сравнению с контрольной группой (группа 1): переваримость сухого вещества была выше на 0,2-0,6 %, сырого протеина – на 0,3-1,0 %. Усвоение азота также улучшилось на 0,2-2,9 %. Воспроизводительные качества: Инкубационные яйца от кур, осемененных спермой 35-недельных петухов из опытных групп, показали высокие результаты: оплодотворенность – 92-94 %, вывод молодняка – 90-92 %.

Заключение: Результаты исследования показали, что сульфат лизина и жидкий гидроксианалог метионина характеризуются высокой биологической доступностью. Их применение в комбикормах с пониженным на 5 % содержанием ключевых компонентов не привело к негативным последствиям. Показатели неспецифического иммунитета у петухов оставались в пределах физиологической нормы. Также не было зафиксировано ухудшения в переваримости основных питательных веществ и аминокислот корма по сравнению с контрольной группой, получавшей стандартные формы аминокислот. На основании этих данных сделан вывод о возможности снижения норм обменной энергии, лизина и метионина в рецептурах комбикормов для данного кросса на 5 % без ущерба для физиологического состояния птицы. Это имеет практическое значение для оптимизации затрат на кормление. Важным результатом работы также стали данные по воспроизводительной функции. Сперма, полученная от 35-недельных петухов всех опытных групп, использовалась для искусственного осеменения кур. Результаты оказались высокими: оплодотворенность яиц составила 92-94 %, а вывод здорового молодняка достиг 90-92 %. Это подтверждает, что умеренное снижение питательности рациона и применение альтернативных источников аминокислот не сказались отрицательно на фертильности петухов и качестве их спермы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-66-00061, *https://rscf.ru/project/22-66-00061/*

Список использованной литературы

1. Аминокислоты в кормлении животных // Сборник обзоров и отчетов. Degussa, 2008. 566 с.

2. Эффект селекции отцовской линии породы корниш селекционно-генетического центра «Смена» / А. В. Егорова, Д. Н. Ефимов, Ж. В. Емануйлова, А. А. Комаров // Птицеводство. 2020. № 3. С. 4-9.

3. Сульфатная форма лизина в комбикормах для цыплят-бройлеров и кур-несушек / И. А. Егоров, Т. В. Егорова, А. Б. Гущева-Митропольская, С. А. Бойко // Птицеводство. 2017. № 5. С. 10-16.

4. Оценка мясных кур исходных линий селекционного стада по скорости роста / А. В. Егорова, Ж. В. Емануйлова, Д. Н. Ефимов, Л. И. Тучемский // Птицеводство. 2018. № 6. С. 8-13.

5. Коноплева А. П. Эффективные приемы работы с петухами мясных кроссов в селекционных и родительских стадах // Птицеводство. 2021. № 5. С. 43-49.

6. Воспроизводительные качества петухов отцовской линии СМ5 кросса «Смена 9» / А. П. Коноплева, Д. Н. Ефимов, Е. Ю. Байковская, Ж. В. Емануйлова // Птицеводство. 2021. № 11. С. 16-20.

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

8. Руководство по работе с птицей мясного кросса «Смена 9» с аутосексной материнской родительской формой / Д. Н. Ефимов, А. В. Егорова, Ж. В. Емануйлова [и др.]. Сергиев Посад, 2021. 99 с.

9. Возрастные изменения биохимических показателей крови у мясных цыплят (Gallus GallusL.) / Егоров И. А., Грозина А. А., Вертипрахов В. Г., Ленкова Т. Н., Манукян В. А., Егорова Т. А., М. В. Кощеева // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 820-830.

10. Околелова Т. М., Енгашев С. В., Егоров И. А., Егорова Т. А. Роль биохимических показателей крови в оценке физиологического состояния птицы // Птицеводство. 2023. № 2. С. 44-51.

УДК 638.142

МЕДОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРИ ИЗОЛЯЦИИ МАТКИ ПЕРЕД ГЛАВНЫМ МЕДОСБОРОМ

Чучунов В. А., *к. б. н., доцент*
Рудаков А. В., *к. с.-х. н., доцент*
Коноблей Т. В., *к. с.-х. н., доцент*
Шперов А. С., *к. с.-х. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Проведены исследования возможности использования пчел на медосборе за счет полной изоляции пчелиной матки за несколько дней до цветения растения. Проведенные исследования показали, что при полной изоляции матки семьи лучше использовали сильный весенний взяток. Отмечено, что применение такого подхода создало условия критической деградации опытных семей к концу сезона (июль), а к зиме эти семьи были более ослаблены.

Ключевые слова: *технологии пчеловодства, пчеловодство, мед, кочёвка пчел, медосбор, продуктивность пчелиных семей.*

Выбор методик содержания семей, в современных реалях может быть экономически оправдан только лишь при обеспечении пасеки современным оборудованием и технологиями [5, 7]. Как мы знаем, сезонная цикличность в существовании пчелиной семьи обеспечивает создание значительных кормовых запасов и оптимальный расход кормов Жизненные периоды семьи зависят от времени года и подразделяются на периоды покоя и активности. В зимний период количество пчел в семьях находится на минимальных значениях, (матка не откла-

дывает яйца), но уже к середине весны ситуация начинает кардинально меняться, и уже к началу цветения сильного нектароноса в семье аккумулируется значительное число рабочих особей.

Известно, что перезимовавшие пчелы выращивают себе на замену только одну рабочую особь, это объясняется пониженной активностью желез, в результате преобладания в организме процессов диссимиляции, а уже пчелы весенней генерации – более четырех.

При этом полноценный прогресс в семье начинается после полной замены зимовалой пчелы на весеннюю. Когда наступает фаза весенне-летнего развития, происходит увеличение семьи в геометрической прогрессии: при этом число молодых пчел сильно превышает количество погибших, а перед основным сбором нектара их в семье может накопиться более 80 тыс. особей. Во время освоения медосбора пчелами, численность лётных пчел вследствие их изнашивания на работе связанной с выкармливанием расплода и превращением нектара в мед значительно уменьшается. Для обеспечения выживания семьи в зимний период, к сентябрю количество рабочих особей немного увеличивается, при этом трутни (мужские особи) изгоняются из улья сильными семьями [1, 2, 4].

Нами в 2026 году были проведены исследования на кочевых пасеках Волгоградской области, где в ходе исследований применялись ульи конструкции Дадана-Блата. Данная конструкция обеспечивает в весенне-летний период эффективное управление развитием семей за счет использование вертикального расширения, что особенно актуальны в условиях умеренного и континентального климата. При этой системе пчелы осенью в гнездовом корпусе формируют клуб, а уже при приближении весны их рекомендуется подкормить. После очистительного облета производится ревизия семей и их выставка на пасеку. При расширении гнезда используют маломедные рамки, а на более поздних сроках рамки с сушью и вощиной. По мере усиления семей, пчеловоды размещают над гнездовой частью улья, предварительно изолировав матку в нем, посредством применения Ганимановской решётки, магазинные надставки или медовые корпуса. Активно работая на медосборе, пчелы могут создавать значительные кормовые запасы. После запечатывания ячеек воском корпуса или магазины отбираются, а на их замену устанавливают новые (без меда). Таким образом, производится сбор меда и других продуктов пасеки [3, 6].

Цель проведенных нами исследований явилось оценить возможность полной изоляции пчелиной матки к наступлению основного взятка, что способствовало бы высвобождению пчелы, ухаживающей за расплодом и переориентацию ее на сбор нектара.

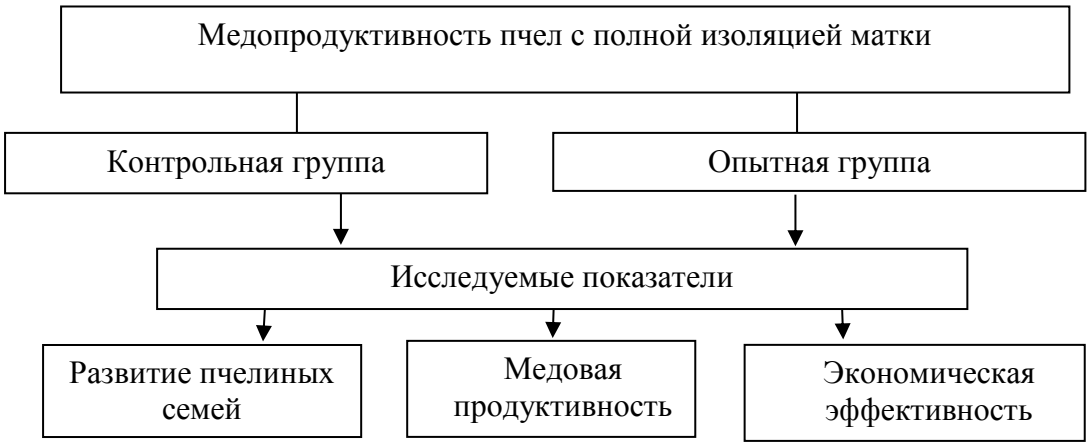


Рисунок 1 – Схема проведения исследований

В ходе эксперимента, учет медопродуктивности осуществляли посредством прямого взвешивания медовых рамок на электронных весах после окончания медосбора. Путем осмотра регистрировали уровень развитие семей. Сила семьи изучали по числу рамок, которые с обеих сторон были плотно обсижены пчелами. Продуктивность матки устанавливалась по суточной яйцекладки с использованием общепринятой методике суть, которой состоит в том, что на сот с печатным расплодом накладывается лекало (рамка с натянутой проволокой, которая формирует ячейки 5×5 см, после чего учитывают квадраты, занятые расплодом, а подсчет производят по формуле.

Схема проведения данного исследования представлена на рисунке 1.

Результаты наших исследований по развитию пчелиных семей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ развития пчел (n = 5)

Группа	Дата	Сила семьи, улочка	Среднесуточная яйценоскость матки, шт.	Группа	Дата	Сила семьи, улочка	Среднесуточная яйценоскость матки, шт.
март				июнь			
Опытная	20	6,7	-	Опытная	4	19,5	1769,1
Контрольная	20	6,1	-	Контрольная	4	17,6	1658,4
Опытная	27	6,9	-	Опытная	20	16,0	1759,6
Контрольная	27	6,0	-	Контрольная	20	14,3	1608,9
апрель				июль			
Опытная	5	7,2	-	Опытная	18	14,8	-
Контрольная	5	6,3	-	Контрольная	18	12,9	-
Опытная	16	9,6	504,5	август			
Контрольная	16	8,1	431,0	Опытная	7	12,7	-

Окончание таблицы 1

май				Контрольная	7	11,6	-
Опытная	1	11,9	757,4	Опытная	28	11,2	795,9
Контрольная	1	9,9	653,1	Контрольная	28	10,1	722,6
Опытная	12	14,8	1047,7	октябрь			
Контрольная	12	12,3	891,4	Опытная	26	8,5	0
Опытная	26	17,5	1641,5	Контрольная	26	7,6	0
Контрольная	26	15,3	1586,6				

Анализ данных таблицы 1, показывает, что во время весеннего развития динамика роста рабочих особей как в опытных, так и контрольных ульях была практически одинаковой оставалась, так к началу цветения акации белой сила семей составляла порядка 16 рамок. Но через 32 дня после того как в экспериментальных семьях были полностью изолированы матки, численность рабочих особей в них резко сократилась и составило в среднем 12,5 рамок. Как мы считаем это обусловлено отсутствием восполнением численности рабочих пчел в конце цветения нектароноса.

Таблица 2 – 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 подтверждается 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 3, где представлены соответствующие расчеты и показатели экономической выгоды от данной методики.

Таблица 3 – Экономическая эффективность производства меда

Показатели	Опытная	Контрольная
Цена реализации за кг, руб.	470	470
Полные издержки, руб.	300	300
Прибыль на 1кг, руб.	170	170
Получено товарного мёда с 1семьи, 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 // Сборник статей XVI международной научно-практической конференции. Российская наука в современном мире 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.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

УДК 378.147:04.9

ОТ КОНТРОЛЯ К ДОВЕРИЮ: КАК ИИ ПРОВОЦИРУЕТ ПЕРЕСМОТР СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ И СМЕЩАЕТ АКЦЕНТ С РЕЗУЛЬТАТА НА ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ

Александрина Н. А., *к. п. н., доцент*
Плещенко Т. В., *к. э. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучена фундаментальная трансформация систем оценивания в высшем образовании под влиянием генеративного искусственного интеллекта (GenAI). Обоснован тезис о переходе от парадигмы контроля, ориентированной на выявление недобросовестных заимствований и фиксацию итоговых продуктов, к парадигме доверия, центрированной на оценке процесса учения и развитии высших когнитивных способностей.

***Ключевые слова*:** *искусственный интеллект в образовании, генеративный искусственный интеллект, процессуальная оценка, пост-плагиатная эра, AI-грамотность, эпистемическая агентность.*

Интеграция генеративного искусственного интеллекта в высшее образование знаменует собой один из наиболее значительных сдвигов в педагогической практике со времен распространения интернета. Способность AI-систем создавать оригинальные по форме тексты, решать аналитические задачи и генерировать программный код за секунды поставила под сомнение валидность традиционных форм оценивания, ориентированных на финальные продукты учебной деятельности [1]. Проблема академической честности, ранее сводившаяся к выявлению заимствований из доступных источников, обрела качественно новое измерение: сегодня плагиатом считается копирование текста из опубликованных работ, но статус текстов, сгенерированных AI и доработанных студентом, остается предметом острых дискуссий [2].

В академическом сообществе формируется консенсус относительно того, что эпоха «детекции и наказания» уступает место эпохе «интеграции и доверия». Как отмечает Марк Карриган в своем ключевом докладе, генеративный AI функционирует не просто как инструмент, но как «двигатель недоверия», способный интенсифицировать существующие трещины в университетской системе и трансформировать конкретные опасения по поводу честности оценивания в более

тревожную генерализованную подозрительность между преподавателями и студентами [3]. Ответом на этот вызов становится фундаментальное переосмысление того, что именно подлежит оцениванию и как следует интерпретировать учебные достижения в условиях повсеместной доступности AI-инструментов.

Настоящая статья ставит целью систематизировать современные теоретические и эмпирические исследования, посвященные трансформации систем оценивания под влиянием AI, и обосновать необходимость перехода от парадигмы контроля к парадигме доверия, центрированной на оценке процесса учения.

1. Кризис традиционной парадигмы оценивания в эпоху генеративного AI.

1.1 Ограничения детекционного подхода к академической честности.

Традиционная система обеспечения академической честности в высшем образовании исторически строилась на двух основаниях: превентивных мерах (разъяснение правил цитирования, обучение корректному оформлению заимствований) и репрессивных мерах (выявление нарушений с последующими санкциями). Инструментальной основой этого подхода стали системы обнаружения текстуальных совпадений, эффективно работающие против прямого копирования из опубликованных источников [4].

Однако появление генеративных AI-систем сделало детекционный подход принципиально несостоятельным. Систематический обзор литературы, выполненный с применением PRISMA-фреймворка, показывает, что современные языковые модели создают тексты, не имеющие прямых прототипов в обучающих корпусах, что делает их неуловимыми для традиционных систем проверки на плагиат [2]. Более того, попытки создать надежные детекторы AI-сгенерированного текста сталкиваются с фундаментальными ограничениями: по мере совершенствования языковых моделей их выходные данные становятся неотличимы от человеческого письма, а ложноположительные срабатывания создают риск несправедливых обвинений в адрес студентов [5].

Исследователи Стэнфордского центра SCALE подчеркивают, что традиционные методы оценивания, делающие акцент на финальном продукте в проектно-ориентированном обучении, сегодня могут быть существенно искажены или полностью созданы AI-инструментами, что порождает обеспокоенность относительно аутентичности продуктов, академической честности и валидности оценки обучения [4].

1.2 Результато-ориентированность как методологическая ловушка.

За пределами проблемы плагиата существует более глубокий методологический вызов. Система высшего образования исторически ориентирована на оценивание результатов – итоговых письменных

работ, экзаменационных ответов, защищенных проектов. Эта ориентация имеет глубокие эпистемологические корни в бихевиористской парадигме, согласно которой учение может быть измерено исключительно через наблюдаемые изменения в поведении – то есть через продукты учебной деятельности [5].

Однако таксономия Блума, остающаяся концептуальным фундаментом современной педагогики, выделяет высшие уровни познания: анализ, синтез, оценку и создание. Эти когнитивные процессы принципиально не могут быть адекватно измерены через оценку только финальных продуктов, поскольку требуют понимания того, как студент мыслил, какие альтернативы рассматривал, какие критерии применял при оценке собственных решений [5].

Систематический обзор Нкубе и коллег идентифицирует три группы проблем, с которыми сталкивается традиционная система оценивания в эпоху генеративного AI: концептуальная проблема (оценивание остается преимущественно знание-ориентированным), методологическая проблема (оценивание тяготеет к результато-ориентированности) и инструментальная проблема (поддержка оценивания фокусируется на предотвращении списывания, а не на развитии компетенций) [2].

1.3 Политики регулирования: рестриктивные vs. инвайронментальные подходы

Анализ университетских политик в отношении генеративного AI, проведенный на материале 14 университетов Испании и Швейцарии, выявляет два принципиально различных подхода к регулированию [5]. Рестриктивные политики рассматривают AI преимущественно как угрозу, фокусируясь на «мошенничестве» и «детекции». В рамках этого подхода студенты конструируются как потенциальные нарушители, преподаватели – как надзиратели, а академическая честность сводится к тотальному контролю и слежке. Традиционные форматы оценивания при этом мыслятся как изначально заслуживающие доверия.

Инвайронментальные (или разрешительные) политики, напротив, видят в AI возможность для обучения и педагогических инноваций. Студенты здесь рассматриваются как активные, критические мыслители. Преподаватели выступают в роли наставников и дизайнеров образовательного опыта, а академическая честность фокусируется на руководстве и рефлексии. Оценивание при таком подходе включает процесс и рефлексию, а не только финальный продукт [5].

2. Доверие как новая парадигма взаимодействия с AI в образовании.

2.1 Концептуализация доверия в образовательном контексте.

Переход от контроля к доверию требует концептуального прояснения самого понятия «доверие» в образовательном контексте. Исследователи выделяют три ключевых измерения доверия: компетентность (способность системы выполнять заявленные функции), надежность (предсказуемость и согласованность работы) и благонамеренность (ориентация на интересы пользователя) [1].

Важным теоретическим различением является концепция калиброванного доверия. Чрезмерное доверие ведет к некритическому принятию AI-решений, потенциальным академическим нарушениям и ситуациям, когда уверенно представленная ложная информация принимается за истину. Недостаточное доверие лишает студентов преимуществ, которые AI-инструменты предлагают для обратной связи, генерации идей и когнитивной поддержки [5].

Марк Карриган вводит понятие «двигателей недоверия», описывая, как генеративный AI интенсифицирует существующие проблемы университетской системы. Контекст этой трансформации не был создан AI: трещины в системах оценивания были очевидны годами, с постепенным ростом контрактного читерства и нежеланием университетов слишком пристально вглядываться в структурные вызовы, которые они имеют ограниченные возможности адресовать. Однако AI катализирует переход от конкретных опасений к генерализованной подозрительности между преподавателями и студентами [3].

2.2 Академическая честность: от регулирования к доверию

Ответом на вызовы генеративного AI становится концепция академической честности (изначально встроенной в процесс) [5]. Этот подход предполагает, что целостность должна быть спроектирована в обучение, а не контролироваться постфактум.

Осознание предполагает рефлексию того, как AI представлен в политиках и практиках университета, выявление допущений и предубеждений. Агентность означает сохранение человеческого контроля: AI не заменяет критическое мышление, но делает его более востребованным. Действие включает переход от теории к практике через редизайн оценивания, продуманную интеграцию AI в преподавание и развитие AI-грамотности [5].

Предлагаемая модель управления включает три компонента: практическую многоуровневую систему управления, согласующую политику, педагогику и операции оценивания; эвристику редизайна оценивания, интегрирующую аутентичность, когнитивные требования и прослеживаемость доказательств; и модель снижения рисков, помещающую студенческое обучение, а не надзор, в центр работы по обеспечению целостности [3].

3. Процессуальное оценивание как ответ на вызовы AI.

3.1 Теоретические основания процессуального подхода.

Переход к оцениванию процесса, а не только продукта, имеет солидную теоретическую базу в социально-конструктивистской парадигме и концепции "оценивания как учения". Согласно этим подходам, подлинное понимание формируется в деятельности, через взаимодействие с более знающими другими (преподавателями, сокурсниками, а теперь и AI-ассистентами) и через рефлексию собственного познания [5].

Стэнфордская модель проектно-ориентированного оценивания предлагает следующие принципы [4]:

1. Приоритизация процессуально-ориентированного оценивания;

2. Мультимодальный и многоаспектный дизайн оценки;

3. Этическое вовлечение GenAI для развития мышления высшего порядка;

4. Использование персонализированной обратной связи преподавателя как наблюдение за процессом обучения на протяжении жизненного цикла проекта.

Исследователи подчеркивают, что целью оценивания является поиск свидетельств научения. Хорошо спроектированные задания будут предоставлять ценные доказательства для поддержки как обучающихся, так и преподавателей в их соответствующих ролях – учиться и учить. Преподавателям рекомендуется задавать себе ключевые вопросы: каковы дисциплины? Как студенты могут продемонстрировать свое научение, если они сотрудничают с генеративной платформой? Могут ли задания быть спроектированы так, чтобы фокусироваться на высших уровнях когнитивного мышления? [5].

3.2 Практические форматы процессуального оценивания

Систематический обзор литературы и анализ лучших практик позволяют выделить следующие эффективные форматы оценивания, ориентированные на процесс [2, 5]:

Интерактивные устные защиты представляют собой живые сессии, где студенты артикулируют свои рассуждения, решают проблемы и применяют знания в реальном времени. Этот формат позволяет оценить глубину понимания и способность к адаптивному мышлению, которые невозможно симулировать с помощью AI.

Скаффолдированные рефлексии представляют собой задания, побуждающие студентов фиксировать решения, объяснять подходы и укреплять метапознание и персональную ответственность за научение.

Многоэтапные проекты разбивают работу на последовательные этапы с обязательной обратной связью на каждом этапе, что позволяет отслеживать эволюцию мышления и вклад студента в развитие проекта.

3.3 Технологическая поддержка процессуального оценивания

Развитие технологий оценивания движется в направлении поддержки процессуального подхода. Ключевые функциональности включают [1]:

• Интуитивно понятные инсайты в практики композиции и использования AI для этического руководства и превентивных интервенций.

• Настраиваемую AI-ассистенцию для студентов (обратная связь по структуре, аргументации, грамматике), помогающую совершенствовать навыки письма до финальной сдачи.

• Видеовоспроизведение процесса написания для преподавателей и флаги для работ, требующих дополнительного внимания.

Такие инструменты делают процесс обучения прозрачным, позволяя преподавателям осуществлять наставничество, развивать культуру целостности и поддерживать этичное использование AI. Обратная связь становится более персонализированной и действенной, усиливая вовлеченность и ускоряя развитие навыков [3].

4. От институционального контроля к распределенной ответственности

4.1 Модель распределенной ответственности за доверие

Консенсус экспертов, сформировавшийся в ходе панельных дискуссий, указывает на то, что доверие в эпоху AI не может принадлежать какому-либо одному стейкхолдеру. Оно должно быть совместно создано регуляторами, университетами, технологическими провайдерами и индустриальными партнерами [10].

В этой модели ответственность описывается как "эстафета": технологические провайдеры проектируют этичные системы, регуляторы устанавливают политические рамки, университеты ответственно внедряют решения, а индустрия валидирует результаты через стандарты трудоустраиваемости и навыков. Если любое звено в этой цепи дает сбой, кредибилитет всей экосистемы оказывается под угрозой [1].

Особое значение придается концепции "человека-в-контуре", особенно в таких областях, как оценивание. В то время как технология может помогать в анализе производительности или идентификации паттернов, финальные академические решения должны оставаться за преподавателями [1].

4.2 Развитие AI-грамотности и эпистемической агентности

Критическим компонентом новой парадигмы становится формирование AI-грамотности как неотъемлемой части образовательного процесса. М. Фейшас с коллегами выделяют три компонента поддержки ответственного использования AI [5]:

Образовательный компонент предполагает, что студенты должны изучать разницу между хорошим и плохим использованием AI, учиться критически оценивать AI-выходы на точность, предвзятость и релевантность. AI-грамотность становится ключевым навыком не только для будущих специалистов, но для всех граждан.

Конвенциональный компонент включает совместную выработку политик использования AI в начале курса. Когда студенты участвуют в определении того, что разрешено и что считается нарушением, они принимают на себя большую ответственность.

Ключевым понятием становится эпистемическая агентность – способность делать информированные выборы, осуществлять этическое и критическое суждение и быть признанным в качестве активного участника познавательного процесса. Без агентности существует риск аутсорсинга слишком большой части мышления машинам [5].

4.3 Культурный сдвиг: от подозрения к партнерству

Завершающим элементом перехода от контроля к доверию является культурная трансформация образовательной среды. Исследователи подчеркивают, что технические средства контроля создают «атмосферу подозрения», которая разрушает сами основания педагогических отношений [3].

Альтернативой выступает формирование культуры целостности, где академическая честность понимается не просто как то, чего студенты не должны делать, но как то, что все академическое сообщество делает вместе – строит доверие, уважение, практикует справедливость и принимает ответственность в работе со знанием. Это не может опираться исключительно на наказание; это требует культуры научения и AI-грамотности [5].

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, традиционная система оценивания, ориентированная на финальные продукты и опирающаяся на детекционные механизмы обеспечения академической честности, демонстрирует принципиальную несостоятельность в условиях повсеместной доступности AI-инструментов [2].

Во-вторых, альтернативой парадигме контроля выступает парадигма доверия, основанная на признании студентов ответственными агентами собственного обучения и на совместной выработке норм использования AI. [1, 5].

В-третьих, ключевым направлением редизайна оценивания становится переход от оценки продуктов к оценке процессов учения. [3].

В-четвертых, необходимым условием успешной трансформации выступает формирование AI-грамотности и эпистемической агентности всех участников образовательного процесса. [5].

Дальнейшие исследования должны быть направлены на эмпирическую валидацию процессуально-ориентированных форматов оценивания в различных дисциплинарных контекстах, на изучение долгосрочных эффектов использования AI на когнитивное развитие обучающихся и на разработку методов калибровки доверия к AI-системам в образовании.

Список использованной литературы

1. Бендес Ю. П. Педагогический эксперимент для проверки эффективности методической системы использования инновационных технологий в процессе обучения физике в технических учебных заведениях // Вестник Удмуртского университета. Серия 3. Философия. Социология. Психология. Педагогика. 2013. № 1. С. 43-48.
2. Информационные системы и цифровые технологии: учебное пособие / под общ. ред. проф. В. В. Трофимова и В. И. Кияева. Москва: ИНФРА-М, 2021. Часть 2. 270 с.
3. Пашкевич А. В. Создание системы оценивания ключевых компетенций учащихся массовой школы: монография. Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2019. 166 с.
4. Уржумов Д. В. Системы распознавания образов. Компьютерное зрение: практикум. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2024. 36 с.
5. Системы автоматизации и управления: методические указания / сост. А. В. Чупаев, А. Ю. Шарифуллина, А. Г. Шпагонова. Казань: КНИТУ, 2019. 84 с.

УДК 004.896

ИНЖЕНЕРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ: ОТ ГЕНЕРАЦИИ ПРОТОТИПОВ В CAD-СИСТЕМА ДО ОПТИМИЗАЦИИ РАСЧЕТОВ С ПОМОЬЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Александрина Н. А., *к. п. н., доцент*
Процюк М. П., *преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена трансформация процессов инженерного проектирования под влиянием технологий искусственного интеллекта. Представлен анализ современного состояния систем автоматизированного проектирования (CAD) в контексте интеграции методов машинного обучения. Особое внимание уделено двум ключевым направлениям: генерации проектных прототипов с использованием генеративных моделей и оптимизации инженерных расчетов посредством нейросетевых методов

***Ключевые слова*:** *компьютерное проектирование, машинное обучение, генеративный дизайн, нейронные сети, проектная интенция, автоматизация проектирования, CAD/CAE-интеграция*.

Современное машиностроение и промышленный дизайн переживают период фундаментальной трансформации, обусловленной стремительным развитием методов искусственного интеллекта. Традиционные процессы проектирования, основанные на ручном труде инженеров и итеративном прототипировании, все чаще демонстрируют недостаточную эффективность в условиях растущей сложности изделий и

сокращения сроков вывода продукции на рынок. По данным аналитических исследований, в период с 2000 по 2011 год количество модельных рядов автомобилей BMW увеличилось с 12 до 22 (рост 83 %), тогда как жизненный цикл новых моделей сократился со 131 до 106 месяцев. Эта тенденция отражает глобальный сдвиг от массового производства к диверсифицированному мелкосерийному выпуску, требующему принципиально новых подходов к проектированию.

Системы автоматизированного проектирования (CAD) на протяжении десятилетий служили основным инструментом инженеров, однако их функциональность ограничивалась возможностями явного параметрического моделирования. Интеграция методов машинного обучения открывает новые горизонты: современные AI-расширенные CAD-системы способны не только автоматизировать рутинные операции, но и генерировать принципиально новые проектные решения, оптимизировать их с учетом множества критериев и предсказывать поведение изделий под нагрузкой.

Настоящая статья ставит целью систематизировать современные подходы к интеграции методов машинного обучения в процессы инженерного проектирования, прослеживая полный цикл – от генерации концептуальных прототипов до финальной оптимизации расчетных параметров.

1. Эволюция CAD-систем в эпоху искусственного интеллекта.

1.1 Традиционные ограничения параметрического моделирования.

Классические CAD-системы опираются на парадигму параметрического моделирования, где геометрия изделия определяется набором явно заданных параметров и ограничений. Инженер вручную создает эскизы, накладывает геометрические и размерные связи, затем формирует объемные тела и назначает материалы для последующего расчета. Этот подход обладает рядом фундаментальных ограничений. Во-первых, качество результата существенно зависит от квалификации проектировщика и его способности предвидеть все значимые проектные ситуации. Во-вторых, исследование проектного пространства ограничено возможностями человека по перебору вариантов — даже при использовании параметрической оптимизации количество рассмотренных альтернатив редко превышает несколько десятков. В-третьих, традиционные CAD-системы требуют значительных трудозатрат на наложение ограничений: исследования показывают, что лишь 8 % эскизов в открытых полностью параметризованы, что означает непредсказуемость их поведения при последующем редактировании.

1.2 Интеграция AI как новый этап развития CAD

Переход к AI-расширенным CAD-системам знаменует смену парадигмы: от инструментов пассивного моделирования к активным проектным ассистентам. Современные исследования выделяют не-

сколько уровней интеграции искусственного интеллекта в процессы автоматизированного проектирования. На нижнем уровне AI-методы автоматизируют рутинные операции – распознавание геометрических закономерностей, наложение ограничений, подготовку моделей к расчету. На среднем уровне нейросетевые модели предлагают проектные альтернативы, основанные на анализе исторических данных и обученных закономерностей. На высшем уровне интеграции AI-системы способны самостоятельно генерировать принципиально новые проектные решения, оптимизированные под заданные критерии эффективности, и проводить их валидацию без участия человека.

Принципиальное отличие AI-расширенных CAD-систем от традиционных заключается в способности обучаться на накопленных проектных данных. Это означает, что каждая новая разработка не начинается с нуля, а опирается на обобщенный опыт предшествующих проектов, извлеченный нейросетевой моделью в форме латентных представлений проектных закономерностей.

2. Генерация проектных прототипов с использованием AI

2.1 Генеративные модели в задачах промышленного дизайна

Генеративный дизайн представляет собой методологию, при которой проектные решения не создаются вручную, а порождаются алгоритмически на основе заданных ограничений и критериев оптимальности. Применение генеративных нейросетевых моделей позволяет существенно расширить спектр исследуемых проектных альтернатив и выявить нетривиальные решения, которые могли быть упущены человеком.

В современных исследованиях применяются различные архитектуры генеративных моделей. Генеративно-состязательные сети (GAN) исторически стали первым инструментом для создания проектных альтернатив в автомобильном дизайне, однако их применение сопряжено с серьезными трудностями: нестабильность обучения, склонность к коллапсу мод (mode collapse) и высокие требования к вычислительным ресурсам. Диффузионные модели, напротив, демонстрируют большую стабильность и качество генерируемых результатов, что делает их предпочтительным инструментом для задач инженерного проектирования.

Особый интерес представляет подход, сочетающий диффузионные модели с методами низкоранговой адаптации (LoRA). Исследования показывают, что такая комбинация позволяет сократить требования к обучающим данным с 16 600 до примерно 200 образцов при сохранении 90 % точности генерируемых решений. Это принципиально важно для инженерных приложений, где сбор больших высококачественных датасетов часто невозможен в силу уникальности разрабатываемых изделий или коммерческих ограничений.

2.2 Текстовое управление генерацией: от описания к модели

Значительным прорывом в области генеративного проектирования стала возможность управления процессом создания CAD-моделей с использованием текстовых описаний. Фреймворк Text2CAD представляет первую архитектуру для генерации параметрических CAD-моделей на основе текстовых инструкций, адаптированных для пользователей различного уровня квалификации. Разработанный датасет включает около 170 тысяч моделей и 660 тысяч текстовых аннотаций – от абстрактных описаний («создать два концентрических цилиндра») до детальных спецификаций с указанием координат, радиусов и параметров выдавливания.

Архитектурно Text2CAD реализован как сквозная трансформерная авторегрессионная сеть, преобразующая текстовые представления в последовательности параметров CAD-операций. Оценка качества генерации производится по комплексу метрик, включающих визуальное качество, точность параметрических соотношений и геометрическую корректность. Результаты демонстрируют принципиальную возможность полного цикла «текстовое описание – параметрическая CAD-модель», что открывает путь к интеграции систем проектирования с большими языковыми моделями и экспертными системами.

Дальнейшее развитие этого направления представлено в работе CAD-MLLM, где предложена мультимодальная архитектура, способная обрабатывать разнородные входные данные: техническую документацию, CAD-параметры, результаты симуляций и экспериментальные метрики. Трансформерные блоки обеспечивают обучение корреляциям между проектными параметрами, физическими ограничениями и ожидаемыми характеристиками производительности, что позволяет генерировать проектные решения, априорно удовлетворяющие инженерным требованиям.

2.3 Согласование с проектной интенцией: проблема смысла генерируемых решений

Ключевая проблема применения генеративных моделей в инженерном проектировании заключается не столько в создании геометрически корректных форм, сколько в соответствии этих форм проектной интенции – тем неявным структурным взаимосвязям, которые определяют поведение модели при последующем редактировании. Традиционные CAD-системы требуют от проектировщика ручного наложения ограничений, фиксирующих проектные намерения: симметрию, соосность, параллельность, равенство радиусов и т. д. AI-системы, генерирующие геометрию без учета этих отношений, создают модели, которые визуально корректны, но «рассыпаются» при малейших параметрических изменениях.

Исследователи Autodesk предложили решение этой проблемы через адаптацию методов пост-тренировочного согласования (alignment), разработанных для больших языковых моделей. В предложенном подходе AI-модель генерирует набор ограничений для заданной геометрии эскиза, после чего эти ограничения передаются в решатель Autodesk Fusion, который оценивает полноту параметризации, стабильность и отсутствие конфликтов. Результат оценки преобразуется в числовой сигнал поощрения (reward), который используется для дообучения модели методами обучения с подкреплением.

Сравнительный анализ различных методов согласования показал, что наилучшие результаты достигаются при использовании алгоритмов RLOO и Expert Iteration. Модель, обученная с применением RLOO, позволяет полностью параметризовать 93% эскизов по сравнению с 34 % при использовании только контролируемого обучения и 8,9 % у базовой модели без дообучения. Еще более важен результат экспертной оценки: профессиональные CAD-дизайнеры в 74 % случаев предпочитали результаты работы согласованных моделей, отмечая лучшее сохранение проектной интенции при редактировании. Это исследование демонстрирует принципиальную возможность обучения AI-систем не просто геометрической точности, но глубинным принципам инженерного мышления.

3. Оптимизация инженерных расчетов методами машинного обучения.

3.1 Гибридные архитектуры для анализа прочностных характеристик.

Переход от генерации концептуальных прототипов к инженерному анализу требует оценки механических свойств, напряженно-деформированного состояния и соответствия проекта критериям прочности и жесткости. Традиционные методы конечно-элементного анализа (FEA) требуют значительных вычислительных ресурсов и времени, что ограничивает возможности итеративной оптимизации.

Гибридные глубокие архитектуры, объединяющие сверточные нейронные сети (CNN), графовые нейронные сети (GNN) и трансформерные геометрические энкодеры, демонстрируют высокую эффективность в задачах предсказания структурных характеристик по геометрическому описанию модели. Обучение на датасетах, включающих десятки тысяч механических компонентов с известными характеристиками поведения под нагрузкой, позволяет нейросетевым моделям с высокой точностью аппроксимировать результаты конечно-элементного анализа без проведения полномасштабных расчетов.

Особую роль в анализе механических систем играют графовые нейронные сети, способные эффективно работать с нерегулярными структурами данных, каковыми являются конечно-элементные сетки и

Boundary Representation (B-Rep) модели. GNN позволяют учитывать не только локальные геометрические характеристики, но и глобальные топологические взаимосвязи между элементами конструкции, что критически важно для предсказания путей распространения напряжений и потенциальных зон разрушения.

3.2 Оптимизация топологии и снижение материалоемкости

Оптимизация топологии представляет собой один из наиболее впечатляющих примеров успешного применения AI-методов в инженерном проектировании. Классические алгоритмы топологической оптимизации, основанные на методах конечно-элементного анализа и градиентного спуска, требуют десятков и сотен итераций, каждая из которых включает ресурсоемкий расчет напряженно-деформированного состояния.

Нейросетевые подходы позволяют принципиально ускорить этот процесс. Обученная на множестве примеров успешных оптимизаций, нейросетевая модель способна предсказывать близкую к оптимальной топологию за один проход (feed-forward), сокращая время расчетов на 41 % при одновременном повышении точности идентификации избыточных материальных зон на 27 %. Особенно важно, что AI-методы позволяют учитывать при оптимизации не только прочностные критерии, но и ограничения технологичности – возможность изготовления методами литья, механической обработки или аддитивного производства.

Исследования в области directed energy deposition (DED) показывают, что интеграция ограничений технологичности непосредственно в процесс генеративного проектирования позволяет существенно сократить потребность в поддерживающих структурах и повысить общую эффективность производства. Это пример синергии генеративных методов и инженерного анализа, когда проектное решение изначально формируется с учетом всего жизненного цикла изделия.

3.3 Интеллектуальная декомпозиция геометрии для конечно-элементного моделирования

Подготовка геометрической модели к конечно-элементному анализу традиционно требует ручного труда квалифицированного специалиста по декомпозиции геометрии на области, пригодные для построения качественной гексаэдральной сетки. Этот этап существенно ограничивает производительность сквозных циклов «проектирование-анализ» (ModSim).

Агент-ориентированный подход к декомпозиции CAD-геометрии с использованием графовых нейронных сетей демонстрирует возможность полной автоматизации этого процесса. Предложенная методология включает редукцию трехмерной B-Rep модели к двумерному хордальному скелету и затем к одномерному двудольно-

му графу, где узлы соответствуют поверхностям и кривым. Обученная GNN предсказывает действия по декомпозиции для каждого узла, достигая точности 98,7 % на не встречавшихся при обучении решетчатых структурах.

Развитием этого подхода стало применение методов обучения с подкреплением для поиска оптимальных последовательностей действий по декомпозиции, максимизирующих совокупное вознаграждение – размер областей, пригодных для гексаэдрального разбиения, и качество итоговой сетки. В случаях, когда полностью гексаэдральное разбиение невозможно, агент помогает создавать гибридные сетки с приоритетным использованием гексаэдров в критических зонах и тетраэдров в остальных областях.

Заключение. Интеграция методов машинного обучения в процессы инженерного проектирования представляет собой не просто эволюционное улучшение CAD-систем, но смену парадигмы: от пассивных инструментов, лишь фиксирующих решения человека, к активным проектным ассистентам, способным генерировать альтернативы, оптимизировать характеристики и предсказывать поведение изделий. Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы.

Генеративные модели, включая диффузионные архитектуры и GAN, доказали свою эффективность в создании проектных прототипов, при этом современные методы низкоранговой адаптации позволяют обучать такие модели на ограниченных выборках (до 200 образцов), что критически важно для инженерных приложений.

Ключевым требованием к AI-генерируемым решениям является соответствие проектной интенции – неявным структурным взаимосвязям, обеспечивающим предсказуемое поведение модели при редактировании. Методы обучения с подкреплением, адаптированные из практики больших языковых моделей, позволяют достичь полной параметризации в 93 % случаев против 9 % у базовых моделей.

В области инженерного анализа графовые нейронные сети и гибридные архитектуры обеспечивают существенное ускорение расчетов: сокращение времени проектного цикла до 38 %, повышение эффективности топологической оптимизации на 41 % и автоматизацию декомпозиции геометрии с точностью до 98,7 %.

Перспективы дальнейшего развития связаны с созданием мультимодальных фундаментальных моделей, интегрирующих разнородные источники данных о проектируемых изделиях, и с разработкой методов объяснимого AI, необходимых для сертификации ответственных изделий в регулируемых отраслях. Интеграция этих направлений позволит реализовать полностью автоматизированные циклы проектирования, где роль человека смещается от рутинных операций к постановке творческих задач и принятию стратегических решений.

Список использованной литературы

1. Абдулаев В. И. Программная инженерия: учебное пособие. Проектирование систем. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016. Ч. 1. 168 с.
2. Бошляков А. А., Овсянников С. В. Проектирование алгоритмического и программного обеспечения мехатронных систем: учебное пособие. Москва: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2007. 56 с.
3. Жежера Н. И. Проектирование цифровых систем автоматического управления на основе теории z-преобразований: учебное пособие. Москва ; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. 244 с.
4. Алексеев Е. Б., Гордиенко В. Н., Крухмалев В. В. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей: учебное пособие для вузов. Москва: Гор. линия-Телеком, 2012. 392 с.
5. Чио К., Фримен Д. Машинное обучение и безопасность: защита систем с помощью данных и алгоритмов : практическое руководство. Москва : ДМК Пресс, 2020. 389 с.

УДК 004.932:635.63

СЕГМЕНТАЦИЯ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОНТРАСТНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ГОМОГЕННОМ ФОНЕ МОБИЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Габдерахманов В. М., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлен алгоритм автоматического измерения геометрических параметров объектов на однородном фоне с использованием библиотеки OpenCV под Android. Рассмотрен практический пример – определение длины, ширины и объёма огурца по фотографии, где эталоном масштаба выступает лист бумаги формата А4. Описаны этапы обработки изображения: детекция границ листа, сегментация объекта с применением адаптивных методов, расчёт метрик в миллиметрах и визуализация результатов.

Ключевые слова: *OpenCV, Android, Kotlin, машинное зрение, системный анализ.*

Введение. Распространение смартфонов с высококачественными камерами обусловило рост спроса на программные решения для выполнения замеров посредством фотоснимков. Подобный функционал востребован в различных отраслях, включая логистику и сельское хозяйство, где необходима оперативная оценка габаритов без использования специализированных инструментов. Тем не менее, создание таких приложений сталкивается с техническими трудностями: нестабильное освещение, различия в ракурсах съемки, неоднородность фона и ограниченная вычислительная мощность мобильных устройств. В

качестве решения предлагается методика измерения объектов на однотонном фоне с использованием в качестве эталона масштаба листа формата А4 (210×297 мм).

В данной работе предлагается решение для измерения объектов, размещённых на гомогенном фоне, с использованием эталонного предмета известного размера – листа А4 (210×297 мм). Алгоритм реализован на языке Kotlin[1] с применением OpenCV[2] и ориентирован на работу в реальном времени на мобильных устройствах под операционной системой Android[3]. В качестве тестового объекта выбран огурец (*Cucumis sativus*) – типичный представитель плодоовощной продукции с нерегулярной формой и широкой вариативностью окраски.

Цель работы: создание эффективного и устойчивого алгоритма для мобильных устройств, позволяющего автоматически определять геометрические параметры (длину, ширину, объём) объектов, расположенных на гомогенном фоне, с использованием эталонного предмета (листа формата А4) для масштабирования.

Задачи:

1. Детекция эталонного объекта (листа А4) и расчёт масштаба.
2. Сегментация целевого объекта (огурца) комбинированными методами.
3. Вычисление длины, ширины и объёма.
4. Визуализация результатов и обеспечение устойчивости к условиям съёмки.

На вход алгоритма подаётся цветное изображение (Bitmap), на котором объект (огурец) расположен на листе бумаги А4. Для успешного выделения контуров объекта необходимо использовать подложку с равномерным цветом, которая заметно отличается от тона огурца. По итогам анализа изображения система вычисляет четыре ключевых параметра: длину плода, его максимальную ширину, диаметр (используемый как эквивалент ширины) и объём. При этом объём рассчитывается упрощённым методом: геометрия огурца приближается к форме цилиндра, что позволяет получить оценку в кубических миллиметрах. Дополнительно формируется отладочное изображение с визуализацией найденных контуров и подписями. Требования к алгоритму: устойчивость к изменению освещения, возможность обработки тёмных и светлых огурцов, минимальное время выполнения (до 1-2 секунд на современных устройствах).

– Общая структура алгоритма включает следующие шаги:
– Предобработка изображения и преобразование в формат Mat[4].
– Детекция листа А4.
– Расчёт масштаба (px/мм).
– Сегментация огурца в области листа.
– Вычисление морфометрических параметров.
– Визуализация и возврат результата.

Исходный Bitmap конвертируется в Mat библиотеки OpenCV. Для обеспечения совместимости выполняется проверка и при необходимости преобразование в формат ARGB_8888. Далее создаётся бинарное изображение для поиска листа. Используется простое пороговое преобразование, так как лист, как правило, ярко освещён и хорошо отделяется от окружающего фона.

На бинарном изображении находятся все контуры. Выбирается контур с максимальной площадью – предполагается, что это и есть лист. Его ограничивающий прямоугольник даёт координаты и размеры листа в пикселях.

Зная физические размеры листа А4 (210×297 мм) и его размеры в пикселях, можно определить масштаб – количество пикселей, приходящихся на миллиметр. Учитывается возможная ориентация листа (книжная или альбомная). Масштаб усредняется по двум измерениям для компенсации небольших искажений перспективы (предполагается, что съёмка ведётся почти перпендикулярно плоскости листа).

Сегментация объекта – это наиболее сложный этап, поскольку огурец может иметь разную степень зрелости, освещённости и, соответственно, цвет. В алгоритме реализовано несколько методов, применяемых последовательно до первого успешного обнаружения.

Цветовая сегментация в HSV. Перебираются несколько диапазонов HSV, характерных для огурцов: от стандартного зелёного до тёмно-зелёного и даже почти чёрного (таблица 1). Для каждого диапазона создаётся маска, затем применяются морфологические операции для удаления шумов и соединения разрывов, после чего находятся контуры [5, 6]. Контур отбирается по площади (не менее 1% от площади листа) и коэффициенту вытянутости (отношение сторон bounding box > 1.3).

Таблица 1 – Используемые цветовые диапазоны HSV (H, S, V)

Нижняя граница	Верхняя граница	Назначение
(35,40,40)	(85,255,255)	Стандартный зелёный
(20,40,40)	(40,255,255)	Жёлтый
(60,40,40)	(90,255,255)	Тёмно-зелёный (переросшие)
(35,30,10)	(85,255,80)	Очень тёмные
(35,20,5)	(85,200,60)	Почти чёрные
(30,10,10)	(90,100,100)	В тени

Метод на основе границ (Canny). Если цветовая сегментация не дала результата, применяется детектор границ Canny. Изображение преобразуется в оттенки серого, размывается, затем выделяются границы. После морфологического расширения контуры ищутся во всём диапазоне, и выбирается наиболее подходящий по форме.

Адаптивный поиск по яркости для тёмных объектов. В сложных условиях, когда объект почти сливается с фоном (например, тёмно-зелёный огурец на белом листе в тени), значения, используется адаптивная бинаризация с инверсией, чтобы выделить тёмные области. Затем выполняются закрытие и открытие для улучшения маски, и поиск контуров. Для каждого кандидата вычисляется специальная метрика «огурцеобразности», учитывающая вытянутость, заполненность bounding box, выпуклость и среднюю яркость.

Выбирается контур с максимальным значением метрики. После того как контур огурца найден, вычисляются его геометрические характеристики. Используется ограничивающий прямоугольник: длина соответствует большей стороне, ширина – меньшей. Диаметр принимается равный ширине. Объём оценивается по формуле цилиндра (формула 3), длина и ширина вычисляются по формулам 1 и 2.

Длина объекта (в миллиметрах):

$$L_{\text{мм}} = \frac{\max(\text{width}_{\text{px}}, \text{height}_{\text{px}})}{\text{scale}}, \quad (1)$$

Ширина объекта (в миллиметрах):

$$W_{\text{мм}} = \frac{\min(\text{width}_{\text{px}}, \text{height}_{\text{px}})}{\text{scale}}, \quad (2)$$

Объём (аппроксимация цилиндром, в кубических миллиметрах):

$$V_{\text{мм}^3} = \pi \cdot \left(\frac{W_{\text{мм}}}{2}\right)^2 \cdot L_{\text{мм}}, \quad (3)$$

где: width_{px}, $\text{height}_{\text{px}}$ – ширина и высота ограничивающего прямоугольника контура в пикселях; scale – масштаб (количество пикселей на миллиметр), полученный из эталонного листа А4.

Обработка изображений выполнялась на устройствах под управлением Android 10-12 с использованием библиотеки OpenCV версии 4.5.3 для Android. Алгоритм реализован на языке Kotlin в среде разработки Android Studio. Для визуализации текста на итоговых изображениях применялся встроенный Android Canvas.

Для оценки эффективности разработанного алгоритма была проведена серия экспериментов на наборе из 50 фотографий огурцов, полученных в различных условиях освещения и с разных ракурсов.

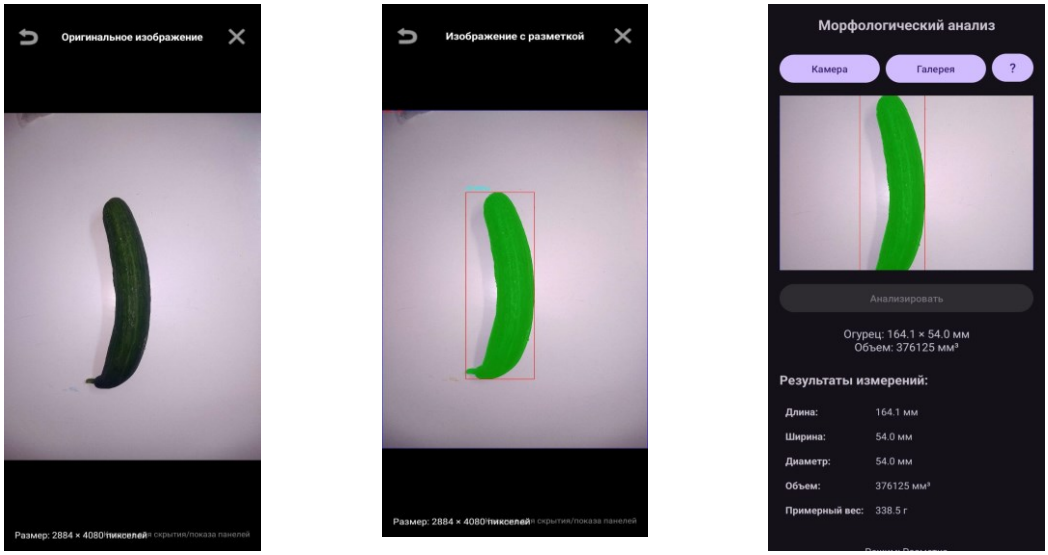
Для каждого образца автоматически определённые значения длины и ширины сравнивались с результатами ручных измерений штангенциркулем с точностью 0,1 мм. Средняя абсолютная ошибка для длины составила 3,2 мм (относительная ошибка – 4,1 %), для ширины – 1,8 мм (относительная ошибка – 3,5 %). Максимальная зафиксированная ошибка длины не превышала 8 мм (для сильноизогнутых экземпляров). В таблице 2 приведены сводные статистические данные по результатам тестирования.

На устройстве среднее время выполнения полного цикла (включая загрузку изображения, детекцию листа, сегментацию и визуализацию) составило 1,2 секунды. Анализ производительности выявил, что основную вычислительную нагрузку создают морфологические операции и алгоритм поиска контуров, что объясняется высоким разрешением входных изображений. Для оптимизации быстродействия предлагается предварительное масштабирование снимков до ширины 1024 пикселей. Данная мера позволяет сократить время обработки до 0,5-0,7 секунды при деградации точности менее 1 %.

В ходе тестирования (50 случаев) доля сбоев составила 6 % (3 случая), когда алгоритму не удалось корректно сегментировать объект. Основные причины ошибок: наличие жестких теней на объекте, блики на поверхности, а также угол съемки свыше 15°, вызывающий перспективные искажения и погрешности в расчете масштаба. При возникновении ошибки система возвращает соответствующее сообщение и отладочное изображение, на котором виден контур листа-подложки, но отсутствует контур целевого объекта.

В 6 % случаев (3 из 50) алгоритм не смог корректно выделить контур огурца. Причины: сильная тень, пересекающая объект; наличие бликов на поверхности; съёмка под углом более 15°, что приводило к перспективным искажениям и неправильному расчёту масштаба. В таких ситуациях на выходе формировалось отладочное изображение с выделенным листом, но без контура объекта, и возвращалось сообщение об ошибке.

Для наглядности работы алгоритма на итоговом изображении отображаются следующие элементы (рисунок 1):



а) б) в)

Рисунок 1 – Результаты сегментации: а) исходное изображение, б) результат с наложенными графическими элементами, в) результаты измерений.

– синий прямоугольник – границы обнаруженного листа А4;
– полупрозрачная зелёная заливка – область, занятая огурцом;
– тёмно-зелёный контур – точная граница объекта;
– красный ограничивающий прямоугольник (bounding box);
– текстовые подписи «ЛИСТ А4» и «ОГУРЕЦ»
– результаты измерений: длина, ширина, диаметр, объем, вес.

Заключение. Разработанный алгоритм сегментации и морфометрического анализа продемонстрировал высокую точность (ошибка менее 5 %) и приемлемое быстродействие на мобильных устройствах. Комбинация цветовой фильтрации, детектора границ и адаптивной бинаризации с метрикой качества обеспечивает устойчивость к изменению освещения и вариативности окраски объекта. Визуализация промежуточных и итоговых результатов упрощает отладку и повышает доверие пользователя к автоматическим измерениям.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на коррекцию перспективных искажений с использованием четырёхугольника листа, применение методов машинного обучения [7] для сегментации объектов сложной формы, а также оптимизацию вычислений с использованием OpenCL или Android NDK.

Список использованной литературы

1. Kotlin // Kotlin Programming Language.
2. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library. Sebastopol: O'Reilly Media, 2008. 571 p.
3. Android Developer Guides.
4. cv::Mat Class Reference // OpenCV.
5. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Москва: Техносфера, 2012. 1104 с.
6. Садыков С. С., Стулов Н. Н. Методы и алгоритмы выделения контуров объектов на цифровых изображениях // Информационные технологии. 2017. Т. 23. № 5. С. 348-354.
7. Khan M. A. Fruit classification using computer vision: a review // Journal of Food Engineering. 2020. V. 278. № 109922.

УДК 621.311

МЕТОДЫ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ УСТРОЙСТВ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ (PMU) В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

Зеляковский Д. В., *к. э. н, доцент*
Харченко Е. В., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены критерии наблюдаемости (топологическая и численная), а также предложен подход на основе метода определяющих узловых напряжений с использованием преобразования матрицы узловых проводимостей. Приведены результаты тестирования разработанных алгоритмов на тестовых схемах IEEE различной размерности.

Ключевые слова: *синхронизированные векторные измерения (СВИ), устройство векторных измерений (PMU), наблюдаемость энергосистемы, метод определяющих величин, матрица узловых проводимостей.*

Широкомасштабные блэкауты в энергосистемах США, Индии, Европы и других регионов послужили толчком для повсеместной установки устройств синхронизированных векторных измерений (Phasor Measurement Units, PMU). Благодаря своим преимуществам над традиционными измерениями SCADA, синхронизированные векторные измерения (СВИ) дают возможность получить динамический снимок энергосистемы, что позволяет мониторить и управлять сетью в режиме реального времени.

Контролируемое изолирование участков энергосистемы (выделение островов) на основе данных PMU также ускорит восстановление системы до нормального режима работы. Данные PMU на новом качественном уровне позволят выполнять расчеты установившихся режимов и осуществлять оценивание состояния энергосистемы.

Однако установить PMU в каждый узел энергосистемы невозможно из-за высокой стоимости комплекса СВИ и отсутствия средств связи на некоторых подстанциях. Более того, как следствие закона Ома, когда PMU размещается в узле (на шине), соседние узлы также становятся наблюдаемыми. Это означает, что систему можно сделать наблюдаемой с меньшим количеством PMU, чем количество узлов сети.

Задача оптимального размещения PMU включает в себя определение минимального количества PMU и мест их установки при обеспечении полной наблюдаемости системы, либо при обеспечении других критериев, необходимых для конкретного инструмента по применению СВИ.

Расстановка PMU в узлах энергосистемы является комбинаторной задачей, так как из общего количества K узлов (шин), N должны быть оборудованы комплексами СВИ. N может быть любым числом от 1 до K, что означает, что количество комбинаций определяется как [1]:

$$\text{число комбинаций} = \sum_{i=1}^{k} \left(\frac{K!}{(\text{K}-i)! \cdot i!} \right) \quad (1)$$

По данной формуле получается большое число решений даже для небольших систем. Например, для тестовой системы IEEE-14 выходит примерно 16 000 возможных комбинаций. Многие реальные системы имеют сотни узлов, что делает невозможным определение всех комбинаций для наилучшего решения, поэтому минимальное решение должно быть найдено другими подходами.

Задача оптимального размещения первичных преобразователей мощности – это комбинаторная задача: из K узлов необходимо выбрать N для установки устройств таким образом, чтобы обеспечить

заданный критерий наблюдаемости или достичь других целей (например, минимизировать затраты). Число возможных комбинаций экспоненциально возрастает с увеличением размера системы.

Методы поиска оптимальных мест размещения делятся на три группы [2]:

1. Эвристические методы – быстрые приближённые алгоритмы (поиск в глубину, метод минимального остовного дерева, жадный алгоритм), не гарантирующие глобального оптимума.

2. Метаэвристические методы – интеллектуальные поисковые процессы (метод имитации отжига, роевой алгоритм, генетический алгоритм), сочетающие случайность и локальную оптимизацию.

3. Математические методы – целочисленное программирование и численные алгоритмы (метод полного перебора, линейное программирование), позволяющие формализовать задачу как систему уравнений.

Классификация методов по конечной цели

Методы выбираются исходя из конечной цели:

– обеспечение полной наблюдаемости;

– обеспечение линейного характера процесса оценки состояния;

– стабилизация напряжения в сети.

Система является наблюдаемой, когда ее переменные состояния могут быть определены из набора доступной информации. Концепция наблюдаемости энергосистемы может быть выражена как «энергетическая система наблюдаема, если для заданной топологии и набора доступных измерений, можно определить поток мощности в энергосистеме» [1].

Система считается наблюдаемой, если переменные состояния могут быть определены по доступным измерениям.

Различают два подхода при анализе наблюдаемости:

1. Численный анализ – используется для оценки состояния путем решения системы уравнений $z = h(x) + e$; при использовании только данных от первичных преобразователей модель становится линейной.

2. Топологический анализ – основан на графовой модели сети: первичные преобразователи устанавливаются таким образом, чтобы за каждым узлом было закреплено хотя бы одно устройство.

Для ускорения расчетов предлагается метод определяющих величин (определяющих узловых напряжений), основанный на разложении матрицы проводимостей на подматрицы специальной структуры (ленточной или нижнетреугольной). Это позволяет свести задачу к решению систем линейных уравнений меньшей размерности

Численный анализ наблюдаемости используется в случае оценивания состояния, так как математическая модель для оценивания состояния энергосистемы в общем случае описывается выражением:

$$z = h(x) + e \quad (2)$$

где:

x – вектор состояния системы, содержащий значения векторов напряжения во всех узлах системы

$h(x)$ – нелинейная функция, которая описывает зависимость вектора измерения zот вектора состояния x

e – вектор погрешности измерений

В случае применения измерений исключительно от устройств PMU, погрешностью измерений можно пренебречь, так как она будет мала, а модель оценивания состояния приобретает линейный вид:

$$z = H \times x \quad (3)$$

где H– это матрица функции измерения. Когда система полностью наблюдаема при помощи установленных PMU, задача оценивания состояния сводится к решению системы линейных уравнений.

Топологический анализ наблюдаемости представлен топологическим графом энергосистемы, имеющим Nузлов и Eребер. При топологическом подходе осуществляется размещение PMU таким образом, чтобы каждый узел был наблюдаем хотя бы одним PMU.

Предполагается, что PMU, установленный в конкретном узле, измеряет вектора напряжения на шинах и токов всех отходящих линий. Различают 2 вида измерений: прямые измерения выполняются непосредственно устройством PMU, и могут быть потеряны только в случае неисправности комплекса СВИ либо канала передачи данных, псевдоизмерения – рассчитываются косвенно по набору данных о параметрах системы и по результатам прямых измерений.

Наблюдаемость узла определяется следующими правилами на примере ветви ЛЭП между двумя узлами 1 и 2:

Если известны вектора тока и напряжения на одном конце линии (например, в узле 1), вектора тока и напряжения на другом конце могут быть рассчитаны по выражениям:

$$\underline{U_2} = \underline{U_1} - (\underline{I_1} - \underline{Y} \cdot \underline{U_1}) \cdot \underline{Z} \ ; \quad (4)$$

$$\underline{I_2} = \underline{U_1} \cdot \underline{Y} - \underline{I} + \underline{Y} \cdot (\underline{I_1} - \underline{I}) + \underline{Y}^2 \cdot \underline{U} \cdot \underline{I} \ . \quad (5)$$

Если по двум концам линии известны вектора напряжений, то токи в ветви определяются по формулам:

$$\underline{I_1} = \underline{Y} \cdot \underline{U_1} + (\underline{U_1} - \underline{U_2})/\underline{Z} \ ; \quad (6)$$

$$\underline{I_2} = \underline{Y} \cdot \underline{U_2} + (\underline{U_2} - \underline{U_1})/\underline{Z} \ ;. \quad (7)$$

В качестве нового подхода по оптимальной расстановке PMU используется метод определяющих величин (а точнее метод определяющих узловых напряжений). Расчет определяющих узловых напря-

жений выполняется путем разделения матрицы проводимостей на четыре подматрицы, одной из которых является матрица $[Y_{qq}]$специальной структуры: ленточной (многодиагональной) либо нижнетреугольной формы.

Путем дополнительных преобразований подматрицу $[Y_{qq}]$ленточного вида можно привести к нижнетреугольной форме равного или большего ранга по сравнению с рангом подматриц, полученных известными методами.

Для разделения узлов электрической сети на два подмножества Pи Qнеобходимо выполнить следующие шаги:

1. Определить ранги всех узлов электрической сети, т. е. число ветвей инцидентных каждому узлу

2. Узел максимального ранга с прилежащими ветвями исключается из схемы. В случае, если существует несколько узлов максимального ранга, выбирается узел согласно порядку нумерации узлов в схеме, исключение которого не приведет к делению схемы на подсхемы

3. После исключения узла, пересчитываются ранги всех узлов, оставшихся в однолинейной схеме электрической сети

4. Проверяется, остались ли в исследуемой схеме замкнутые контура. Если остались, шаги 2 и 3 повторяются до тех пор, пока в однолинейной схеме электрической сети не будут исключены все замкнутые контура

5. Узлы подмножества Pнумеруются в произвольном порядке, в обязательном порядке в подмножество Pвключаются по одному узлу каждого дерева

6. Узлы деревьев нумеруются последовательно, начиная с узла, следующего за узлом, включённым в подмножество P

7. Изолированные узлы нумеруются в последнюю очередь

8. В подмножество Qвключаются все узлы деревьев, не вошедшие в подмножество P, а также изолированные узлы

Этот алгоритм основан на использовании векторных измерений токов и напряжений наряду телеизмерениями потоков мощности системы SCADA, что приводит к установке PMU в относительно меньшем количестве узлов.

Для разделения узлов энергосистемы на три подмножества P, PPи Qнеобходимо выполнить следующие шаги:

1. Определяются ранги всех узлов системы по количеству инцидентных ветвей для каждого узла.

2. Из схемы исключается узел максимального ранга, а также все прилегающие к нему ветви.

3. После исключения любого узла пересчитываются ранги оставшихся узлов в схеме. Узлы, чьи ранги уменьшились, указываются как псевдо-PMU (подмножество PP).

4. Шаги 2 и 3 повторяются до тех пор, пока на всех узлах с рангом $R \geq 3$ не будут установлены PMU или псевдо-PMU.

5. Если ранг узла на любом шаге равен 1 и 2, то узел входит в подмножество Q.

6. Узлы каждого подмножества нумеруются в случайном порядке, но в следующей последовательности: сначала узлы подмножества P, затем узлы подмножества PP, и в последнюю очередь – узлы подмножества Q.

Для апробации предложенных алгоритмов были использованы тестовые схемы ЭЭС типа IEEE, широко применяемые в научных работах для тестирования различных методов решения задач анализа и оптимизации.

Сравнительный анализ результатов исследования доказывает преимущества описанных в данной работе алгоритмов A1 и A2, поскольку для всех изученных тестовых схем были найдены решения с аналогичным либо меньшим количеством устройств PMU.

Оптимальное размещение датчиков напряжения требует соблюдения баланса между стоимостью внедрения и полнотой наблюдаемости. Наиболее перспективными являются комбинированные подходы с использованием современных математических методов и гибридных данных SCADA/датчиков напряжения для крупных сетей.

Список использованной литературы

1. Murdid E., Stratan I. Optimal placement of synchronized phasor measurement technologies based on different methods of optimization // International Conference on Electromechanical and Energy Systems, SIELMEN 2015. Pp. 199-204.

2. Murdid E., Stratan I. A novel approach in optimal placement of the synchronized phasor measurement technologies based on deterministic methods // WEC Central& Eastern Europe Regional Energy Forum – FOREN 2016. P. 9.

3. Murdid E., Stratan I. Optimal PMU Placement and Algorithms' Development of Accelerated Calculations of State Estimation Performance in Power Systems // International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), 2021. Pp. 115–120.

4. Santos Cruz M. A. D. R., Rocha H. R. O., Paiva M. H. M., Segatto M. E. V., Camby E. An algorithm for cost optimization of PMU and communication infrastructure in WAMS // International Journal of Electrical Power and Energy Systems, Elsevier, 2019. V. 106. Pp. 96–104.

5. Rahman N. H. A., Zobaa A. F. Optimal PMU Placement using Topology Transformation Method in Power Systems // Journal of Advanced Research, 2016.

6. Laouid A., Rezaouia M. M., Kouzou A., Mammadi R. Optimal PMUs Placement Using Hybrid PSO–GSA Algorithm // 4th International Conference on Power Electronics and their Applications (ICPEA). 2019. Pp. 1-5.

7. Mohammadi–Ivatloo B. Optimal Placement of PMUs for Power System Observability Using Topology Based Formulated Algorithms // Journal of Applied Sciences. 2009. Issue 9. Pp. 2463-2468.

8. Мурдид Е. К., Стратан И. П. Разработка математических моделей элементов электроэнергетических систем на основе технологии синхронизированных векторных измерений: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Кишинев, 2023. 129 с.

9. Концепция развития и применения технологии синхронизированных векторных измерений для повышения качества и надежности управления электроэнергетическим режимом ЕЭС России на период до 2020 года. М.: ОАО «СО ЕЭС», 2016. 45 с.

10. Гамм А. З., Герасимов Л. Н., Голуб И. И. Оценивание состояния в электроэнергетике. М.: Наука, 1983. 302 с.

УДК 631.544.4:004.8

ЭВОЛЮЦИЯ НЕЧЁТКИХ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ МИКРОКЛИМАТОМ УМНЫХ ТЕПЛИЦ

Костычев К. В., *старший преподаватель*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Проведён системный анализ эволюции нечётких экспертных систем для управления микроклиматом умных теплиц. Выделены три архитектурных поколения НЭС и их ключевые преимущества – формализация экспертизы и прозрачность решений. Определены основные вызовы: статичность знаний и сложность интеграции. Перспектива видится в создании самообучающихся агрокогнитивных систем, интегрированных в цифровую экосистему АПК.

Ключевые слова: *нечёткая логика, экспертные системы, умная теплица, цифровая трансформация овощеводства.*

Современный АПК трансформируется под влиянием требований устойчивости и цифровизации [3, 8], что ставит задачу управления сложными киберфизическими системами, подобными умной теплице, где биологические и технологические процессы неразрывно связаны. Актуальной становится проблема интеллектуального управления, которое не может быть решено ни классическими методами из-за нелинейности систем, ни «чёрными ящиками» глубокого обучения из-за отсутствия интерпретируемости и связи с экспертизой агронома [4, 9].

Данный обзор анализирует эволюцию нечётких экспертных систем как способ преодоления этого методологического разрыва. Цель работы – через системный анализ архитектурных изменений выявить фундаментальные сдвиги в проектировании систем управления для цифрового АПК [7].

В основе задачи управления микроклиматом лежит фундаментальное противоречие между дискретной, бинарной логикой классических автоматизированных систем и принципиально непрерывной,

контекстуальной природой биологических процессов. Агроном-технолог, принимая решения, оперирует не точными численными значениями, а качественными категориями и лингвистическими конструктами: «температура приближается к опасному максимуму», «влажность стабильно высокая», «растения испытывают умеренный стресс». Этот пласт экспертных знаний, накопленный эмпирически и зачастую не поддающийся формализации в виде строгих аналитических зависимостей, долгое время оставался за пределами возможностей вычислительных систем. Преодоление данного барьера стало возможным с адаптацией аппарата нечёткой логики, который предлагает принципиально иной способ математического моделирования реальности [1, 6].

Нечёткая логика, в отличие от булевой, оперирует не категориями «истина» и «ложь», а степенями принадлежности объекта к тому или иному лингвистическому терму [2, 6]. Это позволяет создавать математические модели, непосредственно работающие с такими понятиями, как «оптимальная температура» или «повышенная влажность», где границы между состояниями размыты и определяются плавными функциями принадлежности. Таким образом, данный математический аппарат выступает в роли своеобразного транслятора, обеспечивающего конвергенцию между интуитивным, качественным знанием эксперта-агронома и формальным языком вычислительных алгоритмов. Именно эта способность к работе с нечёткостью, неопределённостью и лингвистическими переменными составляет первое и ключевое преимущество подхода, делая его онтологически близким к предметной области управления живыми системами [3, 5].

Второе, не менее значимое преимущество проистекает из прозрачности и интерпретируемости механизма принятия решений в нечётких экспертных системах. Сердцевину такой системы составляет база правил, сформулированных на естественном языке или близком к нему формате: «ЕСЛИ температура ВЫСОКАЯ И влажность ВЫСОКАЯ, ТО интенсивность вентиляции СИЛЬНАЯ» [5, 9]. Эта совокупность правил представляет собой формализованную и структурированную модель экспертизы, которую можно анализировать, обсуждать, корректировать и передавать. В условиях агропроизводства, где цена ошибки измеряется потерей урожая и значительными экономическими убытками, такая прозрачность является не просто удобством, а операциональной необходимостью. Она позволяет технологу понимать логику действий автоматики, сохранять контроль над процессом и вносить целевые адаптации в ответ на изменение условий или появление новых культур, в отличие от «чёрного ящика» нейросетевых моделей, где причинно-следственные связи остаются скрытыми [4, 7].

Следовательно, синергия нечёткой логики и экспертных знаний создаёт уникальный методологический синтез. Этот синтез позволяет преодолеть ограничения как жёстких детерминированных алгоритмов, плохо приспособленных к нелинейности и неполноте данных, так и «слепых» data-driven моделей, оторванных от семантики предметной области. Он обеспечивает построение устойчивых, адаптивных и, что критически важно, доверяемых человеком систем управления, которые не заменяют, а усиливают и формально расширяют компетенции специалиста, замыкая тем самым ключевой контур в архитектуре подлинно интеллектуального агропроизводства [1, 3, 8].

Исторический путь внедрения и развития нечётких экспертных систем в управлении микроклиматом теплиц можно концептуально осмыслить как последовательную смену архитектурных парадигм. Эта эволюция отражает постепенное усложнение как самих технологических задач, так и понимания системной природы объекта управления, что привело к качественным трансформациям в проектировании интеллектуальных контуров регулирования [4, 7].

Начальный этап, условно именуемый первым поколением, был ознаменован применением нечёткой логики для решения локальных задач стабилизации отдельных, наиболее критичных параметров. Эти системы, являвшиеся по сути интеллектуальными аналогами или усовершенствованными версиями классических регуляторов, фокусировались преимущественно на контроле температуры и, реже, влажности воздуха. Их архитектурная простота заключалась в прямом сопряжении ограниченного набора сенсоров с компактной базой нечётких правил, зачастую почерпнутых из общедоступных агрономических справочников. Хотя такие системы демонстрировали большую устойчивость к нелинейностям по сравнению с ПИД-регуляторами, их принципиальным ограничением оставалась изолированность. Они функционировали в отрыве от целостного биологического контекста, игнорируя взаимовлияние климатических факторов и фенофазу растения, что не позволяло выйти за рамки пассивной стабилизации и перейти к активной оптимизации условий роста [2, 5, 9].

Переход ко второму поколению стал ответом на осознание теплицы как целостной многоконтурной системы. Архитектура нечётких систем этого типа радикально усложнилась, инкорпорируя принцип адаптивности и многофакторности. Ключевым нововведением стало явное моделирование взаимосвязей между параметрами, таких как зависимость точки росы от температуры и влажности, для превентивного предотвращения конденсата и развития патогенов. Наиболее значимым концептуальным шагом стало введение в систему управления переменной фенофазы развития растения. Это потребовало создания онтологии, где целевые значения климатических параметров и, как

следствие, логика работы базы нечётких правил динамически изменялись в зависимости от стадии онтогенеза культуры – от прорастания и вегетации до цветения и плодоношения. Системы стали оперировать не только первичными данными датчиков, но и интегральными биоклиматическими индексами, такими как дефицит давления паров, напрямую коррелирующим с физиологическим состоянием растения. Архитектурно это выразилось в модульной организации базы знаний и гибких механизмах переключения контекстов, что ознаменовало переход от стабилизации к адаптивной оптимизации среды [3, 8].

Современный этап, определяющий облик третьего поколения, характеризуется стратегической интеграцией и гибридизацией [2, 8]. Нечёткая экспертная система в этой парадигме перестаёт быть изолированным регулятором, превращаясь в когнитивное ядро сложной киберфизической системы. Её архитектура строится на принципах глубокой гибридизации, где классический механизм нечёткого вывода дополняется и обогащается другими методами искусственного интеллекта. Например, нейро-нечёткие адаптивные системы позволяют автоматически настраивать функции принадлежности и извлекать правила из исторических данных, а генетические алгоритмы используются для оптимизации всей структуры и параметров системы [2, 9]. Контур управления расширяется за счёт интеграции внешних данных: прогнозов погоды для упреждающих действий, экономических тарифов на энергоносители для стоимостной оптимизации, данных с камер компьютерного зрения для мониторинга фитосанитарного состояния. В рамках этой парадигмы нечёткая система выступает в роли интерпретируемого, доверяемого и корректируемого человеком интеллектуального интерфейса между сырыми гетерогенными данными, сложными алгоритмами машинного обучения и конечным исполнительным оборудованием, формируя основу для цифрового двойника тепличного комплекса [3, 7].

Несмотря на значительные успехи в разработке и теоретическом обосновании нечётких экспертных систем для управления микроклиматом, их широкое практическое внедрение и дальнейшее развитие сталкиваются с рядом фундаментальных вызовов. Эти вызовы носят не столько технический, сколько методологический и системный характер, требуя глубокого критического осмысления [1, 4].

Первым и наиболее существенным барьером является проблема статичности и контекстуальной ограниченности традиционной базы нечётких правил. Система, чьи знания были однажды формализованы на основе экспертных интервью и литературных источников, рискует превратиться в «застывшую догму». Она не обладает внутренними механизмами для учёта долгосрочных динамических изменений, таких как постепенная деградация светопропускаемости покрытия теп-

лицы, адаптация патогенов, эволюция агротехнических приёмов или появление новых сортов растений с иными физиологическими требованиями. Это создаёт парадоксальную ситуацию, когда изначально гибкий и адаптивный инструмент со временем теряет свою адекватность, требуя дорогостоящих и сложных процедур пересмотра всей онтологии и базы знаний, что часто сопоставимо по трудозатратам с созданием системы с нуля [5, 6].

К этому тесно примыкает проблема верификации и согласования экспертных знаний. Процесс извлечения знаний у агрономов-технологов подвержен субъективности, а их рекомендации зачастую носят контекстуальный, а иногда и противоречивый характер. Одни эксперты могут отдавать приоритет максимальному росту, другие – устойчивости к заболеваниям, третьи – экономии ресурсов. Формализация такого разнородного, а подчас и конфликтующего знания в единую непротиворечивую систему правил становится нетривиальной задачей, лежащей на стыке инженерии знаний и когнитивных наук. Отсутствие объективных, воспроизводимых методик для оценки качества и полноты сформированной базы правил остаётся серьёзным препятствием для гарантии надёжности системы в долгосрочной перспективе [2, 7, 9].

Другим критическим аспектом является вызов масштабируемости и универсальности [3, 9]. Система, кропотливо настроенная и демонстрирующая выдающиеся результаты для конкретной культуры, например, томата, в условиях определённого региона, как правило, оказывается совершенно непригодной для управления микроклиматом для орхидеи или салата. Необходимость практически полного перепроектирования онтологии, функций принадлежности и базы правил для каждого нового биологического объекта радикально увеличивает стоимость и сроки внедрения, сводя на нет потенциальную экономическую эффективность. Это указывает на отсутствие универсальных мета-моделей и стандартизированных онтологий, которые могли бы служить основой для более быстрой и дешёвой кастомизации [2, 7].

Наконец, сохраняется острый инженерно-экономический и интеграционный барьер. Для малых и средних тепличных хозяйств, составляющих значительную долю рынка, обоснование инвестиций во внедрение сложной интеллектуальной системы остаётся сложной задачей [7, 8]. Трудности заключаются не только в оценке прямого возврата на инвестиции, но и в необходимости интеграции новой «когнитивной» прослойки с устаревшим, часто разнородным парком исполнительного оборудования (отопительные котлы, вентиляционные установки разных производителей и поколений). Создание устойчивых, стандартизированных интерфейсов и протоколов, позволяющих нечёткой экспертной системе бесшовно взаимодействовать с такой

неоднородной средой, представляет собой отдельную масштабную инженерную проблему, без решения которой самые совершенные алгоритмы останутся лишь академическим упражнением [1, 3, 6].

Таким образом, преодоление этих вызовов требует не эволюционного совершенствования алгоритмов вывода, а смены самой парадигмы проектирования – перехода от создания замкнутых, статических систем к разработке открытых, самообучающихся и способных к мета-когнитивной рефлексии киберфизических платформ [4, 8].

Перспективы развития нечётких экспертных систем в агропромышленном комплексе лежат не в плоскости их дальнейшей изоляции или конкуренции с иными подходами искусственного интеллекта, а в стратегической интеграции и переосмыслении их роли в архитектуре управления. Будущее видится в формировании нового класса систем – агрокогнитивных, где формализованная эвристическая экспертиза, воплощённая в прозрачных правилах, становится смысловым каркасом и интерпретируемым интерфейсом для сложных процессов [3, 9]. Можно выделить несколько взаимосвязанных векторов, определяющих это движение.

Одним из ключевых направлений является симбиоз нечёткой логики и методов машинного обучения на основе данных [2, 6]. Здесь гибридизация приобретает новый смысл: нейросетевые и статистические модели перестают рассматриваться как альтернатива, а становятся инструментом постоянного обогащения и адаптации экспертной системы. Речь идёт о создании механизмов, которые в автоматическом или полуавтоматическом режиме анализируют потоки операционных данных, выявляют новые значимые паттерны, аномалии или устанавливают ранее неизвестные корреляции, и на этой основе предлагают эксперту-агроному кандидаты для новых правил или модификации существующих функций принадлежности. Таким образом, система обретает способность к непрерывной эволюции, преодолевая проблему статичности, при этом сохраняя за человеком-экспертом финальную роль арбитра и валидатора вносимых изменений, обеспечивая доверие и контролируемость [3, 4, 8].

Параллельно развивается вектор антропоцентричного проектирования и интерактивных интерфейсов. Сложность формализованных систем не должна становиться барьером для их использования агрономом-технологом, чья основная компетенция лежит в области биологии. Перспективные разработки нацелены на создание интуитивных средств визуального моделирования и редактирования онтологий, симуляторов для проверки гипотез в виртуальной среде, а также режимов интерактивного «обучения с подкреплением», где система в реальном времени предлагает оператору варианты действий, а её внутренние параметры корректируются на основе его решений. Это пре-

вращает систему из «чёрного» или даже «серого» ящика в активного цифрового помощника, диалог с которым строится на языке предметной области [1, 7].

Следующий уровень развития предполагает выход систем управления на стратегический, мета-уровень принятия решений. Речь уже идёт не только о тактической задаче поддержания заданных параметров, но и об оптимизации долгосрочных агротехнических стратегий с учётом множества внешних ограничений. Нечёткая система будущего сможет оценивать компромиссы, например, между интенсивностью досветки для ускорения роста и стоимостью электроэнергии в пиковые часы, или между режимом проветривания для закаливания рассады и риском интродукции вредителей. Для этого её архитектура должна интегрировать модели, работающие с разнородными данными: от прогнозов погоды и биржевых котировок до данных фитосанитарного мониторинга и маркетинговых прогнозов [2, 3, 8].

Наконец, магистральным трендом становится системная интеграция в рамках цифровых экосистем предприятия. Агро-когнитивная система перестаёт быть автономным модулем управления климатом одной теплицы. Она становится интеллектуальным узлом в едином контуре данных агрохолдинга, обмениваясь информацией с системами планирования посевов, управления логистикой, учета ресурсов (ERP) и контроля качества продукции [5, 7]. В этом качестве она способна формировать цифровой след принятых решений, обеспечивая прослеживаемость и аналитику «от семени до прилавка», и вносить вклад в достижение стратегических целей всего предприятия, таких как минимизация углеродного следа или максимизация ресурсоэффективности. В конечном итоге, именно эта способность к глубокой интеграции и работе на стыке технологических, биологических и экономических моделей определит место нечётких экспертных систем в ландшафте подлинно интеллектуального и устойчивого агропроизводства [4, 9].

Нечёткие экспертные системы эволюционировали от решения локальных задач к созданию основ для комплексных агрокогнитивных платформ. Их ценность заключается в уникальной роли связующего интерфейса между экспертизой агронома, данными и сложными алгоритмами. Ключевым направлением развития является стратегическая гибридизация, где интерпретируемое ядро экспертных правил постоянно обогащается операционными данными при сохранении контроля человека. Будущее управления в АПК связано с симбиозом человеческой экспертизы и искусственного интеллекта, где нечёткие системы обеспечивают объяснимость и стратегическую адаптивность, внося практический вклад в создание интеллектуального агропромышленного комплекса.

Список использованной литературы

1. Берштейн Л. С., Боженюк А. В. Нечеткие графы и гиперграфы. М.: Научный мир, 2005. 256 с.
2. Вороновский Г. К., Махотёло К. В., Петрашев С. Н., Сергеев С. А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. Харьков: Основа, 1997. 112 с.
3. Лапшин В. А. Агроробототехника и автоматизация сельского хозяйства: учебник для вузов. М.: ИНФРА-М, 2022. 234 с.
4. Лотов А. В., Поспелов И. Г. Системный анализ в управлении: учебное пособие. М.: Физматлит, 2018. 328 с.
5. Мелихов А. Н., Берштейн Л. С., Коровин С. Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. М.: Наука, 1990. 272 с.
6. Рыжов А. П. Элементы теории нечетких множеств и ее приложений. М.: Диалог-МИФИ, 2013. 192 с.
7. Системный анализ и управление в агробизнесе: учебник / И. Т. Трубилин, В. И. Нечаев, Г. В. Родионов и др. М.: КУРС: ИНФРА-М, 2018. 396 с.
8. Скоркин Ф. М., Глинский В. С., Матюшок В. М. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса: теория и методология. М.: Русайнс, 2021. 214 с.
9. Тюрютиков С. С. Интеллектуальные системы управления: учебное пособие. СПб.: Лань, 2020. 296 с.

УДК 338.43:004.9

ОЦЕНКА РИСКОВ В АГРАРНОМ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ

Медведева Л. Н., *д. э. н., в. н. с.*
Ломакин Н. И., *к. э. н., доцент*
Мелихова Е. В., *д. т. н., доцент*

ВНИИОЗ – ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГ и М им. А.Н. Костякова»
ФГБОУ ВолгГТУ
ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Обоснован новый методологический подход в оценке фактора риска и возможных отклонений от расчетных значений при ведении аграрного предпринимательства в условиях меняющихся рынков. В управлении экономическими и экологическими процессами все более важным становится применение цифровых технологий, позволяющих прогнозировать доходы, определять риски. В основу научно-методической базы исследования положены общепринятые подходы, а также, VaR-метод и AI-система Random Forest.

Ключевые слова: *аналитический мониторинг, цифровизация растениеводства, цифровой инструментарий, VaR-метод, AI система Random Forest.*

Введение. Все больше внимание в организации сельскохозяйственной деятельности отводится цифровым технологиям и искусственному интеллекту [5,6,10]. Оценка финансового риска в растение-

водстве крайне востребована, поскольку позволяет в достаточно короткий срок рассмотреть исследуемую проблему с нескольких точек зрения. *Гипотезой исследования* стало утверждение, что использование цифрового инструментария (VaR-метода, AI – системы Random Forest) позволяет получить прогнозное значение финансового риска производства продукции в растениеводстве [2]. Практическая значимость выполненного исследования состоит в том, что полученные прогнозные значения на основе AI – системы Random Forest обеспечивают поддержку принимаемых решений в аграрном секторе национальной экономики. Основные события, связанные с растениеводством, осуществляются в степной зоне Юга России. Мелиоративный фонд Южного федерального округа (далее – ЮФО) составляет 1568,38 тыс. га, из них в сельскохозяйственном обороте находится 376,944 тыс. га, позволяющих производить продукции на 230 млрд руб. [5]. К природно-антропогенным рискам в растениеводстве относят: чрезмерный забор воды для орошения, значительные потери воды на фильтрацию, ухудшение состояния водных экосистем, износ инфраструктуры; к экономическим рискам – финансовые операции. *Целью исследования* стало определение возможностей применения цифрового инструментария в сельскохозяйственном производстве для оценки рисков и инвестиционных вложений в развитие орошаемого земледелия.

Материалы и методы. Методологическую базу исследования составили труды российских и зарубежных ученых, размещенные в наукометрических базах данных, результаты научных исследований ФГБНУ «Федерального научного центра гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова». В качестве исследовательского инструментария применялись программы MS Excel и AI-система Random Forest [3,8,9]. Объектом исследования стала оценка рисков в сельскохозяйственном производстве, в частности, в растениеводстве. Объектом исследования являлось сельскохозяйственное производство (растениеводство) в ЮФО и сопровождающие его риски. Мелиоративный комплекс ЮФО включает – 1568,38 тыс. га, из них: 1513,81 тыс. га орошаемых земель, 54,568 тыс. га осушенных. Не используются в сельскохозяйственном производстве – 377,574 тыс. га мелиорированных земель, в том числе: *орошаемых* – 376,944 тыс. га. Заметный вклад в обеспечение продовольственной безопасности вносит растениеводство Краснодарского края, Ростовской и Волгоградской областей [1, 6]. VaR-метод и Random Forest («случайный лес») относятся к разным областям машинного обучения, имеют свою специфику. С помощью Random Forest строится много «решающих деревьев», которые потом объединяются в одно значимое. VaR-метод позволяет прогнозировать допустимые потери при реализации инвестиционных проектов. В отличие

от традиционного программирования, где человек устанавливает правила, AI-системы самостоятельно выявляют закономерности и просчитывают результат во времени при производстве с заданным результатом.

На рисунке 1 – Скриншот датасета, сформированного методом Random Forest.

	Year	Investments	Government Support	Share of State Support, %	Crop Products	Growth Rate, %	VaR
0	2024	822.0	558.6	11.9	4707.0000	1.00	3.7
1	2023	1000.0	540.0	11.5	4704.1758	0.89	-819.9
2	2022	982.1	500.0	9.5	5268.0000	1.18	1341.9

Рисунок 1 – Фрагмент нейронной сети с исходными данными

На основе данных с 2010 по 2024 год была сформирована нейросетевая модель «Случайный лес». В состав данных включены: год (*Year*), инвестиции, млрд. руб. (*Investments*), господдержка сельского хозяйства, млрд. руб. (*State support for agriculture*), доля господдержки в растениеводстве, % (*Share of state support*), объем продукции растениеводства, млрд. руб. (*Crop products*), темпы роста продукции растениеводства, % (*Growth rate*), финансовый риск, млрд. руб. Гистограмма модели на рисунке ниже, а распределение наблюдений по частоте – в таблице 1.

Таблица1 – Распределение наблюдений по частоте

Карман	Частота	Интегральный %
0,984	0	0,0
1,075	1	16,7
1,165	0	16,7
1,256	0	16,7
1,347	0	16,7
1,438	0	16,7
Еще	5	100,0

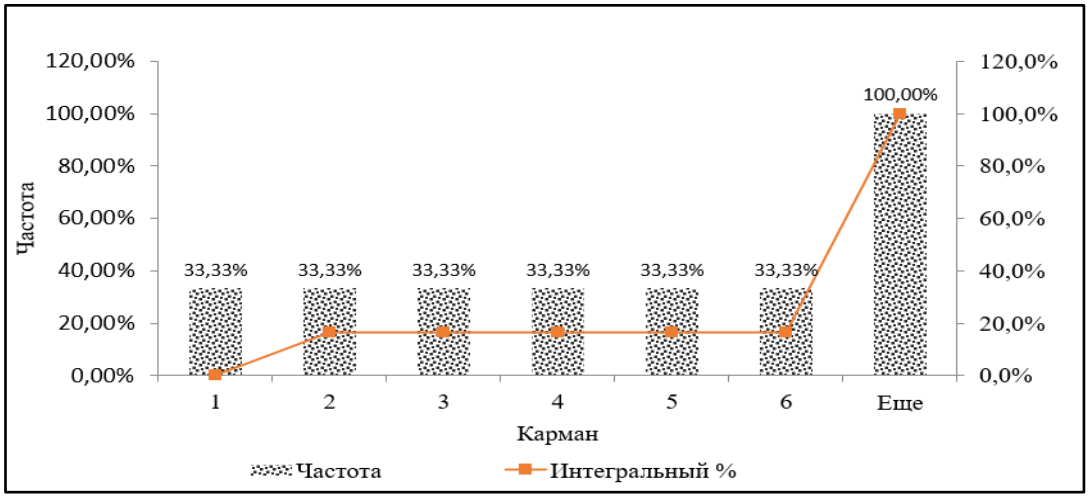


Рисунок 2 – Гистограмма VaR-модели

Прогнозные значения величины риска для каждого года рассчитывались по формуле:

$$P_{t+1} = (q + 1) * P_t, \quad (1)$$

где q – квантиль;

P_{t+1} – величина финансового риска на следующий таймфрейм (год).

Динамика стоимости продукции и значения VaR на рисунке 4.



Рисунок 3 – Динамика стоимости продукции растениеводства и значений VaR по годам

После загрузки в сервис Collab исходные данные были обработаны для формирования датасета DL-модели. Для оценки финансового риска широко используется «Value at risk» (VaR) – стоимостная мера риска. Это выраженная в денежных единицах оценка величины, которую не превысят потери с заданной вероятностью. Было произведено переименование результативного признака на target, сформированы обучающая выборка и тестовая выборка. В процессе предварительной обработки данных произведено разделение их на обучающий и тестовый наборы. Библиотека model_selection Scikit-Learn содержит метод train_test_split, который был использован для случайного разделения данных на наборы для обучения и тестирования. Для этого был выполнен следующий код (рисунок 4).

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split (X, y, test_size = 0.20)
```

Рисунок 4 – Получение обучающей и тестовой выборки путем разделения множества

DL-модель RF была сформирована и обучена. С помощью библиотеки sklearn tree файл был импортирован Decision Tree Regressor для построения «дерева решений» (рисунок 6).

```
from sklearn.tree import DecisionTreeRegressor
from sklearn import tree
#regressor = DecisionTreeRegressor()
#regressor.fit(X_train, y_train)

#y_pred = regressor.predict(X_test)

clf = tree.DecisionTreeRegressor()
#iris = dataset()

clf = clf.fit(X_train, y_train)
tree.plot_tree(clf)
```

Рисунок 5 – Формирование решений из RF «Случайный лес»

Визуализация структуры «дерева решений» на рисунке 6.

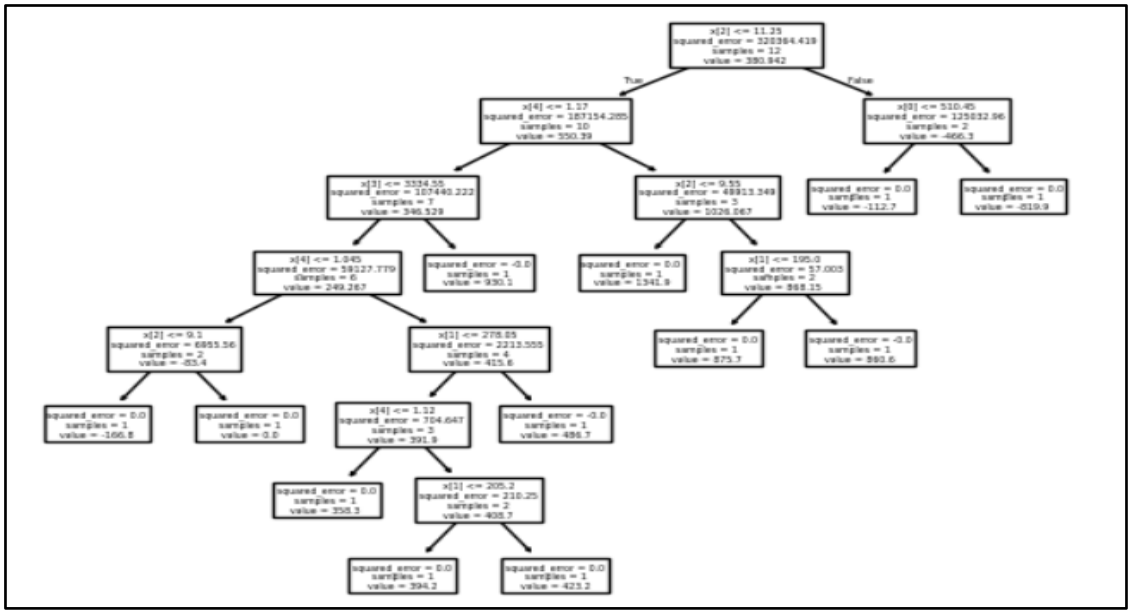


Рисунок 6 – Дерево решений из DL-модели «Случайный лес»[3].

В результате работы DL-модели RF Regression была получена корреляционная матрица зависимости результативного признака «VaR» (target), от факториальных признаков (рисунок 7).

	Investments	Government Support	Share of State Support, %	Crop Products	Growth Rate, %	target
Investments	1.000000	0.710781	-0.309324	0.857401	-0.058918	0.072699
Government Support	0.710781	1.000000	0.266205	0.895613	-0.224418	-0.121343
Share of State Support, %	-0.309324	0.266205	1.000000	-0.176382	-0.560680	-0.624742
Crop Products	0.857401	0.895613	-0.176382	1.000000	0.060484	0.191140
Growth Rate, %	-0.058918	-0.224418	-0.560680	0.060484	1.000000	0.663497
target	0.072699	-0.121343	-0.624742	0.191140	0.663497	1.000000

Рисунок 7 – Матрица парных коэффициентов корреляции

Сильная положительная связь отмечена между «target» и «State support for agriculture» + 0,663 и и сильная отрицательная связь - между «target» и «Share of State Support, %» – 0,624. Для лучшей визуализации построена тепловая карта (рисунок 8).

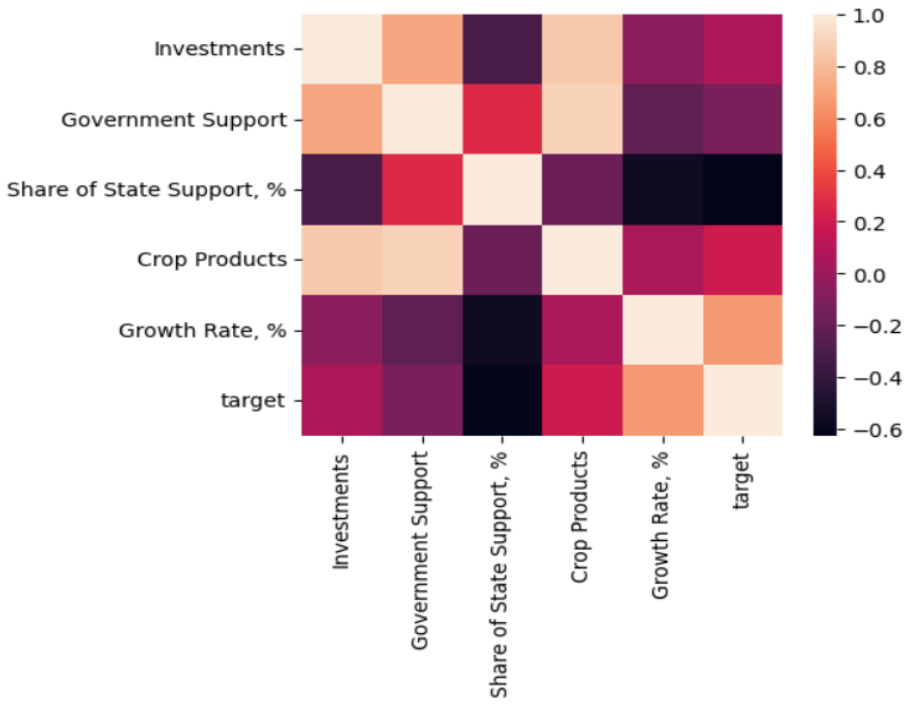


Рисунок 8 – Тепловая карта закономерностей параметров

Коэффициенты множественной линейной регрессии для каждого из факторов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициенты множественной линейной регрессии

Свободный член	Investments	Government Support	Share of State Support, %	Crop Products	Growth Rate, %	target
-8009.428	-0,392838	-21,261008	425,982594	2,481444	1878,322523	3,682

Прогнозные значения, рассчитанные на тестовой выборке, представлены на рисунке 9.

	Actual	Predicted	Delta_percent
6	247.9	358.3	-44.534086
3	1455.6	1341.9	7.811212
0	3.7	-819.9	22259.459459

Рисунок 9 – Прогнозные значения AI-системы Random Forest

Модель, формирующая прогнозные значения в таблице 3.

Таблица 3 – Значения ошибки прогнозирования VaR методом

Наименование	Величина
Средняя абсолютная ошибка (Mean Absolute Error)	349.2333333333333
Среднеквадратическая ошибка (Mean Squared Error)	234477.60333333336
Квадрат среднеквадратической ошибки (Root Mean Squared Error)	484.2288749479252

Для расчета величины финансового риска следует использовать уравнение зависимости, которое представлено ниже:

$$У = -8009.428 - 0.248659 * X1 - 28.27359 * X2 + 572.664049 * X3 + 3.067029 * X4 + 1901.548407 * X5, \quad (2)$$

Если воспользоваться уравнением регрессии, то прогнозный параметр составит 866.19:

$$У = -8009.428 - 0.248659 * 822 - 28.27359 * 558.6 + 572.664049 * 11.86 + 3.067029 * 4707 + 1901.548407 * 1.006, \quad (3)$$

Результаты и обсуждение. По прогнозным значениям мелиоративный комплекс ЮФО к 2040 году должен иметь 2,2 млн. га. мелиорированных земель, что потребует значительных инвестиций. Цифровой инструментарий позволил спрогнозировать объемы производства продукции в растениеводстве, обосновать риски за счет прогнозирования денежных потоков от производственной и инвестиционной деятельности. На основе прогнозного значения стоимость продукции растениеводства в 2025 году может составить 5583,4 млрд. рублей, или на 18,6 % больше, чем в 2024 году. Доказана гипотеза, что, используя AI системы Random Forest, можно получить прогнозное значение финансового риска производства продукции растениеводства.

Заключение. Инструментарий аналитического мониторинга позволил определить финансовые риски и рассчитать бюджетный мультипликатор государственных вложений в растеневодстве. Разработанная модель оценки рисков с помощью метода «Случайный лес» позволила определить ошибки прогнозных значений: средняя абсолютная ошибка (Mean Absolute Error) составила – 349.23; среднеквадратическая ошибка (Mean Squared Error) – 234477.60; квадрат среднеквадратической ошибки (Root Mean Squared Error) – 484.22 и рассчитать прогнозный параметр риска – 866.19. С учетом прогнозного значения по финансовому риску стоимость продукции растениеводства в 2025 году может составить 5583,4 млрд рублей, или на 18,6 % больше, чем в 2024 году.

Список использованной литературы

1. Голикова А. С. Методика оценки бюджетной эффективности государственного финансового участия в реализации инвестиционных проектов // Белорусский экономический журнал. 2018. № 4. С. 89-104.

2. Когнитивная модель прогнозирования устойчивости экономики в условиях рыночной неопределенности и риска / Н. И. Ломакин, М. С. Марамыгин, Г. И. Лукьянов [и др.] // Международная экономика. 2023. № 4.

3. Нейросеть «дерево решений» в составе когнитивной модели для прогнозирования устойчивости экономики РФ / Н.И. Ломакин, М. Марамыгин, Т. Кузьмина [и др.] // Sustainable Development and Engineering Economics. 2023. № 1. С. 82-94.

4. Рогачёв А. Ф., Медведев А. В., Медведева Л. Н., Куприянова С. В. Экономико-математическое моделирование и обоснование рационального землепользования в агроландшафтах Юга // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2018. № 2 (30). С. 186-208.

5. Шевченко В. А. Мелиорация земель – стратегический фактор устойчивости развития сельского хозяйства в решении продовольственной безопасности России // Орошаемое земледелие. 2025. № 2 (49). С. 5-6.

6. Щедрин В. Н., Медведева Л. Н. Сценарный подход в развитии орошаемого земледелия Волго-Донского междуречья // Орошаемое земледелие. 2025. № 4 (51). С. 7-15.

7. Kamyshova G. Neural network models in reducing the risks of irrigated agriculture. E3S Web of Conferences 217. 2020. № 10004.

8. DATASET_crop_VaR. https://docs.google.com/spreadsheets/d/1VwyNADJh2pPagg62ykIJBH2gNe2MnbZ4H3mSqP7ZM/edit?gid=0#gid=0

9. DL_RF_VaR_crop_prod. https://drive.google.com/file/d/1yItuznAYBo7JHfnthLuNb7DFJRHCsTiS/view?usp=sharing

10. Roiss O., Medvedeva L. Innovation in agriculture - the actor in the development of agreen economy // AIP Conference Proceedings. 2022. V. 2650. № 030019.

УДК 551.58+631.67

РАСЧЁТ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭВАПОТРАНСПИРАЦИИ ПО МЕТОДУ ПЕНМАНА-МОНТЕЙТА И ПРИМЕНЕНИЕ В ИНДЕКСЕ SPEI

Мелихова Е. В., *д. т. н., доцент*
Синяткин Д. С., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Представлен детальный пошаговый расчёт потенциальной эвапотранспирации (PET) методом Пенмана-Монтейта на основе метеоданных, а также пример расчёта стандартизированного индекса осадков и эвапотранспирации (SPEI) для оценки засухи. Метод использует данные максимальной и минимальной температуры воздуха, относительную влажность, скорость ветра, солнечную инсоляцию и высоту над уровнем моря для вычисления суточной PET в мм/день.

Ключевые слова: *эвапотранспирация, метод Пенмана-Монтейта, PET, индекс SPEI.*

Введение. Потенциальная эвапотранспирация (PET) представляет собой ключевой компонент водного баланса почвы и растений, определяющий потребность в влаге для сельскохозяйственных культур и системах орошения. Метод Пенмана-Монтейта, рекомендован-

ный ФАО, обеспечивает высокую точность расчёта PET на основе стандартных метеоданных, включая температуру, влажность, скорость ветра и солнечную радиацию, что делает его универсальным для умеренного климата, характерного для Волгоградской области [1,8].

В условиях изменчивого климата и роста засухи особую актуальность приобретает стандартизированный индекс осадков и эвапотранспирации (SPEI), который учитывает дефицит влаги (D = P - PET) и превосходит традиционный индекс SPI за счёт интеграции PET [10]. Настоящая статья детально описывает пошаговый расчёт PET методом Пенмана-Монтейта на реальных метеоданных, а также применение результатов в вычислении SPEI-3 для оценки сельскохозяйственной засухи 15 июля 2023 года.

Цель работы – показать практическую реализацию алгоритмов, необходимых для оптимизации орошения, с учётом методологии [3, 6].

Теоретические основы. Расчет эвапотранспирации на основе уравнений теплового баланса и массопереноса с открытой водной поверхности, впервые был предложен Г. Л. Пенманом [Penman, 1948]. В 1964 г. уравнение Пенмана было модифицировано Дж. Л. Монтейсом с учетом данных о растительности и почве, которые были включены в уравнение в виде аэродинамического сопротивления и потока тепла в почву соответственно [3, 8].

Полученное значение PET (1) применяется в водном балансе для анализа дефицита влаги (D = P – PET), где P – осадки, что критично для расчета в программном обеспечении сельскохозяйственных приложений, включая системы капельного орошения.

$$PET = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma\frac{900}{T+273}u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

Результаты исследования. Расчёт выполнен для широты 55° с.ш., высоты z = 150 м над уровнем моря для условий 15 июля 2023 года. Исходные метеоданные представлены в таблице 1. Они типичны для умеренного климата и соответствуют условиям Волгоградской области [1].

Таблица 1 – Исходные метеоданные

Параметр	Значение	Единицы
Tmax (макс. температура)	25.0	°C
Tmin (мин. температура)	15.0	°C
$T_{ср}$ (средняя температура)	20.0	°C
$RH_{ср}$ (сред. влажность)	65	%
u_2 (скорость ветра на высоте 2 м)	2.5	м/с
n (фактическая инсоляция)	9.0	ч/день
N (макс. инсоляция)	16.1	ч/день

Последовательность расчёта:

Давление насыщенного пара (e_a) определяется по формуле (2):

$$e_a(\mathrm{T}) = 0.6108 \cdot e^{17.27 \cdot T / (T+237.3)}, \text{ кПа} \quad (2)$$

Для максимальной температуры

$$e_s(25) = 0.6108 \cdot e^{17.27 \cdot 25 / (25+237.3)} = 3{,}162 \text{ кПа}.$$

Для минимальной

$$e\ \ (15) = 0.6108 \cdot e^{17.27 \cdot 15 / (15+237.3)} = 1{,}703 \text{ кПа}.$$

Среднее давление насыщенного пара (e□) формула (3) равно 2,433 кПа.

$$e_s = \frac{e(T_{max}) + e(T_{min})}{2}, \text{ кПа} \quad (3)$$

Фактическое давление пара ($e_ф$) формула (4) принимает значение 1,583 кПа.

$$e_ф = \frac{RH_{ср} e_s}{100}, \text{ кПа} \quad (4)$$

Наклон кривой (Δ) определяется по формуле (5).

$$\Delta = 4098 \cdot \frac{e(T_{ср})}{(T_{ср}+237{,}3)^2} \quad (5)$$

При $e(т_{ср})=e(20)=0{,}6108e^{17.27 \cdot 20 / (20+237.3)}=2{,}335$кПа, $\Delta = 4098 \cdot \frac{2{,}335}{(20+237{,}3)^2} = 0{,}1447$ кПА.

Формула расчёта атмосферного давления (6)

$$P = 101.3 \left[\frac{293 - 0.0065z}{293}\right]^{5.26}, \text{ кПа} \quad (6)$$

является стандартной эмпирической зависимостью от высоты над уровнем моря z (м), принятой в FAO-56 для метода Пенмана-Монтейта [8].

Зависимость (6) основана на уравнении Международного стандартного атмосферного давления (ISA) и записана в упрощённом варианте для агрометеорологических расчётов PET при неизвестных точных барометрических данных [9] где:

101,3 кПа – давление на уровне моря при 20°C (293 K),

0,0065 °C/м – вертикальный градиент температуры в тропопаузе,

5,26 – эмпирический показатель степени, полученный из газового закона для сухого воздуха (производная от gM/RL, где g – ускорение свободного падения, M – молярная масса воздуха, R – газовая постоянная, L – температурный градиент).

При z= 150 м $P = 101.3 \left[\frac{293 - 0.0065 \cdot 150}{293}\right]^{5.26} = 99{,}52$ кПа.

При этом γ = 0.000665 × P = 0.000665 × 99.52 = 0.06618 кПа/°C.

Чистая радиация (R□) определяется по формуле (7)

$$R□ = R□□ - R□□ \quad (7)$$

где R□□ – чистая коротковолновая радиация формула (8);
R□□ – длинноволновая радиация.

$$R□□ = (1 - \alpha) \times R□ \quad (8)$$

$$R_s = \left(0.25 + 0.5 \cdot \frac{n}{N}\right) R_a \quad (9)$$

где R_s – коротковолновая радиация;
R_a – внеатмосферная радиация (рассчитана ранее: 39.95 МДж/м²/сутки).
n – фактическая солнечная инсоляция (9.0 ч/сутки).
N – максимальная возможная инсоляция (16.1 ч/сутки для широты 55° с.ш., 15 июля)

Внеатмосферная радиация (R_a) *МДж/м²/сутки* :

$$R_a = \frac{24 \times 60}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s sin(\phi) sin(\delta) + cos(\phi) cos(\delta) sin(\omega_s)], \quad (10)$$

где: $G_{sc} = 0.0820$ МДж/м²/мин – солнечная постоянная,
$d_r = 1 + 0.033 \cos\left(\frac{2\pi J}{365}\right)$ – коэффициент расстояния Земля-Солнце (J – порядковый номер дня года), $\delta = 0.409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} J - 1.39\right)$ – склонение Солнца (рад), $\omega_s = \arccos[-\tan(\phi)\tan(\delta)]$ – угол заката (рад), $\phi = 55°$ – широта станции.

Для 55° с.ш., 15 июля (день года 196):
$d_r = 1 + 0.033 \times \cos(2\pi \times 196/365) = 0.968$, $\delta = 0.409 \times \sin(2\pi \times 196/365 - 1.39) = 0.378$ рад, $\omega_s = \arccos[-\tan(55°) \times \tan(0.378)] = \arccos[-1.428 \times 0.397] = \arccos[-0.567] = 2.173$ рад.
$R_a = [24 \times 60/\pi] \times 0.0820 \times 0.968 \times [\omega_s \times \sin(55°) \times \sin(0.378) + \cos(55°) \times \cos(0.378) \times \sin(\omega_s)] = 458.4 \times 0.0820 \times 0.968 \times [2.173 \times 0.819 \times 0.369 + 0.574 \times 0.929 \times 0.825] = 458.4 \times 0.0820 \times 0.968 \times [0.657 + 0.440] = 458.4 \times 0.0820 \times 0.968 \times 1.097 = 39.95$ МДж/м²/день

Внеатмосферная $R_a = 39.95$ МДж/м²/день.
Коротковолновая R□ = 21.15 МДж/м²/день.
Чистая коротковолновая R□□ = 16.28 МДж/м²/день.
Длинноволновая R□□ = 3.56 МДж/м²/день.
R□ = 12.72 МДж/м²/день.

Подставляя полученные значения формулу (1), получаем PET = 4.43 мм/сутки, при G = 0 .

Таким образом, расчёт по методу Пенмана-Монтейта для заданных условий даёт суточную PET = 4,43 мм, что соответствует месячной сумме около 135 мм (при умножении на 30,5 дней).

Демонстрация расчёта SPEI-3. Индекс SPEI рассчитывается на основе месячных значений водного баланса D = P - PET. Для иллюстрации логики метода воспользуемся данными за шесть месяцев

(табл. 2), где значения PET получены по методу Харгривза (или могут быть заданы). Водный баланс за каждый месяц представлен в последнем столбце [9].

Для июня 2023 г. (D = -190 мм): CDF F(x) ≈ 0.08, SPEI-3 ≈ -1.41 (умеренная засуха) требующую орошения [4, 7].

Таблица 2 – Месячные осадки, PET и водный баланс (демонстрационные данные)

Месяц	P, мм	PET, мм	D = P – PET, мм
Апрель	40	65	–25
Май	35	95	–60
Июнь	20	125	–105
Июль	10	140	–130
Август	45	115	–70
Сентябрь	60	70	–10

Для трёхмесячного масштаба (SPEI-3) накопленный водный баланс D_3 для июня равен сумме D за апрель, май, июнь: -25 -60 -105 = -190 мм. Аналогично для июля: -60 -105 -130 = -295 мм и т. д.

Для преобразования накопленного дефицита в стандартизованный индекс используется трёхпараметрическое лог-логистическое распределение [10]. Параметры распределения (положения γ, масштаба α и формы) оцениваются по историческим рядам D_3 для каждого календарного месяца отдельно. В настоящей демонстрации, ввиду отсутствия многолетних данных, мы используем фиксированные параметры, взятые из литературы для иллюстрации: α = 120, β = 3 , γ = -50 мм. Тогда для июня (D_3 = -190 мм) вычисляем вероятность непревышения:

$$F(x) = \frac{1}{1+\left(\frac{\propto}{x-\gamma}\right)^{\beta}} = F(x) = \frac{1}{1+\left(\frac{120}{-190+50}\right)^{3}} \quad (10)$$

Поскольку x – γ = -140 < 0, стандартная формула требует осторожности; в корректных расчётах используется модификация, обеспечивающая положительность аргумента. Для демонстрации можно принять, что после преобразования вероятность составила F ≈0,08, что соответствует SPEI ≈ -1,41 (умеренная засуха). Подробное описание процедуры стандартизации приведено в работе [10].

Приведённый расчёт SPEI носит исключительно демонстрационный характер. Реальные значения индекса могут быть получены только при наличии длительных (не менее 30 лет) рядов наблюдений и статистической оценки параметров распределения для каждого месяца и масштаба. Использование произвольных параметров, как в данном примере, не позволяет делать выводы о фактической засухе.

Обсуждение. Полученное значение PET = 4,43 мм/сутки хорошо согласуется с типичными летними значениями для Волгоградской области [1] и демонстрирует чувствительность метода Пенмана-

Монтейта к метеопараметрам. Высокая испаряемость в сочетании с малым количеством осадков создаёт дефицит влаги, что подтверждается отрицательным водным балансом в таблице 2.

Для автоматизации расчётов PET и SPEI рекомендуется использовать специализированное программное обеспечение, такое как пакет `SPEI` в среде R [9] или реализации на Python. На рисунке 1 представлен пример программной реализации расчёта PET двумя методами (Пенмана-Монтейта и Харгривза); расхождение между ними составило около 7 %, что приемлемо для оценочных расчётов при отсутствии полных метеоданных.

```
•••  РАСЧЁТ PET ПО МЕТОДУ ПЕНМАНА-МОНТЕЙТА
     PET = 4.41 мм/день
     Ожидаемое значение из документа: 4.43 мм/день

     РАСЧЁТ SPEI (ДЕМОНСТРАЦИЯ)
     Водный баланс D (P - PET) по месяцам:
     Месяц 4: -25.0 мм
     Месяц 5: -60.0 мм
     Месяц 6: -105.0 мм
     Месяц 7: -130.0 мм
     Месяц 8: -70.0 мм
     Месяц 9: -10.0 мм

     Накопленный баланс за 3 месяца (апрель-июнь): -190.0 мм
     Накопленный баланс за 3 месяца (май-июль): -295.0 мм

     Вероятность F(x) для накопления апрель-июнь (x=-190.0): 0.0000
     Вероятность F(x) для накопления май-июль (x=-295.0): 0.0000
     SPEI-3 (июнь) = -4.75
     SPEI-3 (июль) = -4.75
```

Рисунок 1 – Результат программного расчета двумя методами

Вывод. В работе детально изложен алгоритм расчёта потенциальной эвапотранспирации по методу Пенмана-Монтейта на примере метеоданных для 15 июля. Полученное значение PET = 4,43 мм/сутки может быть использовано для планирования орошения. Продемонстрирована логика построения индекса SPEI-3, при этом подчёркнуто, что достоверная оценка засухи возможна лишь при наличии многолетних рядов наблюдений. Представленные материалы могут служить основой для создания автоматизированных систем поддержки принятия решений в агрометеорологии и мелиорации.

Список использованной литературы

1. Агроклиматические ресурсы Волгоградской области / под ред. В. А. Жукова. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 160 с.

2. Буренина Т. А. Пространственно-временная динамика эвапотранспирации в бассейне реки Подкаменной Тунгуски // Сибирский экологический журнал. 2022. Т. 29. № 5. С. 507-519.

3. Мелихова Е. В. Определение поливной нормы при капельном орошении на основе Агрофизического подхода // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 1(79). С. 402-410.

4. Оценка влияния различных методов расчета потенциального испарения на результаты гидрологического моделирования / Н. Ю. Сидоренко, А. Н. Бугаец, С. Ю. Лупаков [и др.] // Водные ресурсы. 2024. Т. 51. № 4. С. 430-444.

5. Оценка точности определения эвапотранспирации с учетом вероятностного характера гидрометеорологической и воднобалансовой информации / В. И. Ольгаренко, Г. В. Ольгаренко, И. В. Ольгаренко, В. И. Ольгаренко // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022. № 1. С. 42-46.

6. Рогачев А. Ф. Система компьютерного моделирования и интеллектуального управления программируемым аграрным производством на основе ретроспективных данных // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 2 (62). С. 390-403.

7. Салугин А. Н. Масштабирование гидрофизических характеристик почвогрунтов // Российская сельскохозяйственная наука. 2022. № 2. С. 8-12.

8. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements: FAO Irrigation and drainage paper 56 / R. G. Allen, L. S. Pereira, D. Raes, M. Smith. Rome: FAO, 1998. 300 p. https://www.fao.org/4/x0490e/x0490e00.htm

9. Beguería S. SPEI: Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index. https://spei.csic.es/home.html

10. Vicente-Serrano S. M. A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index // Journal of Climate. 2010. V. 23. № 7. Pp. 1696–1718.

УДК 519.245:633.2.03

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПАСТБИЩНЫХ ЭКОСИСТЕМ

[1]**Мелихова Е. В.,** *д. т. н., доцент*
[2]**Салугин А. Н.,** *д. с.-х. н., гл. научный сотрудник*

[1]*ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ*
[2]*ФНЦ Агроэкологии РАН*
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Продемонстрировано применение метода Монте-Карло для анализа неопределённости решений в моделях устойчивости пастбищных экосистем (ПЭ), разработанных на основе обыкновенных дифференциальных уравнениях. Метод позволяет оценить вероятностные исходы деградации и восстановления ПЭ при варьировании ключевых параметров модели в заданных диапазонах. Результаты показали, что даже при существенном разбросе входных параметров система сохраняет тенденцию к асимптотическому приближению к стабильному устойчивому состоянию, однако существуют пороговые значения интенсивностей переходов между деградацией и восстановлением, влияющие на вероятность неблагоприятных сценариев.

Ключевые слова: *метод Монте-Карло, устойчивость пастбищных экосистем, вероятностное моделирование, анализ неопределённости, пороговые параметры.*

Введение. Исходная модель динамики ПЭ описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) (1) [1]

$$\begin{cases} \frac{d\mathbf{S_1}}{dt} = (\alpha_{11} - d_{12})S_1 + \alpha_{21}S_2 \\ \frac{d\mathbf{S_2}}{dt} = \alpha_{12}S_1 + (\alpha_{22} - \alpha_{21})S_2 \end{cases} \quad (1)$$

с матрицей переходов А:

$$\boldsymbol{A} = \begin{vmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{vmatrix}, \quad (2)$$

где $S_1(t) + S_2(t) = 100\%$ (суммарная "биомасса" или площадь системы постоянна).
α_{12} – скорость перехода из состояния S_1 в S_2 (скорость деградации).
α_{21} – скорость перехода из состояния S_2 в S_1 (скорость восстановления).
$S_1(0)$, $S_2(0)$ – начальные доли.

У такой системы есть точка устойчивого равновесия:

$$S_1 = \alpha_{21} / (\alpha_{12} + \alpha_{21}),\ S_2 = \alpha_{12} / (\alpha_{12} + \alpha_{21}). \quad (3)$$

Элементы матрицы α_{ij} определяют интенсивность деградации и восстановления ПЭ [2,3]. В статье представлены результаты трёх детерминированных сценариев (рис.1a–c), полученные в виде аналитических замкнутых решений системы (1) с заданными фиксированными коэффициентами переходов и начальными значениями площадей ПЭ.

Исходные параметры системы:

Сценарий (a): α_{12}=0.5, α_{21}=0.5, $S_1(0)$=60%, $S_2(0)$=40%. Равновесие: S_1=50%, S_2=50%. Система симметрична.

Сценарий (b): α_{12}=0.6, α_{21}=0.4, $S_1(0)$=60%, $S_2(0)$=40%. Равновесие: S_1=40%, S_2=60%. Преобладает состояние S_2.

Сценарий (c): α_{12}=0.34, α_{21}=0.5, $S_1(0)$=40%, $S_2(0)$=60%. Равновесие: S_1≈59.5%, S_2≈40.5%. Преобладает состояние S_1.

В реальности параметры (α_{12}, α_{21}, $S_1(0)$, $S_2(0)$) не постоянны. Они подвержены влиянию погоды, деятельности человека, ошибок измерений и т. д. Метод Монте-Карло (МК) позволяет оценить, как эта неопределенность влияет на конечный результат, давая не одно число, а распределение вероятностей [1, 4].

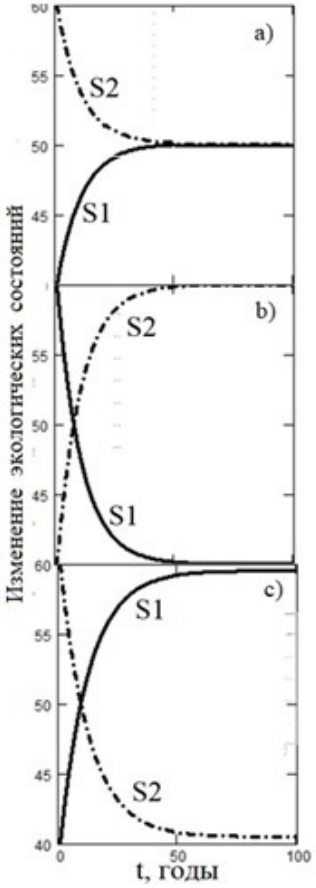


Рисунок 1 – Динамика экосистемы с двумя состояниями: a) $S_1(0) = 60\%, S_2(0) = 40\%, \alpha_{12} = \alpha_{21} = 0.5$; b) $S_1(0) = 60\%, S_2(0) = 40\%, \alpha_{12} = 0.6; \alpha_{21} = 0.4$; c) $S_1(0) = 40\%, S_2(0) = 60\%, \alpha_{12} = 0.34, \alpha_{21} = 0.5$.

Методика. Решение методом МК можно разбить на следующие этапы.

1. Определение источников неопределенности и их распределений.

Для каждого параметра задается диапазон возможных значений:

α_{12} и α_{21}: варьируются в пределах ±15% от своего номинального (базового) значения для каждого сценария.

Для сценария (b): базовое α_{12}=0.6. Диапазон: [0.6 - 0.60.15; 0.6 + 0.60.15] = [0.51; 0.69]. $S_1(0)$ и $S_2(0)$: варьируются в пределах ±10% от номинала.

После случайного выбора $S_1(0)$ и $S_2(0)$ их нормализуют, чтобы сумма оставалась 100 %. Для равномерного распределения любое значение внутри указанного диапазона равновероятно [5, 6, 7].

2. Генерация ансамбля случайных реализаций (прогонов)

Выполняется N = 10 000 независимых экспериментов. Для каждого эксперимента i:

Генератор случайных чисел (с равномерным распределением) выбирает конкретную комбинацию параметров: α_{12}(i), α_{21}(i), S_1(0, i), S_2(0, i).

С этой комбинацией численно решается система ОДУ на интервале 50 лет. Используются стандартные методы (Рунге-Кутта, Эйлера и др.), упомянутые как [8,9].

Фиксируется результат – значения $S_1(50, i)$ и $S_2(50, i)$ в конце моделирования.

3. Для каждого из 10 000 результатов применяются критерии:

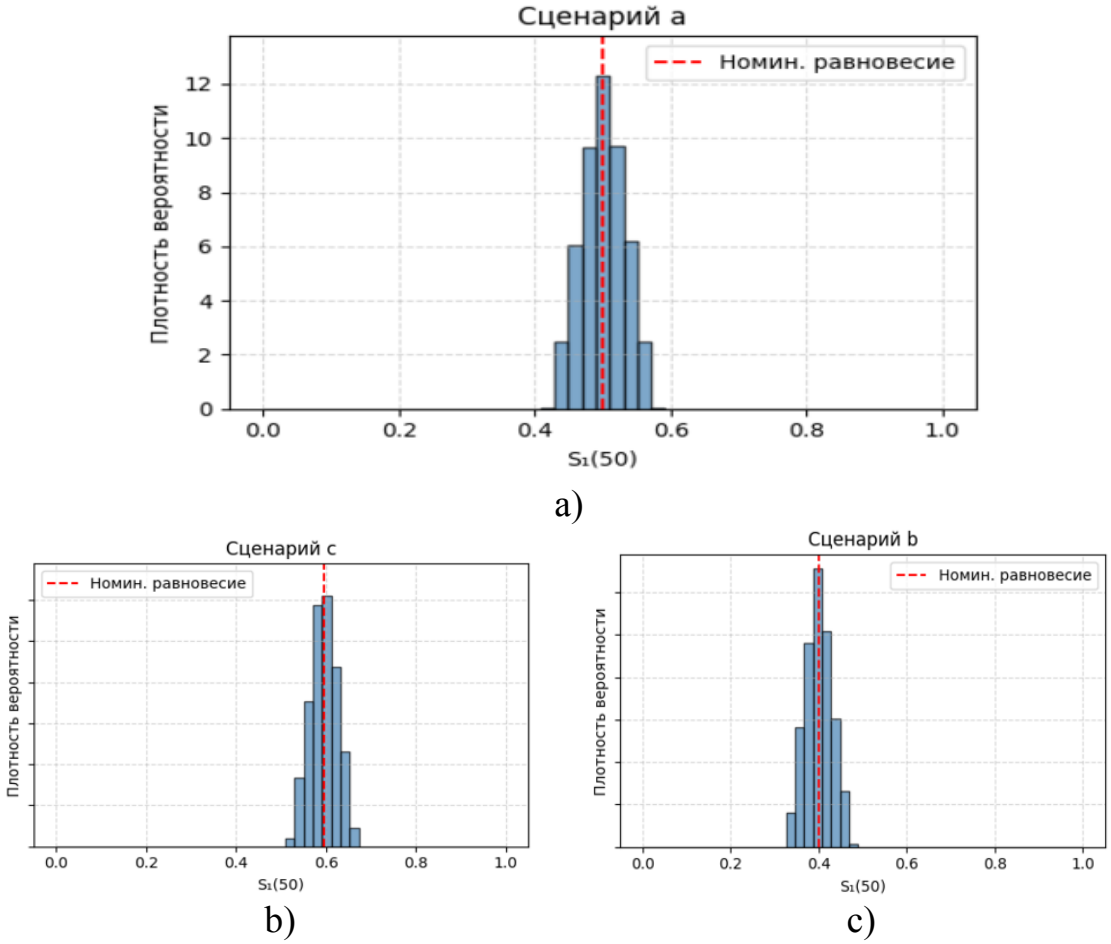
Устойчивое равновесие: $|S_1(50) - S_2(50)| < 5$ %. То есть состояния практически сравнялись (50 % ± 2.5 %).

Деградация: $S_2(50) > 70$ %. Состояние S_2 стало явно доминирующим.

Восстановление: $S_1(50) > 70$ %. Состояние S_1 стало явно доминирующим.

4. Для каждого сценария (a, b, c) подсчитывается, какой процент прогонов попал в каждую из трех категорий.

Для решения данной задачи была использована программа на языке Python при реализации которой была построена гистограмма распределения конечной биомассы $S_1(50)$ по всем 10 000 прогонов (рисунок 2).



a)

b) c)

Рисунок 2 – Распределение S_1 (50) для сценариев:
a): входные параметры: $\alpha_{12} = 0{,}5$, $\alpha_{21} = 0{,}5$, $S_1(0) = 60\%$, $S_2(0) = 40\%$; b): входные параметры: $\alpha_{12} = 0.6$, $\alpha_{21} = 0.4$, $S_1(0) = 60\%, S_2(0) = 40\%$; c): входные параметры: $\alpha_{12} = 0.34$, $\alpha_{21} = 0.5$, $S_1(0) = 40\%, S_2(0) = 60\%$.

На гистограммах по горизонтали откладывается $S_1(50)$ (от 0 % до 100 %), а по вертикали – плотность (количество или доля прогонов), с которой было получено данное значение.

Сценарий (a): Исходное равновесие 50 %/50 %. При вариации параметров ±15 %/10 % распределение $S_1(50)$ будет узким пиком вокруг 50%. Большинство значений попадет в интервал критерия «равновесия» (47,5 % – 52,5 %). Крайние события (деградация/восстановление) маловероятны (~3 %). Вывод: система робастна (устойчива к возмущениям).

Сценарий (b): Исходное равновесие смещено в сторону S_2 (40%/60%). При вариациях распределение $S_1(50)$ будет смещено влево (к меньшим значениям S_1) и шире. Пик будет около 40%, но "хвост" распределения, уходящий в область ниже ~30 % (что соответствует S_2 > 70 %), будет значительным (28 %). Это означает высокий риск деградации. Анализ поднаборов данных показывает что, если сгенерированный α_{12} окажется > 0.65, то риск деградации резко возрастает (> 50 %).

Сценарий (c): Исходное равновесие смещено в сторону S_1 (~60%/40%). Распределение $S_1(50)$ будет смещено вправо. Большинство прогонов даст $S_1(50)$ > 70% (восстановление – 76%). Чувствительность к снижению α_{21} (скорости восстановления) высока: если оно упадет ниже 0.4, шансы на восстановление резко снижаются.

Обсуждение. Метод Монте-Карло позволил выявить пороговые значения параметров, при которых происходит смена режима функционирования ПЭ. Например, для сценария b критическим является превышение α_{12} > 0.65, что соответствует росту антропогенной нагрузки или климатических факторов, ускоряющих деградацию.

Визуализация результатов – гистограммы (рисунок 2) распределения конечной биомассы S_1 для каждого сценария, показала, что:

- В сценарии *a* распределение узкое (малая дисперсия), что подтверждает устойчивость.
- В сценариях *b* и *c* распределения смещены в сторону деградации или восстановления соответственно, а их ширина свидетельствует о высокой неопределённости прогноза.

Полученные вероятностные оценки позволяют ранжировать риски для конкретных территорий. Например, для зон с параметрами, близкими к сценарию *b*, рекомендуется снижать нагрузку на пастбища для уменьшения α_{12} ниже порогового значения.

Заключение. Применение метода Монте-Карло к исходной модели ПЭ расширяет её аналитические возможности, позволяя перейти от детерминированных сценариев к вероятностным прогнозам. Метод позволяет выявить «критические точки» (как α_{12} > 0.65 в сценарии b), при которых система резко меняет свое поведение. Это важно для принятия управленческих решений.

Результаты подтверждают, что устойчивость ПЭ в аридных условиях сильно зависит от баланса между интенсивностью деградации α_{12} и восстановления α_{21}.

Гистограммы (рис.2) наглядно показывают разницу между сценариями:

(a) – узкий пик → устойчивость.

(b) – широкое, смещенное распределение → неопределенность и риск.

(c) – смещенный пик → высокая вероятность благоприятного исхода (восстановления).

Таким образом, метод Монте-Карло в данной задаче служит инструментом для анализа чувствительности и оценки вероятностных исходов в условиях неопределенности параметров модели ПЭ для обоснования стратегии управления пастбищными ресурсами [8, 10, 11].

Список использованной литературы

1. Метод Монте-Карло для вычисления вероятности моноклональности клеточных линий / С. С. Тимонова, В. И. Павелко, И. А. Кирик [и др.] // Биотехнология. 2024. Т. 40. № 1. С. 100-108.

2. Метод определения предельно допустимой нагрузки на экосистему / Л. Х. Бадалян, В. Н. Курдюков, А. М. Овчаренко, С. В. Кучеренко // Устойчивое развитие горных территорий. 2022. Т. 14. № 3 (53). С. 430-439.

3. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) / Н. П. Бусленко, Д. Голенко, И. М. Соболь [и др.]. Москва: Физматгиз, 1962. 332 с.

4. Михайлов Г. А. Вероятностные модели, интегральные уравнения и весовые методы Монте-Карло // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2004. Т. 44. № 1. С. 30-37.

5. Орлов А. И. Предельные теоремы и метод Монте-Карло // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2016. Т. 82. № 7. С. 67-72.

6. Салугин А. Н. Моделирование дефляции аридных пастбищ с помощью марковских цепей // Экосистемы: экология и динамика. 2017. № 4. С. 5-22.

7. Салугин А. Н., Кулик К. Н. Математические модели и прогноз деградации аридных почвенно-растительных систем. // Аридные экосистемы. 2024. № 3 (100). С. 28-36.

8. Свирежев Ю. М., Логофет Д. О. Устойчивость биологических сообществ. М.: Наука, 1978. 352 с.

9. Соболь И. М. О численных методах для функций, зависящих от большого количества переменных // Математическое моделирование. 2017. Т. 29. № 2. С. 135-138.

10. Хорн З., Джонсон Ч. Матричный анализ. М.: Мир. 1989. 655 с.

11. Черкашин А. К. Натурные и дистанционные исследования и математическое моделирование горностепных экосистем на ландшафтной основе // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 4 (85). С. 108-115.

УДК 519.8:631.674.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРУИ ПРИ ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКЕ РАСТЕНИЙ

Мильченко Н. Ю., *к. т. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Предложена математическая модель расчета кинематических показателей струи при внекорневой подкормке растений с учетом коэффициента неравномерности распределения удобрительных растворов средств химизации и метеорологических условий. Указан диапазон оптимальной концентрации и число циклов режима внесения удобрений с поливной водой при малообъемном дождевании в технологическом процессе вегетативных подкормок на примере кормовых культур.

Ключевые слова: *мелкодисперсное дождевание, равномерность распределения капель, потери жидкости в результате сноса, распределение удобрительных растворов.*

При использовании гидравлических распылителей не обеспечивается диспергирование рабочей жидкости на капли одной величины в спектре распыла: всегда имеются капли разных размеров от мелких до крупных. При использовании гидравлических распылителей неравномерность распределения капель на обрабатываемой поверхности как правило составляет 25-30 %, в зоне обработки удаётся осадить лишь 20-70 % распыляемых препаратов за счет сноса мелких капель (20-60мкм) и стекания крупных (350-880 мкм) с обработанных растений на почву, что приводит к перерасходу растворов и загрязнению окружающей среды [1, 2, 3].

Анализ работ, посвященных вопросам генерации, распространения и осаждения аэрозолей, а также работ учёных, занимавшихся многолетними исследованиями и производственными испытаниями наземного малообъёмного и ультрамалообъёмного опрыскивания плодовых садов, виноградников, полевых культур и хлопчатника [2, 3] показал, что исследование воздушно-жидкостных струй наземных опрыскивателей до настоящего времени проводились, главным образом, в области взаимодействия их с обрабатываемыми растениями и взаимодействия распыливаемой жидкости с воздушным потоком в струеобразующем устройстве (для вентиляторных опрыскивателей). Законы распространения различных капельных струй в свободном пространстве, в попутном, встречном потоках воздуха, поведение ка-

пель (их дополнительное дробление, испарение), в частности динамика полёта капель с учётом их размера и метеорологических условий (направление и скорость ветра) и параметров рабочих органов дождевальных машин, исследованы в меньшей степени.

Для выбора режима распыления растворов сельскохозяйственного назначения, обеспечивающего минимальные потери и большую равномерность распределения жидкости разработана компьютерная программа (Свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017619110 от 15.08.2017 г.) «Моделирование кинематических показателей струи при мелкодисперсном дождевании», которая позволяет моделировать траектории полета, скорости и ускорения отдельных фракций водяных капель при мелкодисперсном дождевании для дальнейшего определения коэффициента неравномерности, доли возможных потерь жидкости в результате сноса капель ветром, с учётом метеорологических условий, физико-химических особенностей вносимой жидкости и состояния обрабатываемых поверхностей. Это дает возможность оптимизации выбора типа и режима эксплуатации распыливающей аппаратуры для автоматизированных систем опрыскивания [4, 7].

Учитывая изменения массы движущихся капель за период между моментами образования и осаждения их на листьях растений, а также статистический характер изменения во времени и в пространстве потока атмосферного воздуха при разработке математической модели распределения и осаждения капель растворов на растениях и расчёте кинематических характеристик дисперсной среды приняты следующие допущения:

1. Скорость ветра до 4 м/с не влияет на дисперсный состав капель.

2. Движение воздуха в пространстве факела капель остается одномерным и стационарным. Вертикальная составляющая скорости ветра равна нулю, т. е. влиянием конвективных течений и турбулентных пульсаций пренебрегаем.

3. Температура капель отличается от температуры окружающего воздуха не более чем на 2-3 °С, капли в полете не изменяют свою массу и не взаимодействуют, т. е. влиянием испарения капель пренебрегаем.

Все капли образуются в начале частично раздробленной части струи, вылетают под углом α к горизонту с одинаковыми стартовыми скоростями V_0, равными скорости жидкости в частично раздробленной части струи, вытекающей из насадки.

С учетом высоты установки распыливающей аппаратуры и высоты растений, образующиеся капли имеют начальные координаты [4, 6-8]:

$$x_0 = R_k cos\alpha\,, \qquad (1)$$

$$y_0 = R_k sin\alpha - \frac{R_k^2}{4H\left(1 - \frac{\lambda R_k}{d_н}\right)} + h_н - h_р\,, \qquad (2)$$

где: $R_к$ – расстояние от насадки до конца компактной части струи, м;
$d_н$ – диаметр выходного сечения насадки, м;
α – угол вылета струи жидкости из насадки, рад;
H – напор на входе в насадку, м;
$h_р$ – высота растений, м;
$h_н$ – высота установки дождевальной насадки (распылителя).

В соответствии с принятыми допущениями начальная скорость движения капель V_0, м/с, равна

$$V_0 = \varphi\sqrt{2gH\left(1 - \lambda\frac{R_k}{d_н}\right)}\,, \qquad (3)$$

где коэффициент

$$\lambda = 0{,}25\left(1 - e^{-\frac{H}{1{,}6\cdot 10^6 d_н}}\right)\,, \qquad (4)$$

φ – коэффициент скорости истечения, зависящий от диаметра насадки, режима движения жидкости.

Для диапазона чисел Рейнольдса $0 < Re < 10^4$ принята эмпирическая зависимость коэффициента лобового сопротивления C от числа Re:

$$C = \frac{24}{Re} + \frac{4{,}565}{\sqrt[3]{Re}} - \frac{0{,}491}{\sqrt{Re}} \qquad (5)$$

Расчетное значение числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{|U|d_k}{\nu} \qquad (6)$$

где: $d_к$ – диаметр капли, м;
U – скорость движения капель относительно потока воздуха, м/с;
ν – кинематическая вязкость воздуха, $м^2/с$.

Поскольку сила лобового сопротивления направлена в сторону, противоположную направлению движения капли, и в момент наибольшей высоты подъёма меняет направление, система дифференциальных уравнений движения капель имеет вид:

$$\begin{cases} \dfrac{dU_x}{dt} = -AC_xU_x^2 \\ \dfrac{dU_y}{dt} = \pm AC_yU_y^2 - g \end{cases}, \qquad (7)$$

где:

$$A = \frac{3\rho_{\text{в}}}{4\rho_{\text{ж}} d_k} \ , \qquad (8)$$

$\rho_{в}$ – плотность воздуха, кг/м^3;

$\rho_{ж}$– плотность вносимой жидкости, кг/м^3;

$C_x = f(Re_x)$;

$C_y = f(Re_y)$.

Определив дальности полета x_1, x_2, x_i для некоторого распределения капель и вычислив расходы водыq_i, выпавшей на каждую элементарную площадку шириной $x_i - x_{i-1}$, можно оценить неравномерность орошения δ:

$$\delta = \frac{1}{q_{i\,\text{ср}}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} \left(q_i - q_{i\,\text{ср}}\right)^2}{m}} \qquad (9)$$

Для различных диаметров капель в зависимости от скорости ветра меняется дальность их полета и коэффициент неравномерности δ.

Для вычисления возможных потерь жидкости в результате сноса капель ветром заданный необходимый радиус орошения L разбивается на i площадок равной длины ΔL:

$$\Delta L = \frac{L}{m} \qquad (10)$$

Затем из всего спектра капель выделяется те капли, абсциссы точек падения которых находятся в интервале [(i–1)ΔL; iΔL]. Произведя суммирование объёмов жидкости, содержащихся в каждой фракции этих капель, получим количество жидкости (в % от всего объёма вылитой жидкости), выпавшей на i – ю площадку зоны орошения. Потери жидкости в результате сноса капель ветром равны сумме объемов жидкости в каждой фракции тех капель, абсциссы которых попали за пределы заданной зоны орошения [5]. Потери жидкости $П_1$ образуются при встречном направлении ветра, $П_2$ – при попутном направлении.

По расчетным значениям дальности полёта капель при изменении скорости ветра в исследуемом диапазоне, коэффициента неравномерности распределения жидкости, с учетом возможных потерь жидкости в результате сноса капель ветром за пределы заданного радиуса орошаемого сектора, прослеживается закономерность возрастания потерь жидкости в результате сноса капель и уменьшения коэффициента неравномерности с увеличением скорости ветра независимо от его направления. Это объясняется тем, что при большей скорости ветра в данный радиус орошения попадает меньшая часть капель (20-40 %), которые и обеспечивают большую равномерность распределения жидкости по сравнению с вариантами при незначительной скорости ветра (до 0,5м/с).

Составленная по этому алгоритму компьютерная программа позволяет выполнить расчёты режима внесения удобрительных растворов и средств защиты растений с учётом метеорологических условий, обеспечивающего минимальные потери и большую равномерность распределения жидкости.

Изменяя диаметр насадки, давление на входе в насадку или угол вылета струи, можно выбрать такой режим внесения растворов сельскохозяйственного назначения с поливной водой, при котором возможные потери $П_1$ и $П_2$ были бы минимальными и обеспечивается равномерное распределение жидкости в соответствии с агротехническими требованиями.

Список использованной литературы

1. Заднепровский, Р. П. Рекомендации по применению усовершенствованных технологий и средств механизации для внесения удобрительных растворов в орошаемом земледелии. Волгоград, 2002. С. 91.

2. Заднепровский Р. П. Технология и механизация внесения средств химизации при малообъемном дождевании // Совершенствование технологических процессов и комплексов машин в орошаемом земледелии: сб. науч. тр. Волгоград, 1990. С. 79-89.

3. Лысов А. К. Совершенствовать технологию применения препаратов // Защита и карантин растений. 1999. № 12. С. 23-24.

4. Мильченко Н. Ю. Вопросы теории распространения и осаждения капель растворов удобрений и химических средств защиты растений // Тез. докл. науч. – практ. конф. молодых ученых и аспирантов. Волгоград, 2001. С. 342-345.

5. Мильченко Н. Ю. Выбор оптимальной концентрации жидких удобрений при внекорневой подкормке с учетом метеоусловий // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в современных экономических условиях: сборник статей международной научно-практической конференции. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2021.

6. Мильченко Н. Ю. Рекомендации по применению технологии внесения растворов удобрений при малообъемном дождевании // Материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2024.

7. Мильченко Н. Ю. Усовершенствованная технология внесения ЖКУ с поливной водой // Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2014. Т. 3. С. 83-85.

8. Мильченко Н. Ю. Экологические проблемы применения и пути сокращения потерь растворов сельскохозяйственного назначения при мелкодисперсном дождевании с учетом метеоусловий // Оптимизация сельскохозяйственного землепользования и усиление экспортного потенциала АПК РФ на основе конвергентных технологий: международный научно-практический форум. Волгоград, 2020. Т. 4. С. 87-91.

УДК 004.89:377

ИИ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КЛАССИФИКАЦИИ ОШИБОК И ГЕНЕРАЦИИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ НА ОСНОВЕ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КОДА В СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ СТУДЕНТОВ СПО

Процюк М. П., *преподаватель*
Токарева Ю. М., *к. соц. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ,
ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Предложена онтологическая модель, включающая 15 классов и более 20 семантических связей, описывающих образовательный процесс, профессиональные компетенции и механизмы обратной связи. Реализованы функции автоматизированного анализа кода, генерации персонализированных рекомендаций и отслеживания прогресса обучения. Обеспечена поддержка SPARQL-запросов для аналитики образовательных данных и экспорт в форматы (RDF, JSON-LD). В ходе исследования разработана и апробирована онтологическая модель системы обучения программированию студентов уровня СПО с использованием ИИ-ассистента в среде Colabortory.

***Ключевые слова**: ИИ-ориентированные технологии, профессиональное образование, искусственный интеллект, обучение программированию, классификации ошибок.*

Введение. Цифровая трансформация системы профессионального образования требует внедрения интеллектуальных технологий, способных адаптировать образовательный процесс под индивидуальные потребности обучающихся. Особую актуальность эта задача приобретает в системе среднего профессионального образования (СПО), где приоритетом является формирование практических навыков в сжатые сроки [1-3].

Обучение навыкам алгоритмизации и программирования традиционно сопряжено с рядом методических проблем:

– высокая вариативность решений одной задачи;

– необходимость оперативной обратной связи;

– дефицит преподавательских ресурсов для индивидуальной работы;

– разнородный уровень предварительной подготовки студентов [2].

Основная часть. Современные технологии искусственного интеллекта (ИИ), в частности большие языковые модели (LLM) и методы машинного обучения, открывают новые возможности для автоматизации образовательных процессов [4-5].

Таблица 1 – Сравнение с системами-аналогами

Система	Онтология	ИИ-анализ	Безопасность	Персонализация
GitHub Classroom	-	Частично	+	-
Coursera AutoGrader	-	+	+	Частично
Яндекс.Контест	-	+	+	-
Разработанная система	+	+	+	+

Сравнение с системами-аналогами показало, что существующие решения часто не учитывают специфику СПО и не предоставляют структурированной модели данных для интеграции с образовательными платформами (Таблица 1) [6-7].

Разработанный ИИ-ассистент реализует три ключевые функции: статический анализ кода (Рисунок 1), классификация ошибок (таблица 2) и персонализация подсказок (Рисунок 3).

```
def анализировать_код(код: str, эталон: str) -> ОбратнаяСвязь:
    # Проверка синтаксиса
    # Проверка стиля (PEP8)
    # Сравнение структуры с эталоном
    # Генерация рекомендаций
```

Рисунок 1 – Структура модуля статического анализа кода

Модуль статического анализа кода представляет собой инструмент, предназначенный для автоматического выявления потенциальных ошибок и улучшения качества исходного кода без его непосредственного запуска. Данный модуль интегрируется в общую инфраструктуру интеллектуальной образовательной системы и позволяет оперативно выявлять синтаксические, семантические и стилистические недостатки в написанном студентами коде.

Таблица 2 – Алгоритм классификации ошибок, реализованный в системе

Тип ошибки	Примеры	Действие ИИ-ассистента
Синтаксическая	SyntaxError, IndentationError	указать строку, объяснить правило
Логическая	Неправильный алгоритм	предложить альтернативу
Рантайм	NameError, TypeError	объяснить причину исключения
Стиль	PEP8 нарушения	рекомендовать рефакторинг

Разработка алгоритма классификации ошибок была направлена на повышение точности диагностики возникающих проблем в процессе написания кода учащимися. Предлагаемый алгоритм основан на сочетании подходов машинного обучения и методов обработки естественного языка, что позволило создать гибкую и эффективную систему распознавания типов ошибок (Рисунок 2).

```
def сгенерировать_подсказку(задание, уровень_подготовки):
    if уровень == НАЧАЛЬНЫЙ:
        return "Детальная пошаговая подсказка"
    elif уровень == СРЕДНИЙ:
        return "Направление для размышления"
    else:
        return "Минимальная подсказка"
```

Рисунок 2 – Алгоритм персонализации подсказок (фрагмент)

Для защиты инфраструктуры реализована изолированная среда выполнения, представленная на рисунке 3.

```
безопасный_globals = {
    '__builtins__': {
        'print': print,
        'len': len,
        'range': range,
        # ... безопасные функции
        'open': None,  # Блокировка файлов
        'input': lambda x="": "",  # Блокировка ввода
    }
}
exec(код_студента, безопасный_globals, {})
```

Рисунок 3 – Реализация изолированной среды выполнения кода (фрагмент)

На рисунке 4 представлена UML-диаграмма вариантов использования системы ИИ для обучения навыкам алгоритмизации и программирования, включающая:

1. Акторы системы (прямоугольники):

– Teacher (Преподаватель) – создаёт и настраивает систему;

– Student (Студент) – основной пользователь, обучающийся;

– AI Assistant (ИИ-ассистент) – интеллектуальный помощник.

2. Варианты использования (овалы):

2.1 Функции преподавателя:

– Create Task – создание учебных заданий;

– Configure AI – настройка ИИ-ассистента;

– Evaluate Competences – оценка сформированности компетенций.

2.2 Функции студента:

– Track Progress – отслеживание прогресса обучения;

– Execute Task – выполнение практических заданий;

– Fix Errors – исправление ошибок в коде;

– Get Feedback – получение обратной связи;

– Get Hint – получение подсказок;

– Work in Colab – работа в среде Google Colab;

– Run Code – запуск и выполнение кода.

2.3 Функции ИИ-ассистента:
– Get Feedback – формирование обратной связи;
– Analyze Code – анализ кода студента;
– Generate Recommendations – генерация рекомендаций;
– Get Hint – предоставление подсказок.

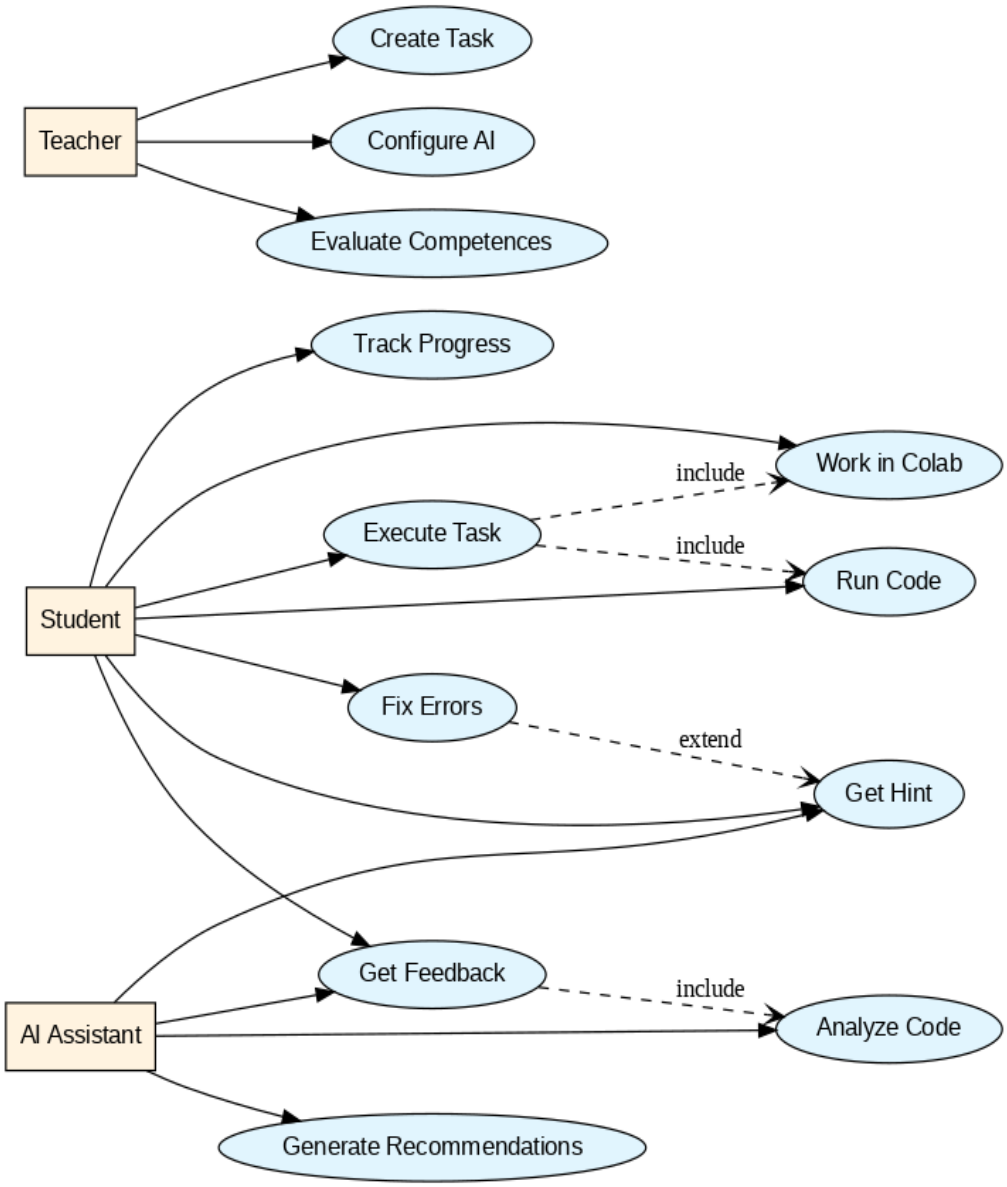


Рисунок 4 – Диаграмма вариантов использования ИИ-ассистента

Представленная на рисунке 5 диаграмма классов системы, демонстрирует целостную архитектуру системы, где образовательный процесс (студент, задания, компетенции) тесно интегрирован с технической платформой (Colab) и поддерживается интеллектуальным ядром (ИИ-ассистент), обеспечивающим автоматическую проверку и обратную связь.

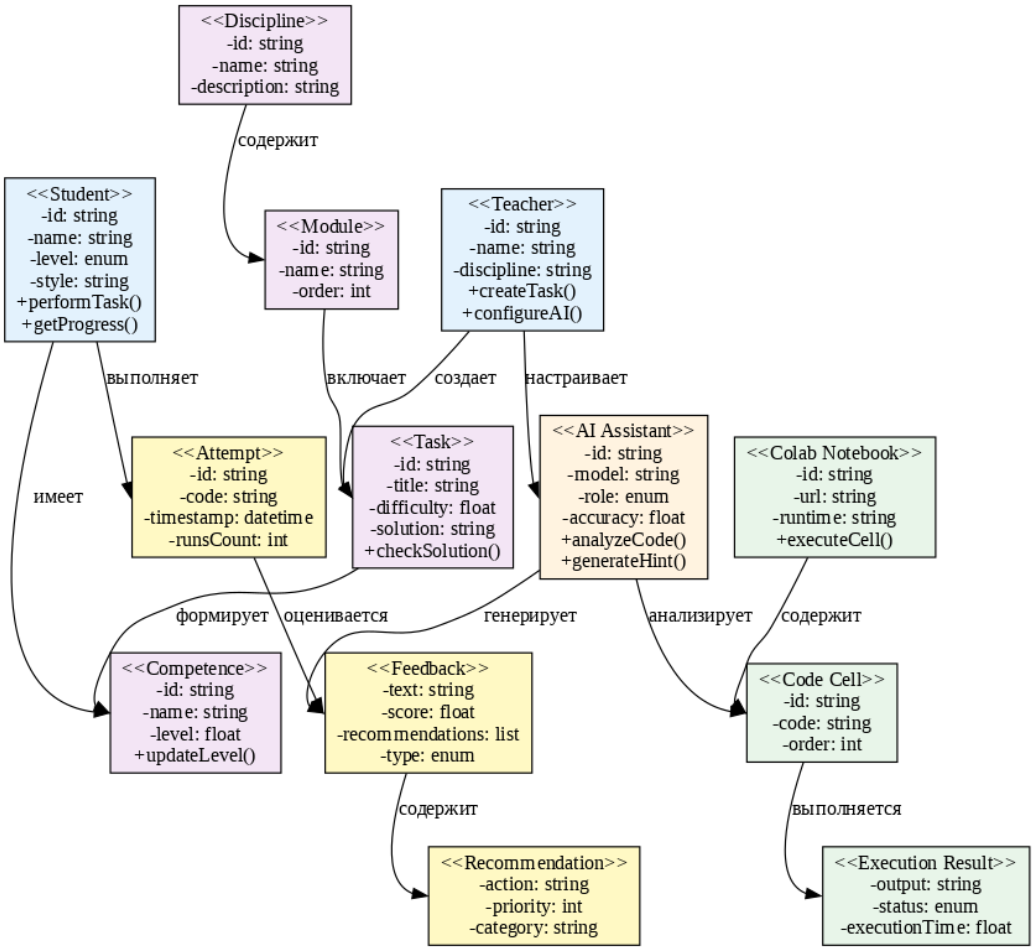


Рисунок 5 – Диаграмма классов разработанной системы

Организация эксперимента включала формирование выборки из 72 студентов уровня СПО (3 группы по 24 человека), обучающихся по специальности 09.02.07 «Информационные системы и программирование» (Таблица 3).

Таблица 3 – Состав и алгоритм реализации эксперимента

Группа	Метод обучения	Кол-во студентов
Контрольная	Традиционный (преподаватель)	24
Экспериментальная 1	ИИ-ассистент + преподаватель	24
Экспериментальная 2	Полностью автономный ИИ	24

Метрики оценки знаний включали уровень сформированности компетенций (тестирование), количество успешных решений задач; время выполнения заданий, удовлетворённость студентов (опрос).

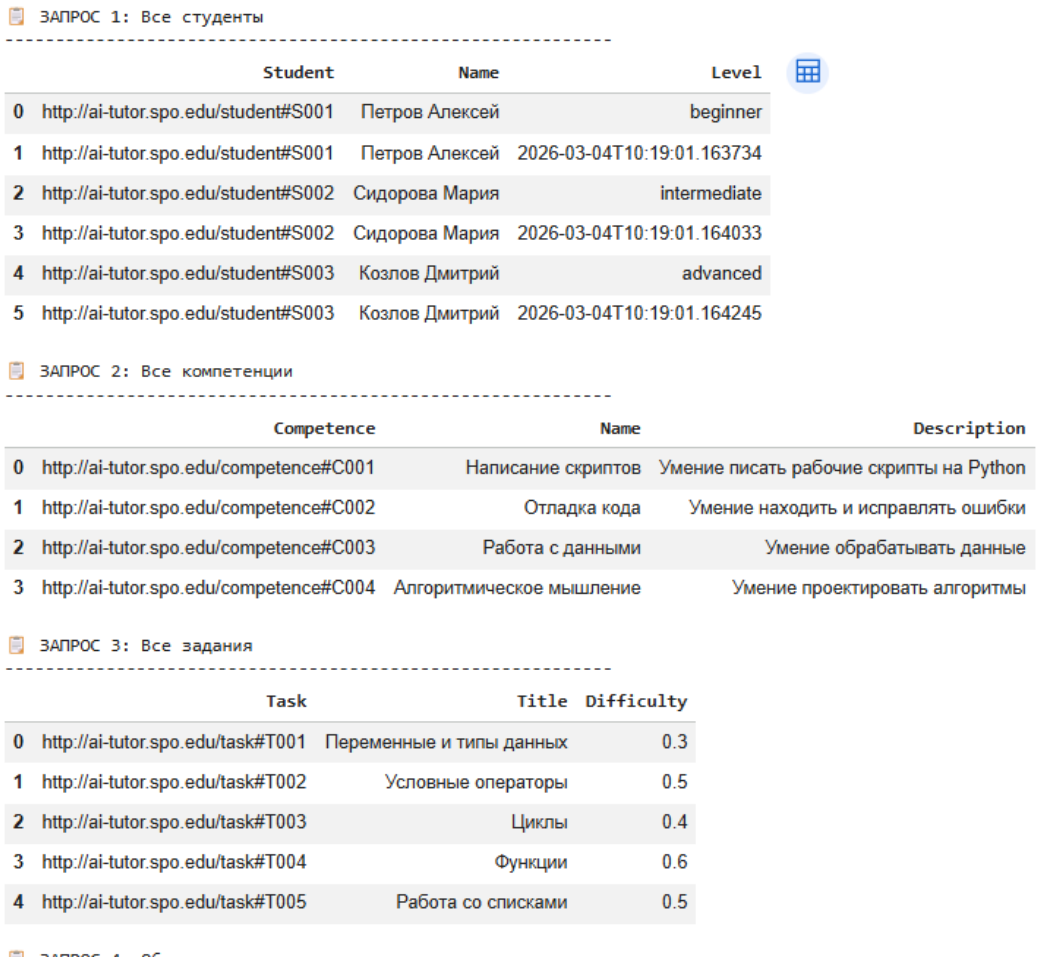
Использование онтологической модели обеспечило:

– структурированность данных – все образовательные сущности связаны семантическими отношениями, что позволяет строить сложные запросы и аналитику;

– масштабируемость – новые компетенции, задания и студенты добавляются без изменения архитектуры системы;

– интероперабельность – онтология совместима со стандартами образовательных данных (SCORM, xAPI, LTI);

– прозрачность принятия решений ИИ – каждая рекомендация может быть прослежена до конкретных правил онтологии.



ЗАПРОС 1: Все студенты

	Student	Name	Level
0	http://ai-tutor.spo.edu/student#S001	Петров Алексей	beginner
1	http://ai-tutor.spo.edu/student#S001	Петров Алексей	2026-03-04T10:19:01.163734
2	http://ai-tutor.spo.edu/student#S002	Сидорова Мария	intermediate
3	http://ai-tutor.spo.edu/student#S002	Сидорова Мария	2026-03-04T10:19:01.164033
4	http://ai-tutor.spo.edu/student#S003	Козлов Дмитрий	advanced
5	http://ai-tutor.spo.edu/student#S003	Козлов Дмитрий	2026-03-04T10:19:01.164245

ЗАПРОС 2: Все компетенции

	Competence	Name	Description
0	http://ai-tutor.spo.edu/competence#C001	Написание скриптов	Умение писать рабочие скрипты на Python
1	http://ai-tutor.spo.edu/competence#C002	Отладка кода	Умение находить и исправлять ошибки
2	http://ai-tutor.spo.edu/competence#C003	Работа с данными	Умение обрабатывать данные
3	http://ai-tutor.spo.edu/competence#C004	Алгоритмическое мышление	Умение проектировать алгоритмы

ЗАПРОС 3: Все задания

	Task	Title	Difficulty
0	http://ai-tutor.spo.edu/task#T001	Переменные и типы данных	0.3
1	http://ai-tutor.spo.edu/task#T002	Условные операторы	0.5
2	http://ai-tutor.spo.edu/task#T003	Циклы	0.4
3	http://ai-tutor.spo.edu/task#T004	Функции	0.6
4	http://ai-tutor.spo.edu/task#T005	Работа со списками	0.5

Рисунок 6 – Результаты экспериментального тестирования разработанной системы

Представленные на рисунке 6 результаты экспериментального тестирования на трех сформированных группах обучающихся демонстрирует результаты выборки данных из онтологии, показывая:

– структурированное хранение данных о студентах;

– компетенции, которые формируются в процессе обучения;

– учебные задания с градацией сложности.

Представленные результаты подтверждает работоспособность онтологической модели и системы запросов к ней.

Результаты. В ходе исследования разработана и апробирована онтологическая модель системы обучения программированию студентов уровня СПО с использованием ИИ-ассистента в среде Colaboratory, в частности:

– спроектирована четырёхслойная онтология, включающая 12 основных классов и 25 семантических связей;

– реализован ИИ-ассистент с функциями статического анализа кода, классификации ошибок и персонализированной генерации подсказок;

– экспериментально доказано повышение эффективности формирования профессиональных компетенций на 23-35 % при использовании ИИ-ассистента.

Заключение. Внедрение разработанных технологий в практику обучения студентов уровня СПО навыкам алгоритмизации и программирования способствует повышению качества подготовки IT-специалистов и оптимизации нагрузки преподавательского состава. Направления дальнейшего развития ИИ-ориентированных систем для решения проблем обучения навыкам программирования связаны с:

– интеграцией с мультимодальными ИИ-моделями для анализа блок-схем и псевдокода;

– внедрением адаптивной системы сложности заданий на основе динамики прогресса;

– расширением онтологии для поддержки дополнительных языков программирования;

– разработкой мобильной версии ИИ-ассистента для доступа к системе вне аудитории.

Список использованной литературы

1. Мазниченко М. А., Лопатинский Д. В. Интеграция традиционных и цифровых технологий в реализации программ среднего профессионального образования // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2020. № 3 (39). С. 35-44.

2. Процюк М. П. Модели управления системой образовательных услуг // Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО. 2014. С. 185-188.

3. Михеева Д. А., Семенова Д. А., Швецова Г. Н. Модель развития математической компетенции студентов среднего профессионального образования посредством мобильных технологий // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2025. Т. 10. № 12. С. 2023-2035.

4. Цирюльников А. С., Лопаткин Н. Н. Применение нейросетевых технологий для обучения программированию студентов СПО // Вестник науки. 2026. Т. 1. № 2 (95). С. 503-513.

5. Процюк М. П., Токарев К. Е. Математическое моделирование процесса подготовки студентов на базе динамической модели Алмона // Стратегическое развитие апк и сельских территорий РФ в современных международных условиях. 2015. С. 236-240.

6. Филатова О. Н. Применение нейросетей в профессиональном образовании // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 77-3. С. 243-245.

7. Ильин И. В. Применение технологии продуктивного обучения в цикле «Разработка модулей программного обеспечения для компьютерных систем» при подготовке техников-программистов в СПО // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании. 2024. № 20. С. 5-11.

УДК 004.89:633

ОБЗОР И ОБОСНОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ГЛУБОКИХ ИНС ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ РАЗВИТИЯ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ НА РАННИХ СТАДИЯХ

Рогачев А. Ф., *д. т. н., профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены проблемы интеллектуального выявления различных классов участков ландшафтов по их цветным изображениям. Проведен структурный анализ архитектур известных глубоких нейронных сетей с фиксированной и переменной структурой. Оценены показатели качества построенных нейросетей.

Ключевые слова: *RGB-изображение, интеллектуальное выявление участков изображений, архитектура нейронной сети.*

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-21-20019 и Волгоградской области.

Проблема интеллектуального выявления различных классов характерных участков ландшафтов по их цветным изображениям успешно решается интеллектуальными методами нейросетевых технологий, обеспечивающих в Он-лайн режиме оперативную классификацию и сегментацию графической информации [2, 5, 9, 10]. Решение возникающей при этом задачи множественной нейросетевой классификации требует обоснования архитектуры и гиперпараметров глубоких нейросетей, их параметризацию и развертывание на мобильных устройствах с учетом специфики автоматизируемого технологического процесса и особенностей анализируемых объектов.

Такая задача является актуальной для технологических систем, ориентированных на протяженные лесные массивы, анализа эрозионных процессов деградации земель, а также в сельскохозяйственном производстве, где также возникает необходимость автоматизированного мониторинга агрофитоценозов, в частности, на ранних стадиях развития и на значительных площадях.



Рисунок 1 – Схема СА глубокой нейронной сети с фиксированной и переменной структурой [2]

На рисунке 1 приведена обобщенная схема системного анализа (СА) глубокой нейронной сети [2], отражающая основные этапы, необходимые для ее синтеза с учетом особенностей решаемых интеллектуальных задач.

Автоматизированный интеллектуальный анализ цветных изображений, оперативно передаваемых посредством RGB камер БПЛА, исследовался в работах Якушева В. П., Якушева В. В., Полуэктова Р. А., Михайленко И. М., Петрушина А. Ф. Kitonsa H., Kruglikov S. и др. [2].

В основном рассматривается влияние агрометеорологических, почвенно-климатических и организационно-технологических совокупностей факторов на продуктивность посевов. Анализируется закономерности взаимосвязи безразмерных вегетационных индексы (NDVI и др.), формируемых путем математической обработки различных фрагментов спектров, получаемые дистанционно.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) можно использовать в аграрном производстве для оценки качества выполнения технологических операций [2, 5], а также в составе многофункциональных робототехнических комплексов, оснащенных тепловизорами, мультиспектральными и ИК-камерами для оценки и корректировки состояния мелиоративных объектов и ГТС.

Использование методов искусственного интеллекта (ИИ) с построением ИНС является перспективным для решения задач компьютерного зрения (CV) [3, 6, 9]. Исследователи нейросетевых подходов, включая Е. С. Борисов, А. В. Созыкин, J.-S.R. Jang, L.-X. Wang, J. M. Mendel, T. Takagi, M. Sugeno, R. Fuler, O. Nelles и др., раскрывают функционально-технологические аспекты применения ИНС [3, 6, 9].

Среди основных проблем обучения глубоких нейронных сетей отмечаются возможность «исчезающего градиента», длительное время обучения, «переобучение» и др. [2, 5]. Часть из них решаются выбором соответствующей архитектуры, включая чередование слоев нейронов различного типа, часть – предобработкой входных данных, а часть – оптимизацией гиперпараметров нейросетей.

В слоях GRNN используется вентили обновления и сброса [9]. Первый определяет, будет ли применяться новое значение, а вентиль сброса задает текущего значения при расчете нового. Рекуррентные сети, могут запоминать информацию о предшествующей информации.

В сетях на основе слоев LSTM упомянутая проблема устраняется за счет использования тождественной функции [9]. Слои LSTM дополняются обратной связью, реализуемой дополнительным входом с единичным коэффициентом передачи сигнала.

Управление слоями LSTM обеспечивается посредством входного, выходного и вентиля забвения. В процессе обучения, когда входной вентиль открыт, то значение входа копируется в ячейку запоминания, а если он закрыт, то входные сигналы не меняют ее содержание. Открытый выходной вентиль позволяет прочитать значение из ячейки, но, когда оно уже не нужно, его стирают вентилем забывания. Перечисленные слои позволяют определять важность анализируемой информации, произошедшей предшествующие циклы шагов, для ее запоминания [9].

Развитие сверточных нейронных сетей ускорилось с появлением функции активации «rectified linear unit» (1), снижающей проблему исчезающего градиента и время обучения за счет сокращения объема и времени вычислительных операций:

$$\mathrm{ReLU}(x) = \max(0, x). \quad (1)$$

На основе сочетания описанных слоев создают различные архитектуры нейросетей. Например, сеть GoogleNet, успешно применяемая для задач компьютерного зрения [9], включает 22 слоя.

Еще одной проблемой нейросетевого анализа является интерпретация информации от видеокамер и сенсоров, смонтированных на мобильных транспортно-технологических агрегатах [4, 7, 8].

Таким образом, проблема оптимизации архитектуры нейросетей для автоматизированного интеллектуального выявления характерных зон на цветных изображениях является актуальной в приложениях различного назначения. В связи с этим целью настоящего исследования является обоснование архитектуры нейронной сети для автоматизированного выявления характерных участков цветных изображений для мобильных киберфизических систем.

Аналитический обзор подходов к автоматизированному распознаванию и выявлению характерных участков на цветных изображениях, на примере распознавания дефектов сельскохозяйственных посевов, позволил выявить базовые методы, применяемые для решения задач распознавания и классификации

Исследуемые изображения анализируемых участков агрополей были получены с помощью 4К-камер, установленных на квадрокоптерах DJI Phontom 4.

Поскольку качество и производительность проектируемой нейросети существенно зависят не только от архитектуры и гиперпараметров, но и от характеристик обучающего датасета, то используют различные способы предобработки исходных изображений, включая корректировку размерности цветных изображений. Характерные изображения, получаемые с помощью видеокамер БПЛА, приведены на рисунке 2.

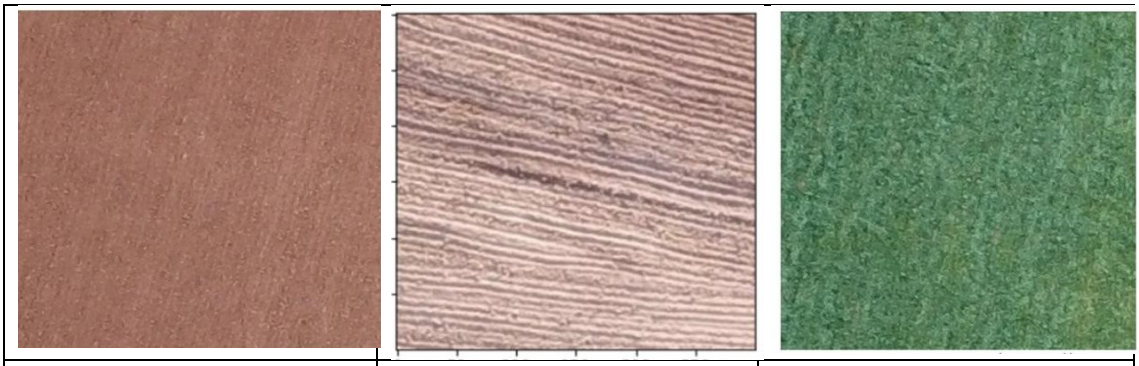


Рисунок 2 – Типовые изображения участков полей для обучения ANN:
a – Прокультивированное поле; b – засеянное поле;
c – сплошные всходы

При парсинге изображений при подаче на вход ИНС их размер приводился к 300x300 пикселей в трех RGB-каналах формата png.

Для параметризации нейросетей использовались макропараметры всех исследуемых архитектур. Предобработка полученных цветных изображений предусматривала их нормализацию по каждому из RGB-каналов.

При проектировании архитектуры нейросети были дополнительно проанализированы известные архитектуры нейросетей, например, Inception, включающие как полносвязные и сверточные, так и рекуррентные слои (рис. 1) в различных вариантах их сочетаний.

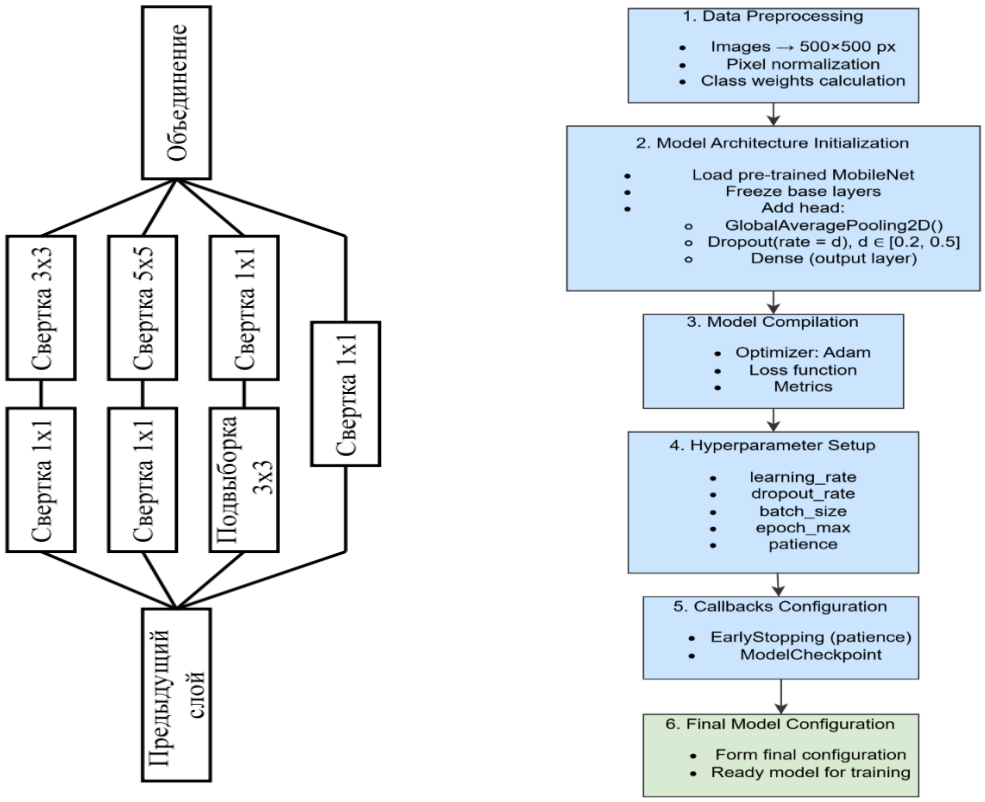
Следует отметить, как перспективную, упомянутую в обзоре архитектуру сети Inception [9], которая строится из набора слоев, реализующих операции свертки и подвыборки разной размерности, объединенных в блоки (рис. 3а) Такая архитектура позволяет избежать переобучения, а также снизить количество параметров сети, которые необходимо обучать, заметно снижая время обучения сети. Возможная реализация одного блока архитектуры Inception показана на рис. 3, а сама сеть включает нескольких блоков Inception, последовательно соединенных между собой.

В процессе автоматизированного поиска и классификации состояния анализируемых участков на примере фитоагроценозов, основной задачей являлась компьютеризированная оценка принадлежности графических изображений к задаваемым классам. При этом формулируемая постановка может быть сведена к известной задаче мультиклассового распознавания классифицируемых изображений, исходной информацией для которой являются графические изображения, получаемые от мобильных спектральных камер.

Для решения задачи выявления состояния посевов, определяющих конечную продуктивность посевов сельскохозяйственных культур, была разработана комбинированная ИНС на основе сочетания сверточных и полносвязных слоев, с общим числом слоѐв – 14, представлена на (рисунок 3б).

Задача мультиклассового анализа характерных участков решалась в следующей постановке. Требуется определить принадлежность цветных изображений, получаемых посредством БПЛА, подаваемых на вход разработанной ИНС, к одному из заранее заданных классов.

Сложность решения задачи мультиклассового распознавания в описанной постановке связана с необходимостью выбора метода предобработки исходных изображений, подаваемых на входные слои ИНС, подбора релевантной архитектуры, обоснование диапазона вариации и выбор гиперпараметров или для получения оптимальной архитектуры ИНС, ориентированных на исследуемую предметную область.



а б

Рисунок 3 – Блок-схемы архитектур ИНС: а – архитектура Inception; б – архитектура комбинированной НС, реализующей трансфер обучения

Базовая архитектура ИНС включала слои пакетной нормализации, сверточные слои

```
(model.add(Conv2D(32, (3,3), padding='same',
                  activation='relu')),
```

чередующиеся со слоем подвыборки вида

```
(model.add(MaxPooling2D(pool_size=(2, 2)))),
```

а также слои регуляризации `(dropout (0.25))`.

Выходной полносвязный слой

```
model.add(Dense(4, activation='softmax'))
```

включал 4 нейрона по числу распознаваемых классов.

Ввиду ограниченного объема полученных БД изображений, в процессе обучения ИНС можно использовать реализуемые на Python генераторы, позволяющие расширять datasets, необходимые для обучения сетей.

Результаты процедуры обучения построенной комбинированной ИНС, ориентированной на сформулированную постановку задачи, приведены на рисунке 4. В процессе подбора архитектуры сети (рисунок 4б) было добавлен полно-связный слой в блоке классификации, что позволило повысить устойчивость обучения и показатель accuracy.



Рисунок 4 – Примеры диаграмм обучения комбинированной ИНС при распознавании состояния посевов:
а) – базового, б) оптимизированный вариант архитектуры

Заключение. Исследована разработанная ИНС, архитектура которой основана на совокупности блоков, включающих слои, реализующие нормализацию RGB-изображений, их свертки, чередующиеся со слоями подвыборки и регуляризации.

Выходной полносвязный слой, число полносвязных нейронов которого соответствует количеству распознаваемых классов дефектов развития агрофитоценозов, успешно решает задачу множественной классификации цветных изображений участков сельскохозяйственных полей.

Результаты исследования архитектуры ИНС могут быть использованы для построения и программной реализации нейросетевых моделей, ориентированных на выявление динамики развития сельскохозяйственных культур. При этом эффективно повышение качества полученной архитектуры нейросети за счет включения предобученной глубокой нейросети с переносом обучения.

Список использованной литературы

1. Бисчоков, Р. М. Анализ и прогноз урожайности кукурузы искусственной нейронной сетью // Вестник Курганской ГСХА. 2025. № 3 (55). С. 3-10.

2. Галушкин А. И. Теория нейронных сетей. Кн. 1: учеб, пособие для вузов. М.: ИПРЖР, 2000. 416 с.

3. Melikhova E. V., Rogachev A. F. Computer Simulation and Optimization of Parameters of Configuration of the Contour of Moistening under Drip Irrigation of Agricultures // Studies in computational intelligence. 2019. V. 826. Pp. 1193-1201

4. Лытов М. Н. Методологические инструменты управления орошением с искусственным интеллектом // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13. № 2. С. 1-18.

5. Заводчиков Н. Д., Спешилова Н. В., Таспаев С. С. Использование нейросетевых технологий в прогнозировании эффективности производства зерна // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (51). С. 216-219.

6. Каширина И. Л., Демченко М. В. Исследование и сравнительный анализ методов оптимизации, используемых при обучении нейронных сетей // Вестник ВГУ. Системный анализ и информационные технологии. 2018. № 4. С. 123-132.

7. Михайленко И. М. Развитие методов и средств применения данных дистанционного зондирования земли в сельском хозяйстве // Тенденции развития науки и образования. 2018. № 41-3. С. 70-83.

8. Рогачев А. Ф., Мелихова Е. В., Белоусов И. С. Исследование развития и продуктивности сельскохозяйственных культур с применением беспилотных летательных аппаратов // Известия НВ АУК. 2020. № 3 (59). С. 397-406.

9. Созыкин А. В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей // Вестн. ЮУрГУ. Сер. Выч. матем. информ. 2017. Т. 6. Выпуск 3. С. 28-59.

10. Rogachev A. F., Antamoshkina E. N., Melikhova E. V., Pleschenko T. V. Fuzzy cognitive modeling of the integral level of regional food security // Scientific and Technical Revolution: Yesterday, Today and Tomorrow. Lecture Notes in Networks and Systems. 2020. Pp. 1173-1181.

УДК 004.89:631.4

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ИНС ДЛЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ХАРАКТЕРНЫХ УЧАСТКОВ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОКРОВОВ

Рогачев А. Ф., *д. т. н., профессор*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены проблемы интеллектуального выявления различных классов участков ландшафтов по их цветным изображениям. Проанализированы известные архитектуры нейросетей. Получены значения качества построенных нейросетей, включая среднюю точность на проверочной выборке.

Ключевые слова: *RGB-изображение, интеллектуальные выявления участков изображений, архитектура нейронной сети.*

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-21-20019 и Волгоградской области.

Проблема алгоритмизации интеллектуального выявления характерных участков ландшафтов по их цветным изображениям успешно решается интеллектуальными методами нейросетевых технологий, обеспечивающих в Он-лайн режиме оперативную классификацию, либо сегментацию графической информации [5, 9, 10]. Решение возникающей при этом задачи множественной нейросетевой классификации требует обоснования архитектуры и гиперпараметров глубоких нейросетей, их параметризацию с учетом особенностей анализируемых графических объектов.

Такая задача является актуальной для агротехнологических систем, ориентированных на лесные массивы, анализа эрозионных процессов деградации земель, а также в сельскохозяйственном производ-

стве, где также возникает необходимость автоматизированного мониторинга протяженных агрофитоценозов, в частности, на ранних стадиях развития и на значительных площадях.

Автоматизированный интеллектуальный анализ изображений, оперативно передаваемых посредством RGB камер БПЛА, исследовался в работах Якушева В. П., Якушева В. В., Полуэктова Р. А., Михайленко И. М., Петрушина А. Ф. Kitonsa H., Kruglikov S. и др. [2], в которых рассматривается влияние агрометеорологических, почвенно-климатических и организационно-технологических совокупностей факторов на продуктивность посевов.

Опубликованы многочисленные отечественные и зарубежные исследования в области создания нейросетей для различных задач сельскохозяйственного производства [0], включая интеллектуальную обработку изображений (рисунок 1).

Использование методов искусственного интеллекта (ИИ) с построением ИНС является перспективным для решения задач компьютерного зрения (CV) [3, 6, 9]. Исследователи нейросетевых подходов, включая таких ученых, как Е. С. Борисов, А. В. Созыкин, J.-S.R. Jang, L.-X. Wang, J. M. Mendel, T. Takagi, O. Nelles и др., раскрывают функционально-технологические аспекты применения ИНС [3, 6, 9].

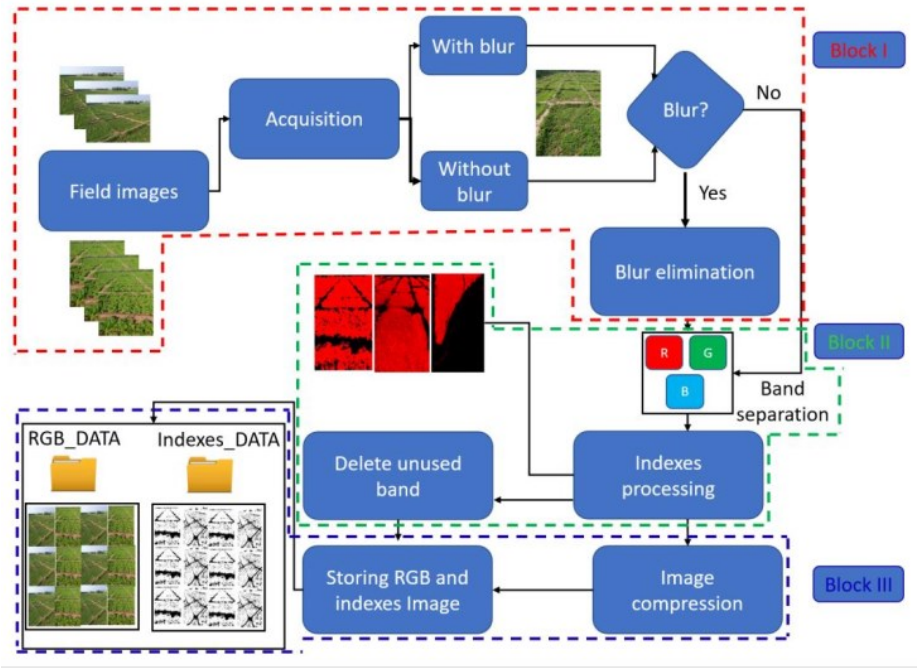


Рисунок 1 – Схема интеллектуальной обработки изображений [0]

Анализируется закономерности взаимосвязи безразмерных вегетационных индексы (NDVI и др.), формируемых путем математической обработки различных фрагментов спектров, получаемые дистан-

ционно. В работе [9] показано, что использование рандомной инициализации весов нейросети совместно с сигмоидальной функцией активации может приводить к быстрому насыщению. Такое насыщение не всегда подходит для обучения нейросетей, особенно глубоких.

Развитию сверточных нейронных сетей способствовало появление функции активации «Rectified linear unit» (ReLU), уменьшающей время обучения за счет сокращения объема и времени вычислительных операций:

$$\mathrm{ReLU}(x) = \max(0, x). \quad (1)$$

Функции активации (1) способствуют также устранению проблемы «исчезающего градиента».

Среди основных проблем обучения глубоких нейронных сетей отмечаются длительное время обучения, вероятность «исчезающего градиента», «переобучение» и др. [2, 5]. Часть из них решаются выбором соответствующей архитектуры, включая чередование слоев нейронов различного типа, часть – предобработкой входных данных, а также оптимизацией гиперпараметров нейросетей.

В сетях на основе слоев LSTM проблема «исчезающего градиента» устраняется за счет использования тождественной функции [9]. Слои LSTM дополняются обратной связью, реализуемой дополнительным входом с единичным коэффициентом передачи сигнала.

Поскольку исследуется анализ и обработка участков графических изображений, в частности, сельскохозяйственных полей, то в качестве базовой архитектуры обычно используют сверточные слои (Convolution2D) и/или блоки на их основе.

Строение архитектуры типичной многозадачной CNN приведена в таблице 1.

На основе сочетания базовых слоев нейронов создают различные архитектуры нейросетей. Например, сеть GoogleNet, успешно применяемая для задач компьютерного зрения [9], включает 22 слоя.

Следует отметить упомянутую в обзоре перспективную архитектуру сети Inception [9], которая строится из набора слоев, реализующих операции свертки и подвыборки разной размерности, объединенных в блоки (рис. 3) Такая архитектура позволяет избежать переобучения, а также снизить количество параметров сети, которые необходимо обучать, заметно снижая время обучения сети.

Таким образом, проблема оптимизации архитектурыи параметров нейросетей для автоматизированного интеллектуального выявления характерных зон на цветных изображениях является актуальной в приложениях различного назначения.

В связи с этим целью настоящего исследования является обоснование методов и параметризация ИНС для задач классификации изображений характерных участков растительных покровов.

Таблица 1 – Архитектура и параметры многозадачной сверточного типа

Тип слоя	Размер ядра	Фильтры	Активация
Convolutional	3x3	16	ReLU
Max-Pooling	2x2		-
Dropout (0.3)			-
Convolutional	3x3	32	ReLU
Fully-connected		10	ReLU
Dropout (0.3)			-
Fully-connected		10	ReLU
Fully-connected		1	ReLU

Задача мультиклассового анализа характерных участков решалась в следующей постановке. Требовалось определить принадлежность цветных изображений, получаемых посредством БПЛА и подаваемых на вход разработанной ИНС, к одному из заранее заданных классов.

Аналитический обзор подходов к автоматизированному распознаванию и выявлению характерных участков на цветных изображениях, на примере распознавания дефектов сельскохозяйственных посевов, позволил выявить базовые методы, применяемые для решения задач распознавания и классификации

Исследуемые изображения анализируемых участков агрополей были получены с помощью 4К-камер, установленных на квадрокоптерах DJI Phontom 4.

Поскольку качество и производительность проектируемой нейросети существенно зависят не только от архитектуры и гиперпараметров, но и от характеристик обучающего датасета, то используют различные способы предобработки исходных изображений, включая корректировку размерности цветных изображений. Характерные изображения, получаемые с помощью видеокамер БПЛА, приведены на рисунке 2.



а) б)

Рисунок 2 – Типичные изображения участков агрополей:
а) эталонного; б) дефектного

При парсинге изображений при подаче на вход ИНС их размер приводился к 300х300 пикселей в трех RGB-каналах формата png. Ввиду ограниченного объема полученных БД изображений, в процессе обучения ИНС можно использовать реализуемые на Python генераторы, позволяющие расширять datasets, необходимые для обучения сетей.

Для параметризации нейросетей использовались макропараметры всех исследуемых архитектур. Предобработка полученных цветных изображений предусматривала их нормализацию по каждому из RGB-каналов.

При проектировании архитектуры нейросети были дополнительно проанализированы известные архитектуры нейросетей, например, Inception, включающие как полносвязные и сверточные, так и рекуррентные слои в различных вариантах их сочетаний.

В процессе автоматизированного поиска и классификации состояния анализируемых участков на примере фитоагроценозов, основной задачей являлась компьютеризированная оценка принадлежности графических изображений к задаваемым классам. При этом формулируемая постановка может быть сведена к известной задаче мультиклассового распознавания классифицируемых изображений, исходной информацией для которой являются графические изображения, получаемые от спектральных или RGB-камер мобильных устройств.

Для решения задачи выявления состояния посевов, определяющих конечную продуктивность посевов сельскохозяйственных культур, была разработана комбинированная ИНС на основе сочетания сверточных и полносвязных слоев.

Сложность решения задачи мультиклассового распознавания в описанной постановке связана с необходимостью выбора метода предобработки исходных изображений, подаваемых на входные слои ИНС, подбора релевантной архитектуры, обоснование диапазона вариации и выбор гиперпараметров или для получения оптимальной архитектуры ИНС, ориентированных на исследуемую предметную область.

Базовая архитектура ИНС включала слои пакетной нормализации, сверточные слои, чередующиеся со слоем подвыборки,
а также слои регуляризации.

Выходной полносвязный слой model.add(Dense(4, activation=’softmax')). Слой включал 4 нейрона, соответствующих числу распознаваемых классов изображений.

На начальном этапе обучения ИНС веса ее нейронов инициализируют малыми случайными числами.

$$(w_1^0, w_2^0, \ldots, w_n^0) \tag{2}$$

С целью снижения негативного влияния стохастичности выбора значений весов нейросети можно использовать детерминированный подход. В обзоре [9] описан метод нормализованной инициализации для инициализации весов, приводящий к снижению насыщения нейронов. Согласно методу нормализованной инициализации весов, их начальные значения W определяются по следующей формуле:

$$W \sim U[-\frac{\sqrt{6}}{\sqrt{n_j + n_{j+1}}}, \frac{\sqrt{6}}{\sqrt{n_j + n_{j+1}}}], \quad (3)$$

где n_j – число нейронов на текущем слое, n_{j+1} – число нейронов на следующем.

По более простой зависимости (4), упомянутые веса инициализации нейронов можно определять в случае использовании полулинейной функции активации:

$$W \sim U[-\frac{2}{n_j}, \frac{2}{n_j}]. \quad (4)$$

Использование такого детерминированноо метода, реализуемого (3), (4) позволяет ускорить обучения глубоких нейросетей без использования их предварительного обучения.

Результаты обучения построенной комбинированной ИНС, ориентированной на сформулированную постановку задачи, приведены на рисунке 4.

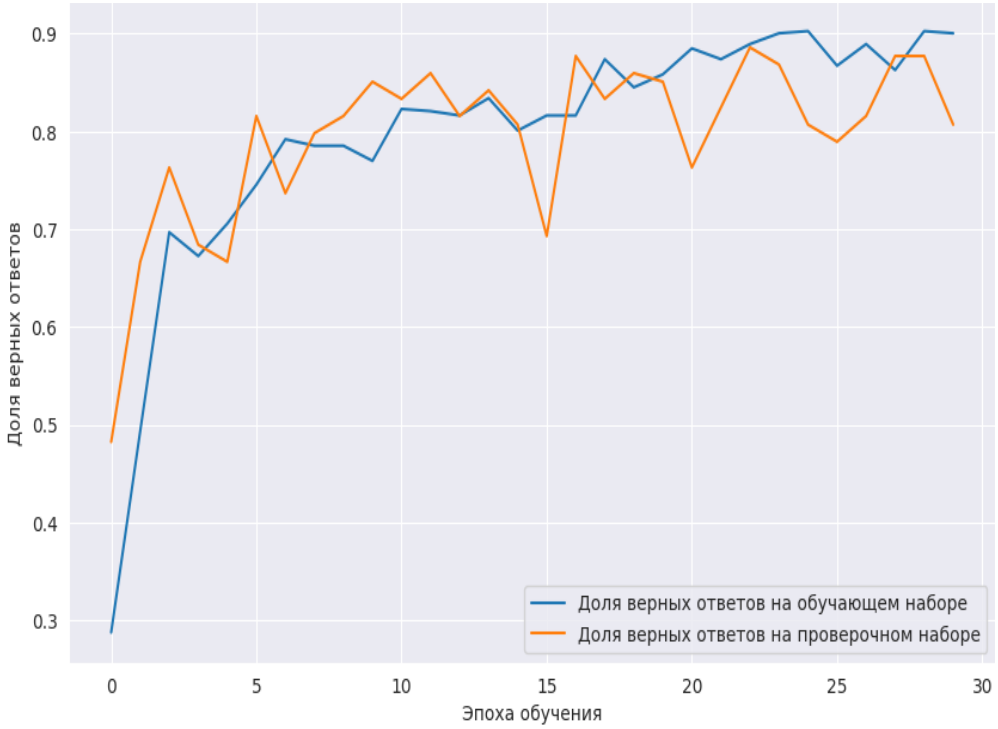
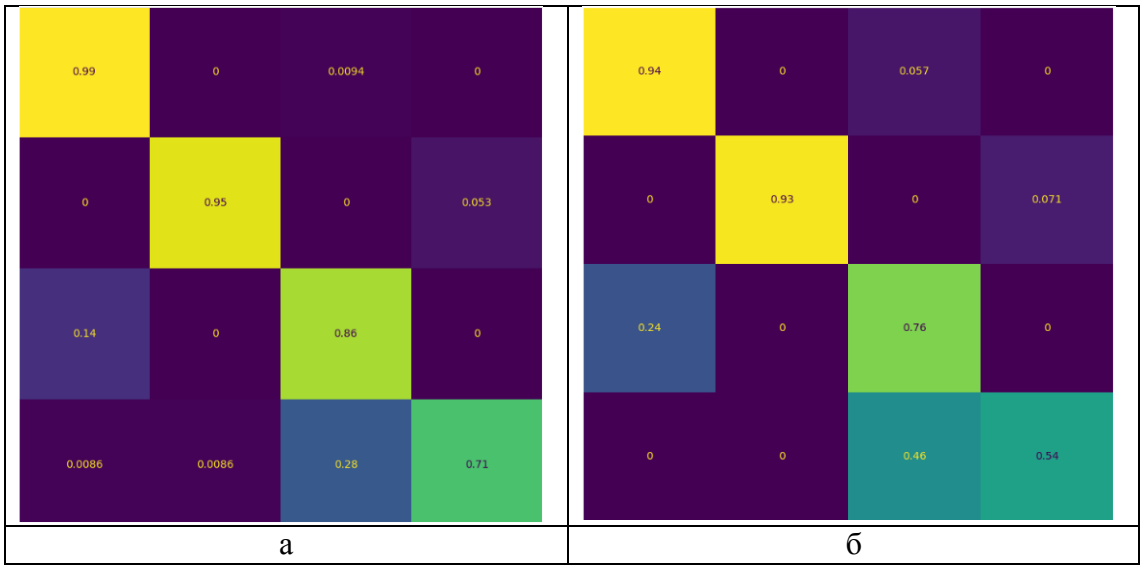


Рисунок 4 – Типичная диаграмма обучения комбинированной ИНС при распознавании состояния посевов:

В процессе подбора архитектуры сети был добавлен полносвязный слой в блоке классификации, что позволило повысить устойчивость обучения и итоговое значение показателя *accuracy*.

Тестирование разработанной ИНС проводилось на тестовой выборке изображени, которые не использовались в процессе ее обучения. Ниже представлены типичные результаты тестирования обученной ИНС при использовании в качестве оптимизатора «Adam» с настройками макропараметрами по умолчанию и фунцией потерь loss = "categorical_crossentropy".

Матрицы рассеяния для обучающей и проверочной выборок представлены на рисунке 5.



а б

Рисунок 5 – Матрицы рассеяния для базового варианта;
а) на обучающей выборке; b) на проверочной выборке

Не очень высокое качество распознавания и классификации, обеспечиваемое построенной ИНС, объясняется ограниченным размером обучающего датасета, требующего существенного увеличения. Численные эксперименты показали, что лучше распознавались изображения класса (1) – «A»; хуже – (3) «D». Долю последних следует увеличить с целью повышения уровня сбалансированности классов датасета.

Следовательно, для повышения качества распознавания можно увеличить объем и степень сбалансированности датасета изображений анализируемых участков растительных покровов.

Заключение. Алгоритмической основой обучения ИНС для классификации изображений характерных участков растительных покровов является метод обратного распространения ошибок, реализуе-

мый библиотекой Keras. Архитектура разработанной ИНС включает последовательность слоев, нормализации RGB-изображений, блоки свертки, чередующиеся со слоями подвыборки и регуляризации, успешно решает задачу множественной классификации цветных изображений участков сельскохозяйственных полей.

Исследование результатов параметризации разработанной ИНС могут быть использованы для программной реализации нейросетевых моделей, ориентированных на выявление состояния и развития посевов сельскохозяйственных культур. При этом возможно повышение качества распознавания за счет увеличения объема и сбалансированности изображений анализируемых участков растительных покровов в используемом датасете.

Список использованной литературы

1. Бисчоков. Р. М. Анализ и прогноз урожайности кукурузы искусственной нейронной сетью // Вестник Курганской ГСХА. 2025. № 3 (55). С. 3-10.

2. Заводчиков Н. Д., Спешилова Н. В., Таспаев С. С. Использование нейросетевых технологий в прогнозировании эффективности производства зерна // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (51). С. 216-219.

3. Melikhova E. V., Rogachev A. F. Computer Simulation and Optimization of Parameters of Configuration of the Contour of Moistening under Drip Irrigation of Agricultures // Studies in computational intelligence. 2019. V. 826. Pp. 1193-1201

4. Лытов М. Н. Методологические инструменты управления орошением с искусственным интеллектом // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13. № 2. С. 1-18.

5. Каширина И. Л., Демченко М. В. Исследование и сравнительный анализ методов оптимизации, используемых при обучении нейронных сетей // Вестник ВГУ. Системный анализ и информационные технологии. 2018. № 4. С. 123-132.

6. Михайленко И. М. Развитие методов и средств применения данных дистанционного зондирования земли в сельском хозяйстве // Тенденции развития науки и образования. 2018. № 41-3. С. 70-83.

7. Рогачев А. Ф. Мелихова Е. В., Белоусов И. С. Исследование развития и продуктивности сельскохозяйственных культур с применением беспилотных летательных аппаратов // Известия НВ АУК. 2020. № 3 (59). С. 397-406.

8. Созыкин А. В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей, Вестн. ЮУрГУ. Сер. Выч. матем. информ. 2017. Т. 6. Выпуск 3. С. 28-59.

9. Rogachev A. F., Antamoshkina E. N., Melikhova E. V., Pleschenko T. V. Fuzzy cognitive modeling of the integral level of regional food security // Scientific and Technical Revolution: Yesterday, Today and Tomorrow. Lecture Notes in Networks and Systems. 2020. С. 1173-1181.

10. Improving Sustainable Vegetation Indices Processing on Low-Cost Architectures / A. Saddik, R. Latif, A. El Ouardi [et al.]. 2022. V. 14. No. 5.

УДК 519.8:635.649

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ АЭРОИОНОВ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН БОЛГАРСКОГО ПЕРЦА

Сторожаков С. Ю., *к. т. н., доцент*
Яковлев Д. А., *студент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучено влияние обработки семян болгарского перца отрицательными аэроионами различной интенсивности и продолжительности на их всхожесть. Выявлена зависимость между показателями всхожести и параметрами обработки, такими как мощность ионизатора и время воздействия.

Ключевые слова*: отрицательные аэроионы, семена болгарского перца, предпосевная обработка.*

В данной статье разработана и исследована система предпосевной обработки семян болгарского перца отрицательными аэроионами с целью повышения эффективности и скорости их проращивания. Изучались вопросы применения аэроионизации, её положительное влияние на семена, и как следствие, на само растение огурец, а также повышение эффективности производства всей овощеводческой отрасли сельского хозяйства. Предлагается новая система предпосевной обработки отрицательными аэроионами семян болгарского перца с проведением измерения и контроля количества аэроионов в воздухе во время проведения данной обработки с использованием счётчиков аэроионизации российского производства. Система основана на выборе оптимальных параметров предпосевной обработки в пределах, которые наиболее положительно влияют на семена болгарского перца по времени и мощности аэроионного излучения, расстояния до источника излучения, толщины слоя семян и других. Применение к предпосевной обработки семян болгарского перца аэроионизации является элементом совершенствования технологического процесса выращивания болгарского перца. Исследованиями доказана целесообразность практического применения отрицательных аэроионов для предпосевной обработки семян болгарского перца, оптимизации параметров аэроионного облучения в промышленных условиях [3].

Применение аэроионизации при предпосевной подготовке семян болгарского перца представляет собой важный элемент совершенствования технологии их выращивания.

Научные исследования подтвердили эффективность использования отрицательных аэроионов для обработки семян болгарского перца до посева, а также обосновали возможность оптимизации пара-

метров аэроионного облучения в промышленных масштабах. В данной статье представлена разработанная и исследованная система предпосевной обработки семян болгарского перца отрицательными аэроионами с целью повышения эффективности и ускорения их прорастания. В работе рассматривались вопросы применения аэроионизации, её позитивное влияние на семена и, как следствие, на сам огурец, а также повышение эффективности производства в овощеводческой отрасли сельского хозяйства.

Предлагается новая система предпосевной обработки семян болгарского перца отрицательными аэроионами с непрерывным измерением и контролем концентрации аэроионов в воздухе во время обработки при помощи отечественных счётчиков аэроионизации. Система основана на выборе оптимальных параметров предпосевной обработки, которые оказывают наиболее благоприятное воздействие на семена болгарского перца.

Искусственная ионизация воздуха аэроионами осуществляется для восполнения недостатка отрицательных ионов заданной концентрации в ограниченном объеме воздушной среды. По данным исследований [2] даже вентилятор приточной вентиляции и обычная москитная сетка на окне полностью лишают поступающий воздух отрицательно заряженных ионов. Также следует отметить, что отрицательные ионы это, как правило, атомарный кислород или более крупные агломераты молекул и аэрозолей воздуха, которые имеют ограниченный срок существования – срок «жизни». При встрече с положительно заряженным ионом отрицательный заряд нейтрализуется [3].

В двадцать первом веке все более востребованными в сельском хозяйстве, в медицине и в промышленности являются технологии, которые позволяют оказывать положительное воздействие на окружающую среду, человека и сельскохозяйственных животных. Пример такой технологии – искусственная ионизация воздуха. Однако существенным недостатком этой технологии является проблема контроля концентрации аэроионов в воздухе. Целью проводимых опытов было сравнение показаний измерений однотипными приборами счетчиками аэроионов «Сапфир-3М» с применением методов математической статистики.

Методика проведения экспериментальных работ заключалась в сравнении при прочих равных условиях получаемых показаний счетчиков, анализ результатов с последующей корректировкой дальнейших измерений. В результате проведенных исследований были получены устойчивые результаты данных по количеству аэроионов в воздухе. Установлены условия, при которых возможно производить замеры количества аэроионов в воздухе с минимальной погрешностью измерения.

Технологии, направленные на положительное воздействие на окружающую среду, человека и сельскохозяйственных животных, приобретают всё большую актуальность в таких областях, как сельское хозяйство, медицина и промышленность. К числу таких технологий относится искусственная ионизация воздуха. Однако, одним из существенных недостатков этой технологии является проблема контроля концентрации аэроионов в воздухе. Целью проведённых исследований было сравнение показаний однотипных приборов - счётчиков аэроионов «Сапфир-3М» с использованием методов математической статистики.

Экспериментальная методика заключалась в сравнении, при прочих равных условиях, показаний счётчиков, последующем анализе полученных результатов и корректировке дальнейших измерений. В результате исследований были получены стабильные данные о количестве аэроионов в воздухе. Кроме того, были определены условия, при которых измерения концентрации аэроионов в воздухе могут быть проведены с минимальной погрешностью.

О положительном влиянии отрицательных ионов на живые организмы известно уже давно. Многими исследователями выявлены факты благотворного влияния различных концентраций отрицательных аэроионов [9]. Однако искусственная ионизация не получила достаточно широкого распространения в современных средствах улучшения жизнедеятельности организма.

Одна из причин этого – техническая сложность измерения уровня концентрации аэроионов. В настоящее время в России имеются несколько сертифицированных счетчиков аэроионов. Одним из них является Сапфир-3М (производитель НПФ «Янтарь») [7]. Этот прибор регистрирует как отрицательные, так и положительные аэроионы. Заявляемая производителем погрешность измерений составляет от 30 до 50 процентов от диапазона измерений. Разброс показаний получается довольно внушительный.

Одна из задач данного исследования – это проблема оптимального подбора временной дозировки отрицательных аэроионов с учетом мощности излучения ионизатора воздуха при предпосевной обработке семян болгарского перца.

Для анализа и сравнения результатов лабораторных опытов были проведены эксперименты с семенами болгарского перца Атлант, Богатырь и Ласточка. Проведены серии опытов по предпосевному облучению семян болгарского перца отрицательными аэроионами с различной дозировкой по времени. Для измерения дозы использовался счетчик аэроионов Сапфир-3М.

При применении в опытах по подсчету аэроионов прибора «Сапфир-3М» зачастую возникает проблема, что показания результатов испытаний одного прибора при одних и тех же условиях значи-

тельно отличаются от показаний другого прибора. Методики по измерению количества аэроинов приборами «Сапфир-3М» заводом- изготовителем не предлагается. Возникает вопрос, насколько верны измерения и в чем причина допущений в точности? В таких условиях возникла потребность провести испытания на нескольких однотипных приборах и сравнить полученные результаты.

Наблюдения велись до прорастания всех семян в течение двенадцати дней. На основе этих опытов, а также учитывая опыт других научных работ по аэроионизации [1], разработана методика по предпосевному облучению семян болгарского перца отрицательными аэроионами, с использованием генератора аэроионов «Ион-эффект» (г. Смоленск) и счётчика аэроионизации российского производства Сапфир-3М [4].

Проводились испытания по предпосевному облучению семян болгарского перца отрицательными аэроионами для увеличения скорости прорастания и получения положительного экономического эффекта на производстве [2]. После чего была оценена целесообразность предпосевного облучения и разработана схема применения с учетом дозировок ионов по мощности и по времени [5].

Другими словами, проводились исследования по предпосевному облучению семян болгарского перца отрицательными аэроионами с целью увеличения скорости прорастания и получения положительного экономического эффекта на производстве. В результате была оценена целесообразность такого облучения и разработана схема применения с учётом дозировок отрицательными аэроионами по мощности и времени.

В результате серии опытов по предпосевному облучению семян болгарского перца отрицательными аэроионами с различным временем облучения получены устойчивые результаты.

В контрольной серии всхожесть семян составила 90 %, а в опытных сериях 95-100 %. Исследования позволяют сделать заключение о том, что опытные семена болгарского перца обнаружили более высокую энергию и быстроту прорастания и дали большее конечное общее прорастание, чем контрольные семена тех же сортов. Исходя из результатов обоих исследований получается, что оптимальная доза облучения для разных сортов болгарского перца находится в интервале от 10 до 15 минут и самой оптимальной в обоих опытах себя показала доза в 12,5 минут.

Изучены основные закономерности изменений показателей семян болгарского перца в зависимости от применения различной временной дозировки отрицательных аэроионов с учетом мощности излучения ионизатора воздуха.

Ионизация воздуха в общем комплексе микроклиматических факторов является важным показателем биологической полноценности воздуха помещений для проращивания семян болгарского перца.

Оценена зависимость основных показателей семян болгарского перца от применения искусственной аэроионизации отрицательного знака, выявлено стимулирование энергии и скорости прорастания семян болгарского перца.

Разработана система ионизации воздуха вокруг семян болгарского перца для получения наиболее оптимальных режимов, при которых достигается положительный эффект увеличения энергии прорастания, тем самым ускоряя всхожесть. Изучено влияния ионизации воздуха отрицательными зарядами на предпосевную обработку семян болгарского перца, а также возможность применения излучателей аэроионов в сельском хозяйстве.

Изучена зависимость изменения основных показателей семян болгарского перца от применения искусственной аэроионизации отрицательного знака и выявлено стимулирование энергии и скорости прорастания семян болгарского перца.

В настоящем исследовании были изучены основные закономерности влияния временной дозировки отрицательных аэроионов на показатели семян болгарского перца с учетом мощности излучения ионизатора воздуха.

Установлено, что ионизация воздуха является важным фактором биологической полноценности воздушной среды в помещениях для проращивания семян болгарского перца.

Экспериментально доказано стимулирующее воздействие искусственной аэроионизации отрицательного знака на показатели энергии и скорости прорастания семян болгарского перца. На основе полученных данных была разработана система ионизации воздуха вокруг семян, обеспечивающая оптимальные режимы для повышения энергии прорастания и ускорения всхожести.

Кроме того, исследовано влияние ионизации воздуха отрицательными зарядами на предпосевную обработку семян болгарского перца, что открывает перспективы применения излучателей аэроионов в сельскохозяйственной практике.

Разработана опытная система ионизации воздуха вокруг семян болгарского перца для получения оптимальных режимов, при которых достигается положительный эффект увеличения энергии прорастания и ускорения всхожести.

Исследовано влияние ионизации воздуха отрицательными зарядами на предпосевную обработку семян болгарского перца и возможность применения излучателей аэроионов в сельском хозяйстве.

При промышленной технологии предпосевной обработки семян болгарского перца отрицательными аэроионами оптимальными являются следующие концентрации легких отрицательных ионов для сортов болгарского перца сортов Атлант, Богатырь и Ласточка: 50 тысяч (ион/см^3). Сеансы аэроионизации следует проводить в интервале от 10 до 15 минут и самой оптимальной в обоих опытах себя показала доза в 12,5 минут.

Список использованной литературы

1. Tokarev K. E., Rogachev A. F. Economic and mathematical modelling of regional market of grain crops // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. V. 341. № 012212
2. Tokarev K. E., Orlova Yu. A., Rogachev A. F., Chernyavsky A. N., Tokareva Yu. M. 2020 The intelligent analysis system and remote sensing images segmentation engineering by using methods of advanced machine learning and neural network modeling // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. V. 734. № 012124.
3. Сторожаков С. Ю. Проблемы развития АПК России // Электронный научный журнал. 2016. № 2 (5) С. 469-473.
4. Дарманян А. П. Использование статистических методов для анализа активной и реактивной мощности на шинах автотрасформатора // Повышение эффективной эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве: материалы I Национальной научно-практической конференции. Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, 2023. С. 132-138.
5. Разработка методов управления продукционными процессами фитоагроценозов в условиях точного земледелия с использованием гибридных автоматизированных систем и алгоритмов искусственного интеллекта / Н. И. Лебедь, К. Е. Токарев, Д. Д. Нехорошев [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 2 (398). С. 201-204.
6. Курапин А. В., Гостевская О. В., Сторожаков С. Ю. Перспективы использования автономных источников энергоснабжения // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 2: Языкознание. 2014. № 3. С. 77.
7. Громов И. А. Влияние аэроионизации на всхожесть семян томатов // Альманах мировой науки. 2017. № 3-1 (18). С. 49-50.
8. Сторожаков С. Ю., Шубович А. А., Куликова Н. А. Численная обработка результатов измерений концентрации ионов в воздухе // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 10-1. С. 92-96.
9. Сторожаков С. Ю. Математическое описание технологии двойного преобразования электроснабжения для сельскохозяйственных потребителей // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2024. С. 458-464.
10. Vasilyev A. V., Bakhracheva Y. S., Storojakov S. Y. Dynamics simulation model for the internal combustion engine valve gear // 2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2016). Procedia Engineering. 2016. Pp. 312-317.

УДК 519.8:635.649

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ АЭРОИОНОВ НА ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН БОЛГАРСКОГО ПЕРЦА

Сторожаков С. Ю., *к. т. н., доцент*
Яковлев Д. А., *студент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Изучено воздействие отрицательных аэроионов на всхожесть семян болгарского перца. Раскрыты основные закономерности изменений показателей семян болгарского перца в зависимости от применения различной временной дозировки отрицательных аэроионов с учетом мощности излучения ионизатора воздуха.

Ключевые слова*: отрицательные аэроионы, семена болгарского перца, предпосевная обработка семян.*

Применение предпосевной обработки семян болгарского перца аэроионизации является элементом совершенствования технологического процесса выращивания болгарского перца. Исследованиями доказана целесообразность практического применения отрицательных аэроионов для предпосевной обработки семян болгарского перца, оптимизации параметров аэроионного облучения в промышленных условиях [3]. В данной статье разработана и исследована система предпосевной обработки семян болгарского перца отрицательными аэроионами с целью повышения эффективности и скорости их проращивания. Изучались вопросы применения аэроионизации, её положительное влияние на семена, и как следствие, на само растение огурец, а также повышение эффективности производства всей овощеводческой отрасли сельского хозяйства. Предлагается новая система предпосевной обработки отрицательными аэроионами семян болгарского перца с проведением измерения и контроля количества аэроионов в воздухе во время проведения данной обработки с использованием счётчиков аэроионизации российского производства. Система основана на выборе оптимальных параметров предпосевной обработки в пределах, которые наиболее положительно влияют на семена болгарского перца по времени и мощности аэроионного излучения, расстояния до источника излучения, толщины слоя семян и других.

Искусственная ионизация воздуха аэроионами осуществляется для восполнения недостатка отрицательных ионов заданной концентрации в ограниченном объеме воздушной среды. По данным исследований [2] даже вентилятор приточной вентиляции и обычная москитная сетка на окне полностью лишают поступающий воздух отри-

цательно заряженных ионов. Также следует отметить, что отрицательные ионы это, как правило, атомарный кислород или более крупные агломераты молекул и аэрозолей воздуха, которые имеют ограниченный срок существования – срок «жизни». При встрече с положительно заряженным ионом отрицательный заряд нейтрализуется [3].

В двадцать первом веке все более востребованными в сельском хозяйстве, в медицине и в промышленности являются технологии, которые позволяют оказывать положительное воздействие на окружающую среду, человека и сельскохозяйственных животных. Пример такой технологии – искусственная ионизация воздуха. Однако существенным недостатком этой технологии является проблема контроля концентрации аэроионов в воздухе. Целью проводимых опытов было сравнение показаний измерений однотипными приборами счетчиками аэроионов «Сапфир-3М» с применением методов математической статистики. Методика проведения экспериментальных работ заключалась в сравнении при прочих равных условиях получаемых показаний счетчиков, анализ результатов с последующей корректировкой дальнейших измерений. В результате проведенных исследований были получены устойчивые результаты данных по количеству аэроионов в воздухе. Установлены условия, при которых возможно производить замеры количества аэроионов в воздухе с минимальной погрешностью измерения.

Научные исследования подтвердили эффективность использования отрицательных аэроионов для обработки семян болгарского перца до посева, а также обосновали возможность оптимизации параметров аэроионного облучения в промышленных масштабах. В данной статье представлена разработанная и исследованная система предпосевной обработки семян болгарского перца отрицательными аэроионами с целью повышения эффективности и ускорения их прорастания. В работе рассматривались вопросы применения аэроионизации, её позитивное влияние на семена и, как следствие, на сам огурец, а также повышение эффективности производства в овощеводческой отрасли сельского хозяйства.

Предлагается новая система предпосевной обработки семян болгарского перца отрицательными аэроионами с непрерывным измерением и контролем концентрации аэроионов в воздухе во время обработки при помощи отечественных счётчиков аэроионизации. Система основана на выборе оптимальных параметров предпосевной обработки, которые оказывают наиболее благоприятное воздействие на семена болгарского перца.

О положительном влиянии отрицательных ионов на живые организмы известно уже давно. Многими исследователями выявлены факты благотворного влияния различных концентраций отрицатель-

ных аэроионов [9]. Однако искусственная ионизация не получила достаточно широкого распространения в современных средствах улучшения жизнедеятельности организма. Одна из причин этого – техническая сложность измерения уровня концентрации аэроионов. В настоящее время в России имеются несколько сертифицированных счетчиков аэроионов. Одним из них является Сапфир-3М (производитель НПФ «Янтарь») [7]. Этот прибор регистрирует как отрицательные, так и положительные аэроионы. Заявляемая производителем погрешность измерений составляет от 30 до 50 процентов от диапазона измерений. Разброс показаний получается довольно внушительный.

Методика проведения экспериментальных работ заключалась в сравнении при прочих равных условиях получаемых показаний счетчиков, анализ результатов с последующей корректировкой дальнейших измерений. В результате проведенных исследований были получены устойчивые результаты данных по количеству аэроионов в воздухе. Установлены условия, при которых возможно производить замеры количества аэроионов в воздухе с минимальной погрешностью измерения.

Технологии, направленные на положительное воздействие на окружающую среду, человека и сельскохозяйственных животных, приобретают всё большую актуальность в таких областях, как сельское хозяйство, медицина и промышленность. К числу таких технологий относится искусственная ионизация воздуха. Однако, одним из существенных недостатков этой технологии является проблема контроля концентрации аэроионов в воздухе. Целью проведённых исследований было сравнение показаний однотипных приборов – счётчиков аэроионов «Сапфир-3М» с использованием методов математической статистики.

Экспериментальная методика заключалась в сравнении, при прочих равных условиях, показаний счётчиков, последующем анализе полученных результатов и корректировке дальнейших измерений. В результате исследований были получены стабильные данные о количестве аэроионов в воздухе. Кроме того, были определены условия, при которых измерения концентрации аэроионов в воздухе могут быть проведены с минимальной погрешностью.

Одна из задач данного исследования – это проблема оптимального подбора временной дозировки отрицательных аэроионов с учетом мощности излучения ионизатора воздуха при предпосевной обработке семян болгарского перца.

Для анализа и сравнения результатов лабораторных опытов были проведены эксперименты с семенами болгарского перца Атлант, Богатырь и Ласточка. Проведены серии опытов по предпосевному об-

лучению семян болгарского перца отрицательными аэроионами с различной дозировкой по времени. Для измерения дозы использовался счетчик аэроионов Сапфир-3М.

При применении в опытах по подсчету аэроионов прибора «Сапфир-3М» зачастую возникает проблема, что показания результатов испытаний одного прибора при одних и тех же условиях значительно отличаются от показаний другого прибора. Методики по измерению количества аэроинов приборами «Сапфир-3М» заводом- изготовителем не предлагается. Возникает вопрос, насколько верны измерения и в чем причина допущений в точности? В таких условиях возникла потребность провести испытания на нескольких однотипных приборах и сравнить полученные результаты.

Наблюдения велись до прорастания всех семян в течение двенадцати дней. На основе этих опытов, а также учитывая опыт других научных работ по аэроионизации [1], разработана методика по предпосевному облучению семян болгарского перца отрицательными аэроионами, с использованием генератора аэроионов «Ион-эффект» (г. Смоленск) и счётчика аэроионизации российского производства Сапфир-3М [4].

Проводились испытания по предпосевному облучению семян болгарского перца отрицательными аэроионами для увеличения скорости прорастания и получения положительного экономического эффекта на производстве [2]. После чего была оценена целесообразность предпосевного облучения и разработана схема применения с учетом дозировок ионов по мощности и по времени [5].

Другими словами, проводились исследования по предпосевному облучению семян болгарского перца отрицательными аэроионами с целью увеличения скорости прорастания и получения положительного экономического эффекта на производстве. В результате была оценена целесообразность такого облучения и разработана схема применения с учётом дозировок отрицательными аэроионами по мощности и времени.

В результате серии опытов по предпосевному облучению семян болгарского перца отрицательными аэроионами с различным временем облучения получены устойчивые результаты.

В контрольной серии всхожесть семян составила 90 %, а в опытных сериях 95-100 %. Исследования позволяют сделать заключение о том, что опытные семена болгарского перца обнаружили более высокую энергию и быстроту прорастания и дали большее конечное общее прорастание, чем контрольные семена тех же сортов. Исходя из результатов обоих исследований получается, что оптимальная доза

облучения для разных сортов болгарского перца находится в интервале от 10 до 15 минут и самой оптимальной в обоих опытах себя показала доза в 12,5 минут.

Изучены основные закономерности изменений показателей семян болгарского перца в зависимости от применения различной временной дозировки отрицательных аэроионов с учетом мощности излучения ионизатора воздуха.

Ионизация воздуха в общем комплексе микроклиматических факторов является важным показателем биологической полноценности воздуха помещений для проращивания семян болгарского перца.

Оценена зависимость основных показателей семян болгарского перца от применения искусственной аэроионизации отрицательного знака, выявлено стимулирование энергии и скорости прорастания семян болгарского перца.

Разработана система ионизации воздуха вокруг семян болгарского перца для получения наиболее оптимальных режимов, при которых достигается положительный эффект увеличения энергии прорастания, тем самым ускоряя всхожесть. Изучено влияния ионизации воздуха отрицательными зарядами на предпосевную обработку семян болгарского перца, а также возможность применения излучателей аэроионов в сельском хозяйстве.

Изучена зависимость изменения основных показателей семян болгарского перца от применения искусственной аэроионизации отрицательного знака и выявлено стимулирование энергии и скорости прорастания семян болгарского перца.

Разработана опытная система ионизации воздуха вокруг семян болгарского перца для получения оптимальных режимов, при которых достигается положительный эффект увеличения энергии прорастания и ускорения всхожести.

Исследовано влияние ионизации воздуха отрицательными зарядами на предпосевную обработку семян болгарского перца и возможность применения излучателей аэроионов в сельском хозяйстве.

При промышленной технологии предпосевной обработки семян болгарского перца отрицательными аэроионами оптимальными являются следующие концентрации легких отрицательных ионов для сортов болгарского перца сорта Атлант, Богатырь и Ласточка: 50 тысяч (ион/см3). Сеансы аэроионизации следует проводить в интервале от 10 до 15 минут и самой оптимальной в обоих опытах себя показала доза в 12,5 минут.

Список использованной литературы

1. Tokarev K. E., Rogachev A. F. Economic and mathematical modelling of regional market of grain crops // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. V. 341. № 012212

2. Tokarev K. E., Orlova Yu. A., Rogachev A. F., Chernyavsky A. N., Tokareva Yu. M. 2020 The intelligent analysis system and remote sensing images segmentation engineering by using methods of advanced machine learning and neural network modeling // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. V. 734. № 012124.

3. Сторожаков С. Ю. Проблемы развития АПК России // Электронный научный журнал. 2016. № 2 (5) С. 469-473.

4. Дарманян А. П. Использование статистических методов для анализа активной и реактивной мощности на шинах автотрасформатора // Повышение эффективной эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве: материалы I Национальной научно-практической конференции. Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, 2023. С. 132-138.

5. Разработка методов управления продукционными процессами фитоагроценозов в условиях точного земледелия с использованием гибридных автоматизированных систем и алгоритмов искусственного интеллекта / Н. И. Лебедь, К. Е. Токарев, Д. Д. Нехорошев [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 2 (398). С. 201-204.

6. Курапин А. В., Гостевская О. В., Сторожаков С. Ю. Перспективы использования автономных источников энергоснабжения // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 2: Языкознание. 2014. № 3. С. 77.

7. Громов И. А. Влияние аэроионизации на всхожесть семян томатов // Альманах мировой науки. 2017. № 3-1 (18). С. 49-50. https://elibrary.ru/item.asp?id=29059400

8. Сторожаков С. Ю., Шубович А. А., Куликова Н. А. Численная обработка результатов измерений концентрации ионов в воздухе // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 10-1. С. 92-96.

9. Сторожаков С. Ю. Математическое описание технологии двойного преобразования электроснабжения для сельскохозяйственных потребителей // Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий: материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2024. С. 458-464.

10. Vasilyev A. V., Bakhracheva Y. S., Storojakov S. Y. Dynamics simulation model for the internal combustion engine valve gear //

2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2016). Procedia Engineering. 2016. Pp. 312-317.

УДК 004.89+633+528.8

ОНТОЛОГИЯ КЛАССОВ ОПТИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОСЕВОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С УЧЕТОМ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФАЗ ИХ РАЗВИТИЯ

Токарев К. Е., *к. э. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Разработана онтологическая модель, формализующая пять ключевых классов состояния посевов в переходной межфазовый период: норма, локальное компенсаторное развитие, среднее развитие (неравномерное кущение), проблемы перезимовки и прорехи. Предложен подход к обучению сверточной

нейронной сети (СНС), где онтология выступает в качестве семантического каркаса для разметки обучающей выборки и верификации результатов. Интеграция онтологических знаний позволяет повысить интерпретируемость работы нейросети и точность выявления агрономических проблем на ранних, значимых, фазах вегетации.

***Ключевые слова**: дистанционный мониторинг, нейронные сети, онтология, точное земледелие, классификация изображений, состояние посевов, фенологическая фаза.*

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-21-20019 и Волгоградской области.

Введение. Мониторинг сельскохозяйственных угодий с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) обеспечивает получение данных сверхвысокого пространственного разрешения (менее 5 см/пиксель). Это позволяет выявлять локальные проблемы посевов, недоступные для спутникового мониторинга. Однако основной сложностью остается автоматическая интерпретация полученных ортофотопланов и карт индексов.

Традиционные методы машинного обучения часто работают как «черный ящик», классифицируя текстуры без учета агрономического контекста. Например, низкий вегетационный индекс может означать как «прорехи» (гибель семян), так и «проблемы перезимовки» (гибель растений весной), что требует принципиально разных управленческих решений [1-3].

Целью исследования является разработка онтологии классов оптических изображений БПЛА, которая связывает визуальные признаки с пятью конкретными агрономическими классами состоянияний посевов, и использование этой онтологии для обучения и контроля работы нейронной сети.

Основная часть. Отечественное растениеводство сталкивается с необходимостью повышения продуктивности при одновременном снижении ресурсоемкости и воздействия на окружающую среду. Технологии точного земледелия, базирующиеся на дифференцированном управлении агротехническими операциями, требуют детальной информации о пространственной изменчивости состояния посевов в течение вегетации, в том числе в переходные межфазовые периоды [4-5].

Традиционные методы наземного обследования полей трудоемки и не обеспечивают необходимой оперативности. Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) со спутников имеют ограничения по пространственному разрешению (10-30 м/пиксель для Sentinel-2, Landsat) и зависят от облачности. Беспилотные летательные аппараты

позволяют получать изображения сверхвысокого разрешения (от 5 см/пиксель) в необходимые сроки, что открывает возможности для выявления локальных проблем посевов на ранних этапах [6-9].

В ходе исследования выделено пять целевых категорий (классов состояния), требующих семантического описания с учетом пространственной временной динамики развития растений в переходной (межфазовый) период:

1. Норма (optimal): Оптимальная густота стояния, равномерный зеленый цвет, соответствие фенофазе.

2. Локальное компенсаторное развитие (compensatory): Усиленное кущение отдельных растений вследствие изреженности соседей.

3. Среднее развитие (uneven tillering): неравномерное кущение, мозаичность покрова, снижение потенциала урожайности.

4. Проблемы перезимовки (wintering issues): Изреженность вследствие вымерзания, выпревания или ледяной корки (характерно для весеннего периода).

5. Прорехи (gaps): Полное отсутствие всходов, видна почва (ошибки сева, гибель семян).

Таблица 1 – Классы состояния с учетом простанственно-временной динамики в переходный (межфазовый) период

Класс состояния	Значений индекса NDVI	Подкласс рекомендаций
Норма (optimal)	0.6-1.0;	Rec_Норма - поддержание оптимального состояния.
Локальное компенсаторное развитие (compensatory)	0.5-0.7;	Rec_Компенсаторное - коррекция минарального питания; Действие: «внести азот (подкормка)»; Доза: «30 кг/га».
Среднее развитие (uneven tillering)	0.4-0.6;	Rec_Среднее - дифференцированное управление; Действие: «дифференцированное внесение»; Доза: «50-70 кг/га».
Проблемы перезимовки (wintering issues)	0.2-0.45;	Rec_Перезимовка - восстановление после стресса; Действие: «диагностика + азот (подкормка)»; Доза: «60-80 кг/га».
Прорехи (gaps)	< 0.25;	Rec_Прорехи - ликвидация разреженности; Действие: «Подсев или пересев»; Доза: «100% от нормы».

Центральным элементом онтологии является классификация посевов по пяти категориям, каждая из которых характеризуется специфическими значениями вегетационных индексов и агрономических параметров, представленная в таблицах 1-2.

Таблица 2 – Категории состояния посевов и их визуальные признаки

Класс состояния	Плотность растений/м²	Визуальные признаки
Норма	≥ 400	Равномерный зеленый полог
Локальное компенсаторное	300-400	Усиленное кущение отдельных растений
Среднее развитие	200-350	Мозаичность, неравномерность
Проблемы перезимовки	100-300	Изреженность, желтизна
Прорехи	< 50	Видна почва > 70 %

Разработанная онтология представляет собой семантическую модель для мониторинга состояния посевов сельскохозяйственных культур с использованием данных, получаемых с БПЛА и нейросетевого анализа. Модель обеспечивает формализацию знаний о пространственно-временной динамике фенологических фаз и автоматизированную генерацию агротехнических рекомендаций.

Основные классы онтологии:

1. Пространственно-временной контекст:

1.1 Сельскохозяйственное поле (Agricultural_Field):

– атрибуты: id (string), координаты (GeoJSON), площадь (float);

– назначение: пространственная привязка объектов мониторинга.

1.2 Сельскохозяйственная культура (Agricultural Crop):

– атрибуты: вид (string), сорт (string), датаСева (date);

– подклассы: Озимая пшеница, Ячмень, Зернобобовые культуры;

– отношения: содержится в Поле (1..*).

1.3 Стадия Развития Растения (Plant Development Stage):

– атрибуты: код Фенофазы (string), дата Начала (date);

– назначение: отслеживание фенологического развития по шкале ВВСН.

2. Данные дистанционного зондирования:

2.1 Изображение БПЛА (UAV Image):

– атрибуты: источник (string), дата (dateTime), разрешение (float);

– характеристики: сверхвысокое пространственное разрешение (2-5 см/пиксель);

– отношения: имеет Стадию Развития (1:1).

3. Результаты нейросетевого анализа:

3.1 Результат нейросети (Neural Network Result):

– атрибуты: предсказанный Класс (string), точность (float), boundingBox (string);

– пороговое значение: при точности < 0.75 требуется ручная верификация;

– отношения: анализирует Изображение (1:1).

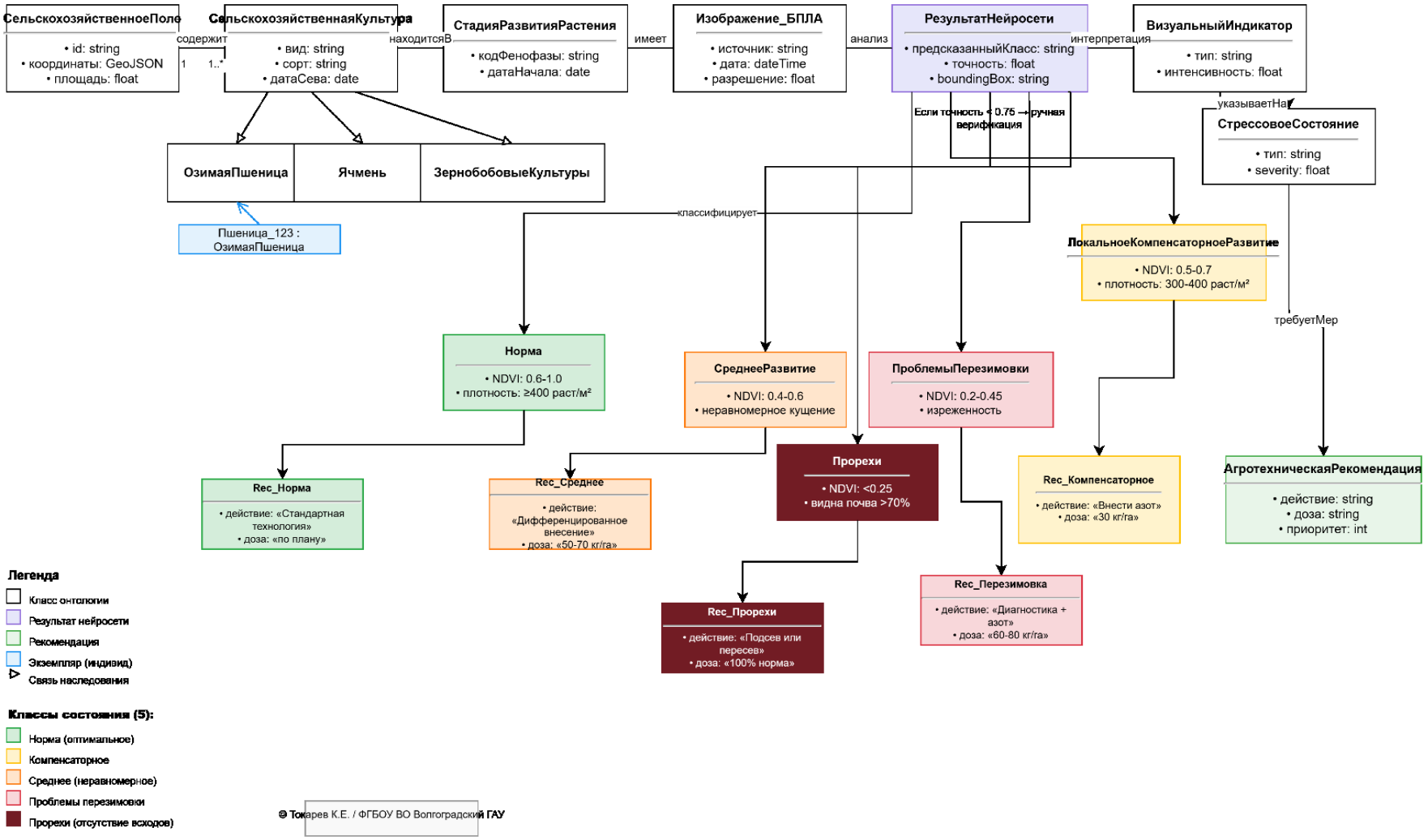


Рисунок 1 – Алгоритм выявления визуальных биомаркеров стресса растений

3.2 Визуальный индикатор (VisualIndicator):

– атрибуты: тип (string), интенсивность (float);

– назначение: семантическая интерпретация нейросетевых предсказаний.

4. Диагностика состояния посевов

4.1 Стрессовое Состояние (Stress State):

– атрибуты: тип (string), severity (float);

– отношения: указывается Визуальным Индикатором.

Практическая значимость реализованной модели заключается в:

– автоматизации принятия решений на основе перехода от спектральных данных к семантически интерпретируемым рекомендациям;

– возможности дифференцированного внесения и точного дозирования удобрений на основе состояния посевов в оперативном режиме;

– ранней диагностики стрессов роста и выявления проблем развития на начальных этапах вегетации;

– совместимости с отечественными системами точного земледелия и геоинформационными платформами;

– масштабируемости на другие виды культуры и природно-климатические условия регионов.

Экземпляр: Пшеница_123
Тип: ОзимаяПшеница
Поле: id="field_001", координаты участка=GeoJSON(...)
Стадия: кущение (ВВСН 25), дата=2024-04-15
Изображение: БПЛА, дата=2024-04-15, разрешение=3 см/пиксель
Результат НС: класс="СреднееРазвитие", точность=0.81
Рекомендация: действие="Дифференцированное внесение", доза="50-70 кг/га"

Рисунок 2 – Пример экземпляра онтологии

Выводы. Разработана онтологическая модель мониторинга состояния посевов оценки пяти специализированных классов состояния роста и развития сеслькохозяйственных культур в переходный межфазовый период. Модель обеспечивает семантическую интеграцию данных БПЛА, фенологических наблюдений и агрономических знаний. Предложена пятиклассовая система диагностики на основе NDVI и плотности растительности: «Норма» (NDVI 0,6-1,0), «Локальное компенсаторное развитие» (0,5-0,7), «Среднее развитие» (0,4-0,6), «Проблемы перезимовки» (0,2-0,45), «Прорехи» (< 0,25). Возможна адаптация модели для других культур (кукуруза, подсолнечник, соя) путем расширения таксономии и калибровки пороговых значений.

Заключение. Разработана онтология классов оптических изображений БПЛА, описывающая пять критических состояний посевов зерновых культур в межфазный период. Интеграция онтологической

модели в процесс обучения нейронной сети позволила достичь среднего показателя accuracy=0,816 и обеспечить семантическую согласованность результатов классификации. Ечет пространственно-временной динамики (фенологии) в межфазовый период в онтологии критически важен для корректного различения состояний «прорехи» и «проблемы перезимовки». Внедрение данной методики в системы точного земледелия позволит автоматизировать процесс принятия решений по уходу за посевами.

Список использованной литературы

1. Григорьева О. В. и др. Дистанционный контроль ранней стадии различных типов стресса растений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 2. С. 131-142.

2. Михайленко И. М. Оценивание параметров состояния биомассы корнеплодных культур по данным дистанционного зондирования Земли // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2025. Т. 22. № 3. С. 161-170.

3. Якушев В. В. Структуризация агротехнологических знаний для построения онтологий в растениеводстве // Земледелие. 2022. № 7. С. 3-7.

4. Рогачев А. Ф. Мета-анализ цифровых технологий и методов ИИ для повышения продуктивности орошаемых агрофитоценозов в условиях засушливого климата // Journal of Agriculture and Environment. 2025. № 11 (63). https://jae.cifra.science/archive/11-63-2025-november/10.60797/JAE.2025.63.12/

5. Мелихова Е. В. Применение беспилотных летательных аппаратов в аграрном производстве // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. 2019. № 3. С. 29.

6. Усолыдев С. Ф., Нестяк В. С. Применение фитомониторинга для оценки индекса водного стресса // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 48. № 5. С. 77-85.

7. Токарев К. Е. Онтология классов цветных изображений посевов зерновых культур в процессе вегетации для обучения и тестирования нейросетевых моделей // Journal of Agriculture and Environment. 2025. № 10 (62).

8. Рогачев А. Ф., Токарев К. Е. Системный анализ и нейросетевые методы оперативного мониторинга всходов озимой пшеницы после перезимовки в условиях континентального климата // Известия НВ АУК. 2025. 4 (82).

9. Мелихова Е. В. Подготовка ретроспективных данных для нейросетевой системы управления программируемым аграрным производством в засушливых условиях волгоградской области // International Agricultural Journal. 2020. Т. 63. № 2. С. 19.

УДК 004.89+633+528.8

ФОРМИРОВАНИЕ НАБОРА ДАННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОСЕВОВ С УЧЁТОМ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПАТТЕРНОВ И КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Токарев К. Е., *к. э. н., доцент*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Разработан специализированный программный комплекс «Генерация синтетических изображений обучающих выборок для систем компьютерного зрения и искусственных нейронных сетей в растениеводстве» на языке программирования Python с использованием библиотек Albumentations, OpenCV, Pillow, NumPy и tkinter. Реализовано девять типов трансформаций исходного изображения: геометрические преобразования (поворот на 0-360°, горизонтальное и вертикальное отражение, случайное масштабирование ±20 %), радиометрические коррекции (изменение яркости, контраста, цветового тона и насыщенности), унификация размера и др. Создан графический интерфейс пользователя, обеспечивающий визуальный контроль параметров аугментации, предпросмотр результатов в режиме реального времени и пакетную обработку неограниченного количества файлов.

Ключевые слова*: аугментация данных, беспилотные летательные аппараты, оптические изображения, мониторинг сельскохозяйственных посевов, фенология, компьютерное зрение, глубокое обучение.*

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-21-20019 и Волгоградской области.

Введение. Отрасли отечественного сельского хозяйства находятся на этапе цифровой трансформации, обширного внедрением технологий точного земледелия и искусственного интеллекта [1]. Особое значение приобретают методы компьютерного зрения для анализа оптических изображений посевов, полученных с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), для решения задач:

– детекции болезней и вредителей растений;

– оценки состояния посевов и прогнозирования урожайности;

– мониторинга фенологических фаз развития культур;

– выявления сорной растительности и дифференцированного внесения средств защиты растений [2-4].

Однако, эффективное обучение нейронных сетей для решения перечисленных задач требует наличия обширных размеченных наборов данных, формирование которых связано со значительными временными и финансовыми затратами [5-6]. Особенную сложность представляет обеспечение репрезентативности данных с учётом:

– многообразия фенологических стадий развития растений;

– вариабельности условий съёмки (освещение, угол наблюдения, высота полёта);

– спектральных характеристик различных сельскохозяйственных культур.

Разработка программного комплекса для расширения наборов данных оптических изображений сельскохозяйственных посевов, полученных с беспилотных летательных аппаратов, с учётом фенологических особенностей развития растений и применения контролируемых пространственно-спектральных преобразований.

Основная часть. В основе разработанного подхода лежит концепция контролируемой аугментации, учитывающая специфику дистанционного зондирования посевов сельскохозяйственных культур. В отличие от традиционных методов искусственного увеличения данных для формирования обучающих выборок, предложенный подход ориентирован на сохранение агрономической значимости изображений при одновременном расширении вариативности выборки, включая:

1. Фенологическая адекватность – трансформации должны имитировать реальные стадии развития растений (изменение окраски, плотности покрова).

2. Пространственная инвариантность – учёт различных углов съёмки и ориентации БПЛА относительно поля.

3. Радиометрическая вариабельность – моделирование различных условий освещения и атмосферных эффектов.

Разработанная система реализует несколько типов преобразований, сгруппированных по функциональному назначению (таблица 1).

Таблица 1 – Типовые параметры преобразований исходных изображений

Тип трансформации	Параметры	Агрономическое обоснование
Поворот (Rotation)	0-360°	Различные углы съёмки БПЛА, отсутствие фиксированной ориентации поля
Горизонтальное отражение (Horizontal Flip)	-	Симметричность структуры посевов
Вертикальное отражение (Vertical Flip)	-	Ортофотопланы, вид сверху
Яркость/Контраст (Brightness/Contrast)	Случайные значения	Разное время суток, облачность
Тон/Насыщенность (Hue/Saturation)	$\Delta H=\pm 20$, $\Delta S=\pm 30$	Фенологические стадии (вегетация, созревание)
Алгоритм улучшения контраста изображений (CLAHE)	Clip limit=4	Локальное улучшение контраста для затенённых участков
Масштабирование (Random Scale)	±20 %	Варьирование высоты полёта БПЛА
Изменение размера (Resize)	512×512 пикселей	Унификация для нейронных сетей

На рисунке 1 представлена детализированная последовательность обработки изображений в разработанном программном комплексе.



Рисунок 1 - Пайплайн аугментации оптических изображений посевов

На рисунке представлена диаграмма зависимостей основного класса «DroneAugmenterApp» программного комплекса от внешних программных библиотек. Диаграмма демонстрирует архитектуру программного комплекса с точки зрения используемых инструментов и технологий.

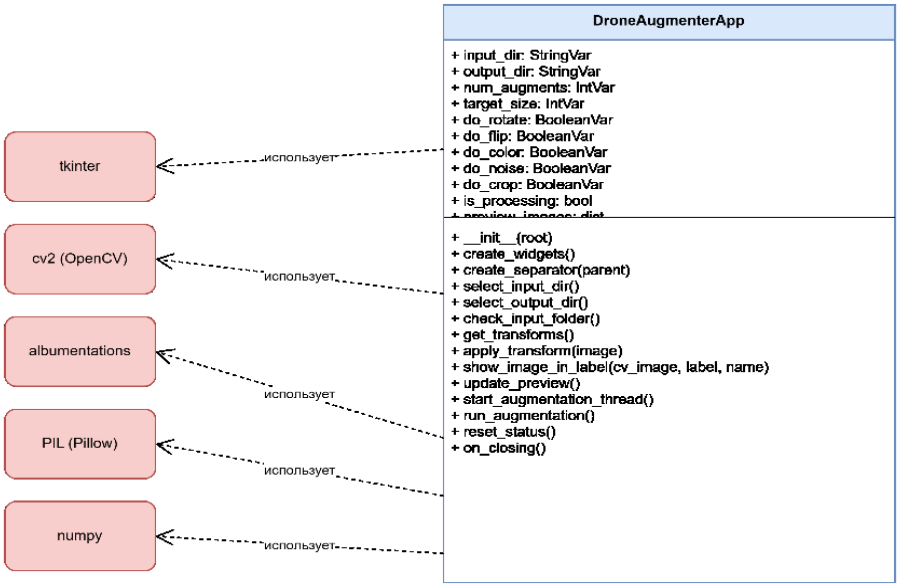


Рисунок 2 – Диаграмма зависимостей основного класса системы от внешних библиотек

В отличие от универсальных инструментов аугментации (ImageDataGenerator, imgaug), разработанная система учитывает специфику дистанционного зондирования посевов:

– полный поворот 360 градусов;

– цветовые трансформации для имитации фенологических изменений;

– масштабирование для компенсации разной высоты полёта БПЛА.

Таблица 2 – Используемые методы (функции)

Категория	Методы
Инициализация	__init__(root)
Создание UI	create_widgets() create_separator(parent)
Работа с файлами	select_input_dir() select_output_dir() check_input_folder()
Аугментация	get_transforms() apply_transform(image) show_image_in_label(...) update_preview()
Обработка	start_augmentation_thread() run_augmentation() reset_status()
Завершение	on_closing()

В таблице 2 систематизированы методы основного класса по функциональным категориям, отражающим модульную структуру программного комплекса.

Для тестирования функциональности программы использован набор данных, состоящий из 50 оптических изображений посевов всходов сельскохозяйственных культур, полученных с БПЛА DJI Mavic 3 Pro (разрешение 2720×1530 px).

Параметры эксперимента:

1. Количество исходных изображений: 50;
2. Количество копий с одного изображения: 5;
3. Активные трансформации: все (поворот, отражения, яркость и др.);
4. Выходной размер: 512×512 px.

Результаты:

1. Сгенерировано изображений: 250 (50 × 5);
2. Время обработки: 47 секунд (среднее 0.19 с на изображение);
3. Увеличение объёма данных: в 5 раз.

На рисунке 3 представлен пример работы программы: исходное изображение посевов всходов сельскохозяйственных культур и четыре варианта аугментации с различными комбинациями трансформаций.

Визуальный анализ синтезированных изображений показал:

1. Изображения сохраняют агрономическую значимость (структура посевов, текстура);
2. Изображения демонстрируют вариабельность, соответствующую реальным условиям съёмки;
3. Изображения пригодны для обучения нейронных сетей (отсутствие артефактов, искажений).

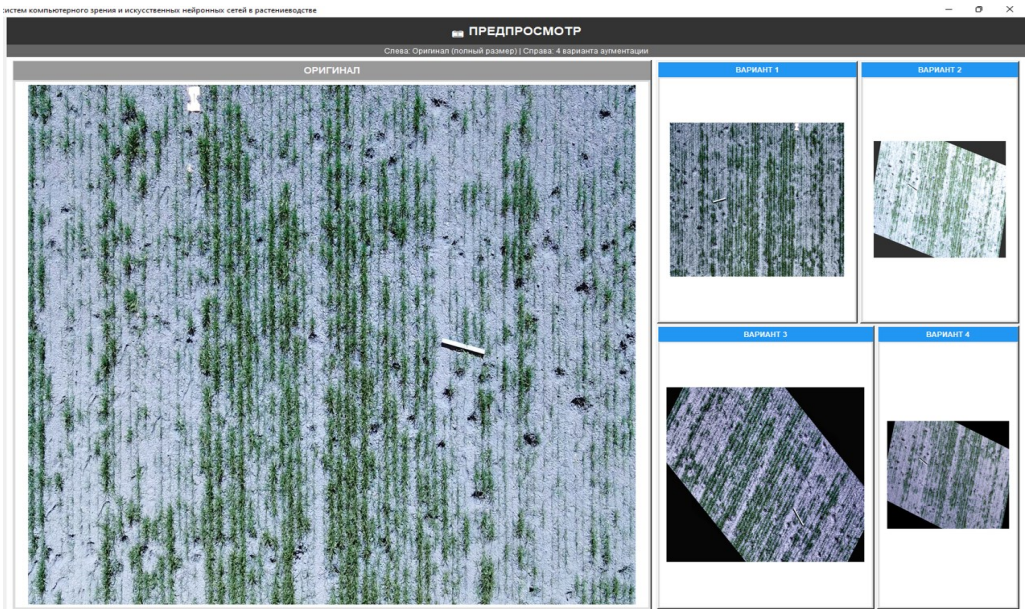


Рисунок 3 – Результаты преобразования исходных изображений (модуль предпросмотра синтезированных изображений)

Выводы. Разработан программный комплекс «Генерация синтетических изображений обучающих выборок для систем компьютерного зрения и искусственных нейронных сетей в растениеводстве» с графическим интерфейсом, обеспечивающий генерацию до 20 вариаций каждого исходного изображения с настраиваемыми параметрами трансформаций. Программа поддерживает пакетную обработку файлов, визуальный предпросмотр результатов и сохранение метаданных. Экспериментально подтверждена эффективность применения разработанных методов для увеличения объёма обучающих выборок в задачах детекции и классификации сельскохозяйственных объектов.

Заключение. Внедрение разработанного программного комплекса позволяет существенно расширить наборы данных для обучения нейронных сетей в задачах агрономического мониторинга, учитывая фенологические паттерны развития растений и вариабельность условий дистанционного зондирования. Разработанный программный комплекс может быть использован в научных исследованиях и практических задачах в системах точного земледелия для подготовки обучающих выборок с целью создания искусственных нейронных сетей, что способствует повышению точности и надёжности систем компьютерного зрения, используемых в растениеводстве.

Список использованной литературы

1. Рогачев А. Ф. Мета-анализ цифровых технологий и методов ИИ для повышения продуктивности орошаемых агрофитоценозов в условиях засушливого климата // Journal of Agriculture and Environment. 2025. № 11 (63). https://jae.cifra.science/archive/11-63-2025-november/10.60797/JAE.2025.63.12/

2. Михайленко И. М. Оценивание параметров состояния биомассы корнеплодных культур по данным дистанционного зондирования Земли // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2025. Т. 22. № 3. С. 161-170.

3. Якушев В. В. Структуризация агротехнологических знаний для построения онтологий в растениеводстве // Земледелие. 2022. № 7. С. 3-7.

4. Григорьева О. В. и др. Дистанционный контроль ранней стадии различных типов стресса растений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 2. С. 131-142.

5. Нейросетевая технология поиска и диагностики заболеваний полевых культур по RGB изображениям их листьев / Е. В. Мелихова, К. Е. Токарев, С. Д. Фомин, А. Ю. Наумов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 2 (80). С. 36-44.

6. Галкин А. И. Применение больших данных и нейросетей в точном земледелии для повышения урожайности и устойчивости сельскохозяйственного производства // Аграрная наука. 2025. № 3. С. 150-154.

7. Рогачев А. Ф., Токарев К. Е. Системный анализ и нейросетевые методы оперативного мониторинга всходов озимой пшеницы после перезимовки в условиях континентального климата // Известия НВ АУК. 2025. № 4 (82).

8. Мелихова Е. В. Подготовка ретроспективных данных для нейросетевой системы управления программируемым аграрным производством в засушливых условиях волгоградской области // International Agricultural Journal. 2020. Т. 63. № 2. С. 19.

УДК 004.89:633

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ИСХОДНЫХ И РАЗМЕЧЕННЫХ ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И ТЕСТИРОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Токарев К. Е., к. *э. н., доцент*
Воробьева Н. С., *д. т. Н., доцент*
Наумов А. Ю., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрена методология проектирования и формирования структурированной базы данных (БД) графических объектов, содержащих посевы однолетних полевых культур. База данных предназначена для обучения, валидации и тестирования моделей искусственного интеллекта, включая свёрточные нейронные сети и трансформеры, применяемые в задачах классификации состояния растений, сегментации почвы, обнаружения патологий развития и др. Предложена реляционная модель данных, обеспечивающая хранение метаданных графических объектов, возможность геоинформационной привязки, учета вид культуры, фазы роста и развития, а также сезонность.

Ключевые слова*: базы данных, искусственный интеллект, машинное зрение, однолетние полевые культуры, точное земледелие.*

Природно-климатические изменения и учащающиеся периоды засухи приводят к значительным рискам снижения урожайности сельскохозяйственных культур, особенно в зонах рискованного земледелия. В сложившихся условиях агрофитоценозы (совокупности культурных растений и иной растительности) испытывают стрессовые воздействия, приводящие к нарушению физиологического баланса и продуктивности. В этой связи особую актуальность приобретает задача создания высокоточных систем оперативного мониторинга, способных в режиме реального времени оценивать состояние посевов и предсказывать возможные отклонения от нормы, приводящие к снижению продуктивности [1-2].

В отечественной системе точного земледелия всё чаще используются технологии ИИ для повышения эффективности управления агротехологиями, мониторинга состояния роста и развития растений, поиска вредителей вместе с очагами их распространения и др. Одним из ключевых факторов успешного создания систем ИИ для растениеводства является формирование релевантного и сбалансированного набора данных (dataset), который позволяет обучать модели глубокого обучения для реальных полевых условий [3-5].

На сегодняшний день большинство доступных datasets содержат изображения низкого или среднего разрешения, что не позволяет выявлять признаки дефектного развития растений на значительных площадях. В то же время, развитие средств цифровой дистанционной фотовидеофиксации с применением БПЛА, оснащенных камерами высокого разрешения открывает возможность сбора **высокодетализированных** графических файлов для создания более точных и надёжных моделей ИИ для решения задач классификации и сегментации. Целью исследования является создание базы данных исходных и размеченных цветных изображений посевов зерновых культур, формирование структуры метаданных графических объектов, а также обеспечение масштабируемости и совместимости с современными фреймворками машинного обучения [6-8].

Разработанная БД предназначена для хранения и управления результатами анализа изображений посевов сельскохозяйственных культур (рисунок 1) с помощью системы компьютерного зрения AgroVision AI.

Логическая структура, представленная на рисунке 2, разработанной базы данных служит централизованным хранилищем для:

1. Метаданных о загруженных с целью обработки нейронной сетью графических объектах (имя и тип файла, дата загрузки).

2. Результатов интеллектуального анализа обнаруженных классов, аннотаций, координат и точности классификации.

3. Связи между файлами и их обработанными версиями.

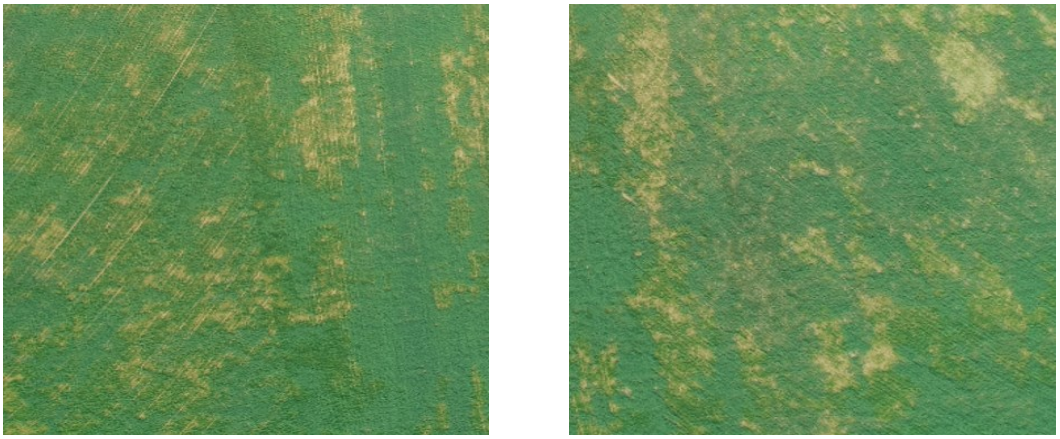


Рисунок 1 – Типовые изображения сформированного набора данных

Первым этапом создания БД являлось формирование набора оптических изображений растений в фазе активной вегетации. Типовые изображения участка поля формируемого набора данных представлены на рисунке 1.

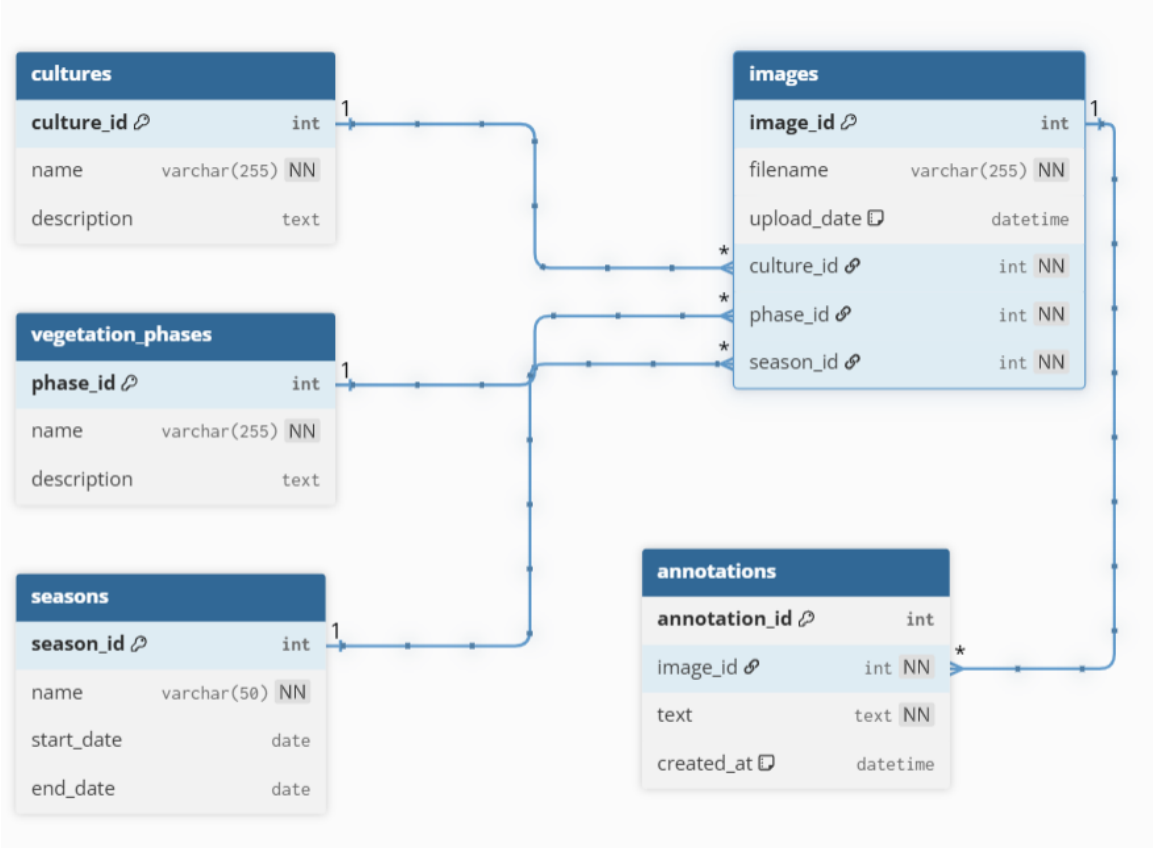


Рисунок 2 – Логическая структура базы данных

Функционал базы данных позволяет:
– вести историю всех анализов;

– фильтровать и просматривать результаты по культурам, сезонам и фазам;

– удалять записи вместе со связанными файлами;

– визуализировать разметку и результаты обработки.

Особенности проектирования и программной реализации заключаются в следующем:

– нормализация (минимизация) дублирования данных (названия с.-х. культур хранятся один раз);

– внешние ключи и CHECK-ограничения защищают от некорректных данных (целостность);

– легко масштабировать путем добавления новых классов, типов файлов или метаданных;

– удобство графического интерфейса для просмотра, удаления и анализа данных без использования языка структурированных запросов (SQL).

Графический интерфейс разработанной базы данных представлен на рисунке 3 [9].

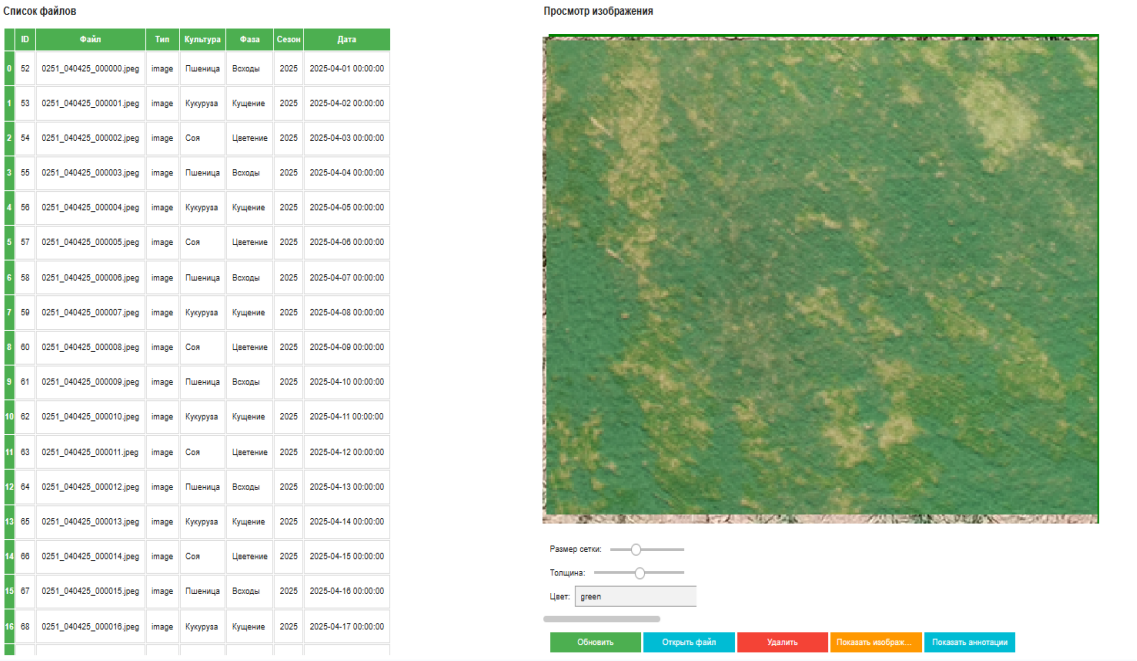


Рисунок 3 – Диаграмма последовательности (загрузка и обработка) изображения

В ходе проектирования и программной реализации БД сформировано семейство UML-диаграмм, в частности: диаграмма вариантов использования (рисунок 4 (а)), состояний (рисунок 4 (б)) и упрощенная клиент-серверная архитектура (рисунок 4 (в)).

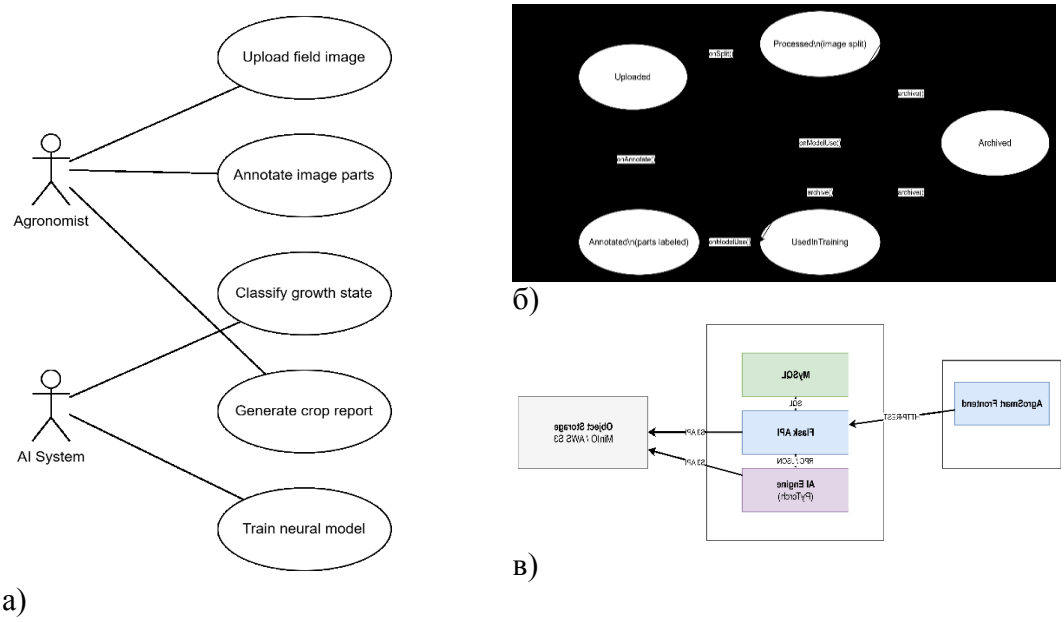


Рисунок 4 – UML-диаграммы разрабатываемой БД

В ходе анализа имеющихся в распоряжении оптических изображений полей с посевами сельскохозяйственных культур предварительно выделено две обучающие выборки, содержащие два класса для формирования обучающего набора данных («здоровые участки», «участки с поражениями различной природы происхождения») и три класса для формирования обучающего набора данных («здоровые участки посевов», «участки посевов с поражениями различной природы происхождения» и «прочие объекты»). Следующим этапом создания искусственной нейронной сети будет являться подбор и обоснование использования нейросетевой модели, формирование структуры каталога для хранения набора данных (обучающей и проверочной выборок), а также разметка datasets в виде цветных изображений с учетом выбранного алгоритма обучения ИНС, а также, при необходимости, реализации процедуры аугментации (синтетического увеличения набора данных) [10].

Список использованной литературы

1. Послание Президента РФ Федеральному Собранию от 29.02.2024. http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/messages/73585

2. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358

3. Якушев В. В. Структуризация агротехнологических знаний для построения онтологий в растениеводстве // Земледелие. 2022. № 7. С. 3–7.

4. Якушев В. В. Интеллектуальные системы поддержки технологических решений в точном земледелии // Земледелие. 2020. № 1. С. 33–37.

5. Рогачев А. Ф. Исследование развития и продуктивности сельскохозяйственных культур с применением беспилотных летательных аппаратов // Известия НВ АУК. 2020. № 3 (59). С. 397-406.

6. Токарев К. Е. Системный анализ и нейросетевые методы оперативного мониторинга всходов озимой пшеницы после перезимовки в условиях континентального климата // Известия НВ АУК. 2025. № 4 (82). 474-482.

7. Токарев К. Е. Онтология классов цветных изображений посевов зерновых культур в процессе вегетации для обучения и тестирования нейросетевых моделей // Journal of Agriculture and Environment. 2025. № 10 (62).

8. Наумов А. Ю., Токарев К. Е. Аспекты применения алгоритмов искусственного интеллекта для оптимизации полевого севооборота // Материалы XVIII Международной научно-практической конференции молодых исследователей. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2024. Т. 2. С. 122-124.

9. Набор размеченных RGB-изображений посевов однолетних полевых культур в системе орошаемого земледелия для обучения и тестирования классифицирующих искусственных нейронных сетей: свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025624029 РФ: заявл. 17.11.2025: опубл. 01.12.2025 / К. Е. Токарев, А. Ф. Рогачев, А. Ю. Наумов.

10. Белоусов И. С., Рогачев А. Ф. Нейросетевой анализ изображений в сельском хозяйстве с использованием SaaS системы // Инженерный вестник Дона. 2022. № 8 (92). С. 152-161.

УДК 519.876+621.355

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Чернявский А. Н., *к. т. н., доцент*
Аксенов М. П., *к. с-х. н., доцент*
Зеляковский Д. В., *к. э. н., доцент*
Тавлуй А. В., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрено моделирование универсальной комбинированной модели аккумуляторной батареи. Данная модель построена на основе модифицированного уравнения Шеферда, а также кинетической модели. Представленая модель обеспечивает отображение основных характеристик аккумуляторной батареи. Изучены основные характеристики в эксплуатационных режимах и с учетом физических ограничений. Рассмотрены результаты верификации разработанной математической модели на примере свинцово-кислотной и литий-железофосфатной аккумуляторных батарей. Исследования доказалит более высокую точность смоделированных данных по сравнению с базовой моделью аккумуляторной батареи MatLab/Simulink.

Ключевые слова: *аккумуляторные батареи, накопители энергии, характеристики аккумуляторных батарей.*

Если рассматривать детализацию процессов в АКБ с точки зрения математической модели, то их можно поделить на три большие группы: физические модели, модели на основе эквивалентных электрических схем замещения и эмпирические модели на основе экспериментальных данных [1].

Модифицированная модель Шеферда описывается следующим уравнением.

$$V_{batt}=E-R\cdot i-K\frac{Q}{Q-\int_0^t idt}\cdot\int_0^t idt-R_{pol\cdot i^*}+Exp \quad (1)$$

где V_{batt} – напряжение на клеммах АКБ; E – ЭДС аккумулятора; R – внутреннее сопротивление АКБ; i – ток через аккумулятор; $i*$ – фильтрованный ток; K – постоянная поляризации; Q – полная (максимальная) емкость АКБ; R_{pol} – сопротивление поляризации; Exp – напряжение экспоненциальной зоны.

Для свинцовокислотных АКБ эти слагаемые определяются по следующим формулам:

$$R_{pol}=\begin{cases}K\frac{Q}{Q-\int_0^t idt} & \text{при } i>0 \text{ (режим разряда)}\\ K\frac{Q}{\int_0^t idt+0{,}1\cdot Q} & \text{при } i<0 \text{ (режим заряда)}\end{cases} \quad (2)$$

$$Exp=\begin{cases}A\cdot\exp(-B\cdot i\cdot t) & \text{при } I>0 \text{ (режим разряда)}\\ A\cdot[1-\exp(-B\cdot|i|\cdot t)] & \text{при } I<0 \text{ (режим заряда)}\end{cases} \quad (3)$$

где A – амплитуда экспоненциальной зоны напряжения, B – обратная постоянная времени экспоненциальной зоны. Модель напряжения идентифицируется по пяти параметрам (R, E, K, A, B), значения которых определяются по данным технической спецификации АКБ.

Для понимания процессов изменения емкости в АКБ при эксплуатации в предлагаемой модели используется модель KiBaM [2]. Эта модель построена на основе аналогии с простой гидравлической системой. Такая модель АКБ представляется в виде двух резервуаров [3]. Эти резервуары соединены клапаном. Проводимость клапана определяется константой k′. На рисуне 1 представлено схематичное представление кинетической модели аккумуляторной батареи.

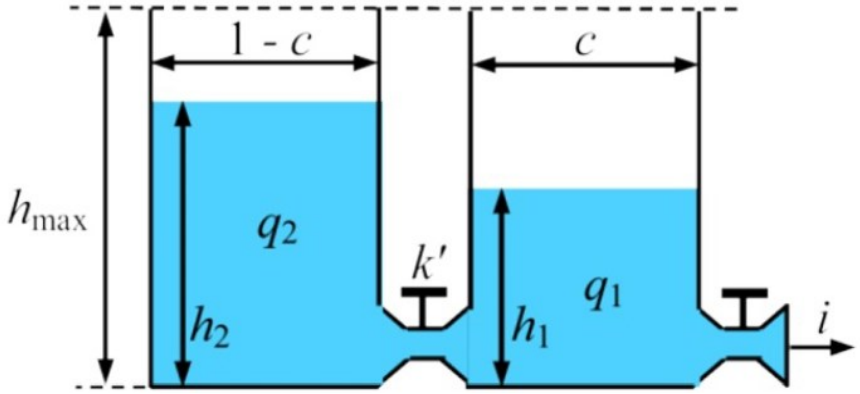


Рисунок 1 – Кинетическая модель аккумуляторной батареи

Напор (уровень заряда) и емкость (заряд) резервуаров связываются следующими соотношениями:

$$h_1 = q_1/c, \quad (4)$$
$$h_2 = q_2/(1-c)$$

где q_1 – доступный заряд; q_2 – связанный заряд.

Регулятор, установленный на выходе из резервуара 1, работает таким образом, что расход жидкости (величина тока i) остается постоянным в течение временного шага:

$$\frac{dq1}{dt} = -i - k' \cdot (h_1 - h_2) \quad (5)$$
$$\frac{dq2}{dt} = k' \cdot (h_1 - h_2)$$

С помощью преобразований Лапласа получено решение уравнений (4) и (5), описывающих процессы в АКБ на временном шаге Δ:

$$q_1 = q_{1,0} \cdot e^{-k \cdot \Delta t} + \frac{(q0 \cdot k \cdot c - i) \cdot (1 - e^{-k \cdot \Delta t})}{k} - \frac{i \cdot c \cdot (k \cdot \Delta t - 1 + e^{-k \cdot \Delta t})}{k} \quad (6)$$
$$q_2 = q_{2,0} \cdot e^{-k \cdot \Delta t} + q0 \cdot (1-c) \cdot (1 - e^{-k \cdot \Delta t}) - \frac{i \cdot (1-c) \cdot (k \cdot \Delta t - 1 + e^{-k \cdot \Delta t})}{k}$$

где $q_{1.0}$ и $q_{2.0}$ – количество заряда в доступной и связанной емкостях соответственно, при t = 0, и значит $q_0 = q_{1.0} + q_{2.0}$; k – новая переменная, которая определяется по выражению^

$$k = \frac{k'}{c \cdot (1-c)} \quad (7)$$

При построении модели емкости АКБ необходимо определить три параметра: максимальную емкость аккумулятора Q (А·ч), константу скорости k и коэффициент емкости c. Параметры модели определяются по разрядным кривым или таблицам из технической спецификации на конкретную модель АКБ. Рекомендуется использовать три разрядных кривых для одно-, десяти- и двадцатичасового разрядного тока, что позволяет определить численные значения следующих функций:

$$F_{t1,t10} = \frac{qt=1}{qt=10}, \qquad F_{t1,t20} = \frac{qt=1}{qt=20}$$

где $q_t = T$ – разрядная емкость АКБ (А·ч) при времени разряда $t = T$ часов.

Неизвестные параметры модели c и k связаны между собой следующим выражением:

$$C = \frac{Ft \cdot (1 - e^{-k \cdot t1}) \cdot (1 - e^{-k \cdot t2}) \cdot t1}{\{Ft \cdot (1 - e^{-k \cdot t1}) \cdot t2 - (1 - e^{-k \cdot t2}) \cdot t1 - kFt \cdot t1 \cdot t2 + k \cdot t1 \cdot t2\}} \quad (8)$$

Представленное выражение позволяет по любым двум выбранным F_t определить зависимости c от k и по их соответствию друг другу окончательно установить значения. Максимальную емкость АКБ можно определить после определения параметров c и k:

$$Q = \frac{qt=T \cdot [(1-c) + k \cdot c \cdot t]}{k \cdot c \cdot t} \quad (9)$$

Остаточная емкость АКБ или степень заряда (State of Charge – SOC), можно определить по выражению;

$$SOC(t)=SOC(t-1)+\frac{1}{Q}\int_0^t idt \quad (10)$$

Уравнение для учета физических ограничений на доступную емкость (мощность) АКБ можно модифицировать введением «буферного» заряда q_{buff}:

$$SOC(t)=SOC(t-1)+\frac{1}{Q}[\int_0^t idt + qbuff] \quad (11)$$

Уменьшение доступной емкости АКБ в режимах разряда большими токами отображает физически q_{buff}. Таке эта величина показывает ограничения на принимаемую зарядную мощность при высоком уровне остаточного заряда [4].

Математическую величину q_{buff} можно найти:

$$\begin{cases} q_1 \text{ при } q_1<0, \\ q_{buff}=0 \text{ при } 0<q_1<q_{1max} \\ q_1-q_{1max} \text{ при } q_1>q_{1max} \end{cases} \quad (12)$$

Исходя из вышепредставленных выражений в среде MatLab/Simulink возможно реализовать математическую модель АКБ. На рисунке 2 показана упрощенная функциональная схема.

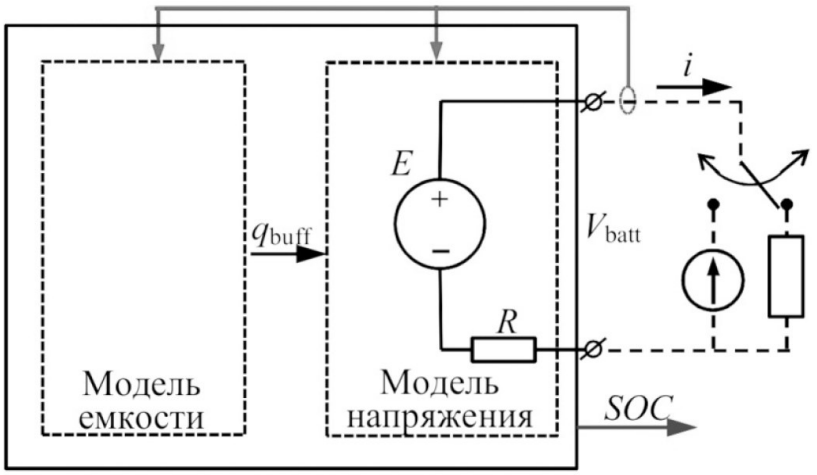
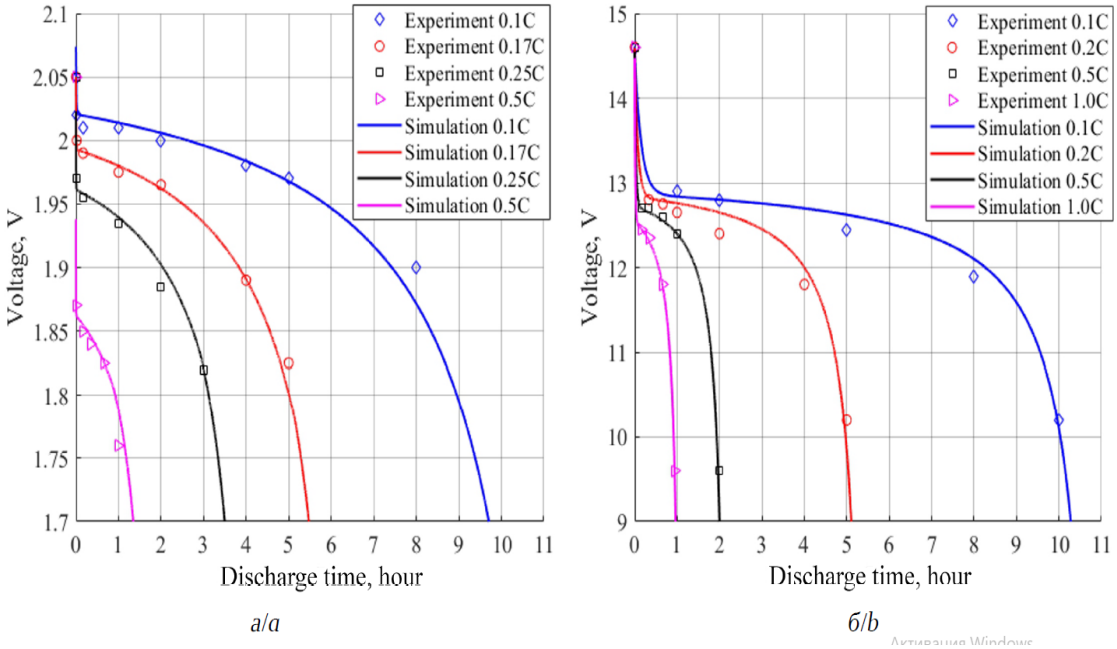


Рисунок 2 – Функциональная схема

Представленная модель отображает динамическую реакцию напряжения на изменение тока АКБ, а также она определяет текущую величину остаточного заряда [5]. Использование данной модели возможно использовать для решения разнообразных задач, связанных с выбором и управлением режимами АКБ.

Представленная величина нагрузочного профиля зарядно-разрядных токов АКБ изменяется в пределах от –0.25 С до 0.2 С [6]. Такое изменение обусловливается изменением уровня остаточного заряда батареи в широком диапазоне.

Характеристики разработанной модели учитывают физические ограничения на величину доступной мощности АКБ. Анализ проводился путем сравнения с результатами моделирования [7-8]. Результаты были получены на стандартной модели MatLab/Simulink. Результаты моделирования разрядных кривых АКБ OPzS 2V200Ah в зависимости от величины, снятой с батареи разрядной емкости представлены на рисунке 3.



а/a *б/b*

Рисунок 3 – Разрядные характеристики аккумуляторов

В данном исследовании представлены результаты разработки универсальной модели АКБ. Такая модель АКБ позволяет моделировать режимы работы батарей разных типов. Модель позволяет использовать в качестве исходных данных только техническую спецификацию.

Список использованной литературы

1. Борисов П. В., Воробьев А. А., Константинов К. В., Самаркина И. К. Исследование характеристик литий-ионной аккумуляторной батареи // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2023. Т. 20. № 1. С. 207-221.

2. Барсегян К. Р., Перепелица М. А., Онищенко Д. О. Разработка математической модели литий-ионной аккумуляторной батареи и ее сравнение с существующими аналогами // Известия МГ-ТУ «МАМИ». 2022. Т. 16. № 1. С. 81-88.

3. Волков С. С., Ильин М. Е., Рогачёв В. Д., Набатчиков А. В. Моделирование процессов изменения электрических характеристик свинцово-кислотного аккумулятора // Вестник РГРТУ. № 71. С. 196-208.

4. Обухов С. Г., Плотников И. А., Масолов В. Г. Анализ режимов работы накопителей энергии в автономных гибридных электростанциях с возобновляемыми источниками энергии // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. 2018. № 13–15. С. 55-67.

5. Мартьянов А. С., Гриценко А. В., Шепелев В. Д., Граков Ф. Н., Плетухина В. С. Имитационная модель накопителя электрической энергии // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2020. № 4. С. 60-70.

6. Чернявский А. Н. Повышение технологической эффективности работы штригельной бороны путем конструктивного обоснования параметров зуба: автореферат диссертации. Волгоград, 2022. 14 с.

7. Чернявский А. Н., Борисенко И. Б., Токарев К. Е. Моделирование работы пружинного рабочего органа штригельной бороны на основе оптимизации зоны поперечных колебаний // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 2 (62). С. 482-490.

8. Чернявский А. Н., Борисенко И. Б. Технологическая модель процесса работы пружинного зуба // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Волгоград, 2017. С. 56-62.

УДК 519.876:621.311

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ

Чернявский А. Н., *к. т. н., доцент*
Аксенов М. П., *к. с-х. н., доцент*
Зеляковский Д. В., *к. э. н., доцент*
Тавлуй А. В., *магистрант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Рассмотрены вопросы моделирования системы электроснабжения зарядных станций для сельскохозяйственной техники с электрической тягой. Обоснована актуальность перехода от двигателей внутреннего сгорания к электродвигателям, питаемым от аккумуляторных батарей, в контексте экологических и экономических вызовов современности.

Ключевые слова: *моделирование, электроснабжение, зарядная станция, аккумуляторная батарея (АКБ).*

Электроснабжение зарядной станции осуществляется от трансформаторной подстанции ТП-10/0,4 кВ. Подключение происходит в силовом шкафу, от которого подключается станция. В точке присоединения шины РУ-0,4 кВ ТП, подключение выполняется кабельной линией, проложенной в земле. Кабели прокладываются в траншеях и имеют снизу подсыпку [1]. Глубина заложения кабельных линий от планировочной отметки должна быть не менее 0,7 м; при пересечении улиц и площадей независимо от напряжения 1 м [2].

На рисунке 1 представлен общий вид зарядной станции.

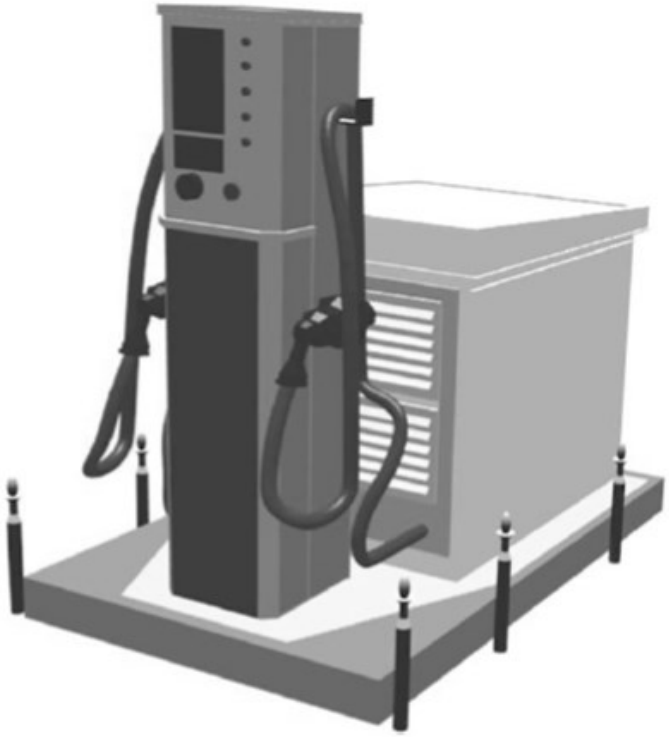


Рисунок 1 – Общий вид зарядной станции

На рисунке 2 показана станция в разрезе.

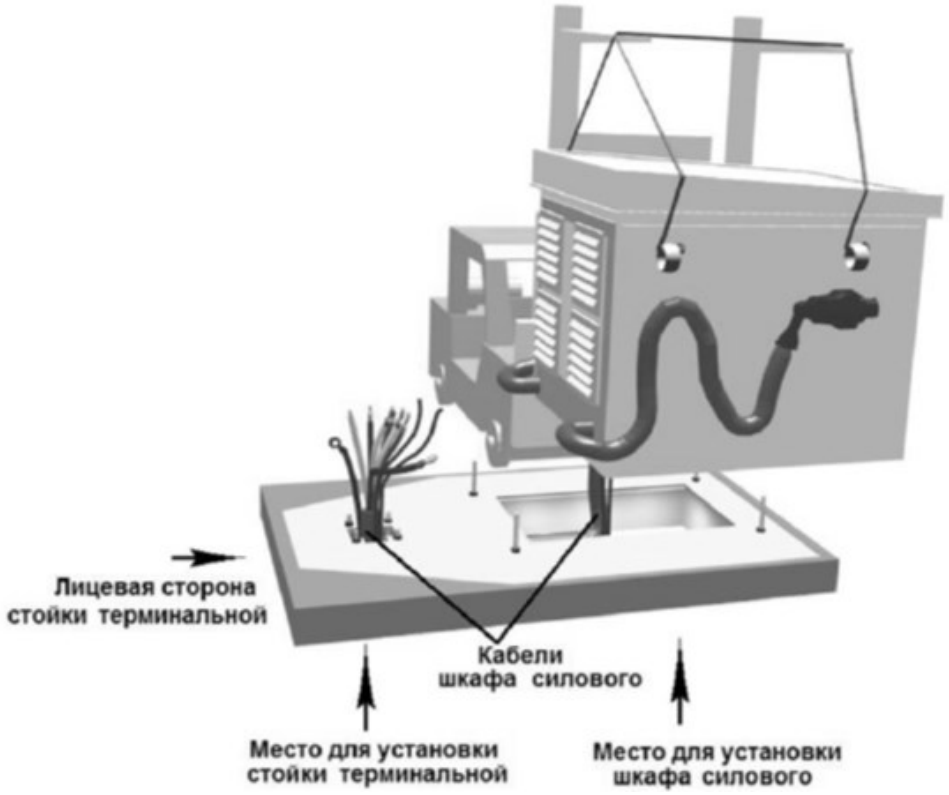


Рисунок 2 – Станция в разрезе

Для электроснабжения силового шкафа зарядной станции общей мощностью 240 кВт используют кабель марки ВБбШв. Кабель ВБбШв – это силовой бронированный лентами кабель, с медной жилой, изоляцией и защитным шлангом из ПВХ [3]. Сечение кабеля определяется исходя из условия прохождения длительно-допустимого тока.

Максимальное значение рабочего тока определяется из выражения:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot cos\varphi} \quad (1)$$

где P – активная мощность, кВт;
U – напряжение, кВ;
$cos\varphi$ – коэффициент мощности.

Из условия прохождения длительно-допустимого тока, необходимо подобрать кабель [4]. Подбираем кабель сечением 4х240 ($I_{дд}$=438 А) – ВБбШв 4х240.

После подбора кабеля проводим проверку сечения кабеля по термической стойкости к токам КЗ.

$$S = \frac{I\text{кз} \cdot t}{C} \quad (2)$$

где $I_{кз}$ – ток КЗ;
t – время срабатывания основной защиты, t=0,3 с;
C – постоянная времени, зависящая от вида изоляции и материала жил кабеля (для кабеля ВБбШв C=94 А·с1/2/мм^2).

Целесообразно по экономическим соображениям определить сечение S (мм²) из соотношения:

$$S = \frac{Jp}{J_{эк}} \quad (3)$$

где $J_{эк}$ – Экономическая плотность тока.

Значение начальной температуры жилы до КЗ можно определить из выражения:

$$\Theta_н = \Theta_0 + (\Theta_{дд} - \Theta_{окр})\left(\frac{I_р}{I_{дд}}\right)^2 \quad (4)$$

где Θ_o – фактическая температура окружающей среды во время КЗ (Θ_o = 15 °С);
$\Theta_{дд}$ – значение расчётной длительной допустимой температуры жилы кабеля ($\Theta_{дд}$ = 70 °С);
$\Theta_{окр}$ – значение расчётной температуры окружающей среды ($\Theta_{окр}$ = 15 °С);
I_p – значение тока в кабеле перед КЗ.

Тепловой импульс от тока КЗ определим по следующему выражению:

$$B_{тер}=I_{кз}(t+T_{аэ})+(0,3I_{кз}+I_{по,а.д}+0,1I_{по,\ ад})t \quad (5)$$

где $I_{кз}$ – ток КЗ;

t – время срабатывания защиты (t=0,3 с);

$T_{аэ}$ – эквивалентная постоянная времени затухания апериодической составляющей тока КЗ от удалённых источников ($T_{аэ}$ = 0,02 с для сети 0,4 кВ).

$I_{по\ ад.}$ – начальное значение периодической составляющей тока подпитки от асинхронных электродвигателей (обычно $I_{по\ ад}$ = 0 кА) [5].

Температура исследуемой жилы непосредственно после КЗ определяется по выражению:

$$\Theta_к=\Theta_н\cdot e^k+a\cdot(e^k-1) \quad (6)$$

где a = 228,00 °С – величина, обратная температурному коэффициенту электрического сопротивления при 0 °С,

k – коэффициент теплового импульса,

$$k=\frac{bB_{\text{тер}}}{S} \quad (7)$$

где b – постоянная, характеризующая теплофизические характеристики материала жилы кабеля (для меди b = 19,58 мм4/(кА2·с).

S – сечение жилы кабеля.

После выполнения расчетов необходимо провести проверку по потерям напряжения по следующему выражению:

$$\Delta U=\frac{P\cdot L}{k\cdot S} \quad (8)$$

где L – длина линии;

k – коэффициент, учитывающий материал проводника;

S – сечение жилы кабеля.

Выбор времятоковой характеристики обусловлено отсутствием высоких пусковых токов. Наличие высоких пусковых токов может привести к ложным срабатываниям аппаратов. Используемые устройства обладают высокой чувствительностью [6]. Например, электромагнитный расцепитель срабатывает при превышении номинального тока на 200 %. Время срабатывания электромагнитного расцепителя составляет 0,015 сек. Стандартное время срабатывания биметаллической пластины занимает 4-5 сек. Сравнение времятоковых характеристик представлено на рисунке 3.

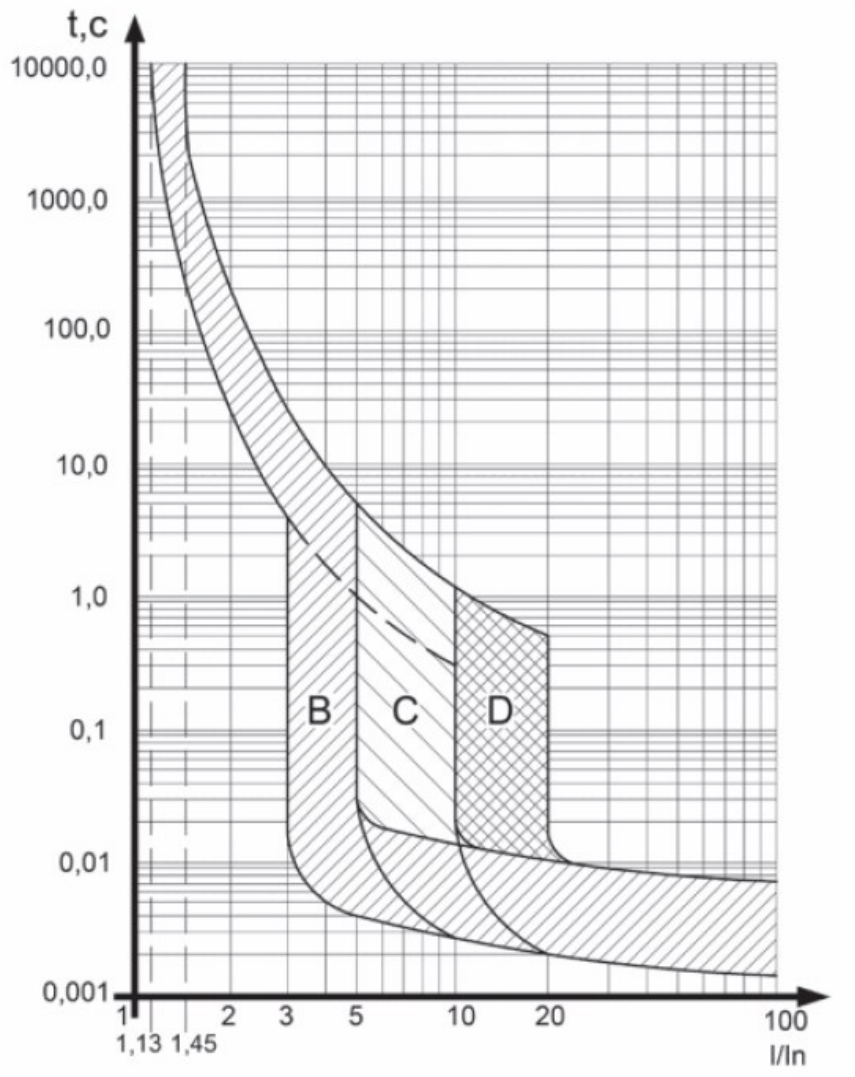


Рисунок 3 – Сравнение времятоковых характеристик

В случае быстрого перевода нагрузки на резервное питание и возникновения аварийной ситуации необходимо предусмотреть блок автоматического ввода резерва [7]. В качестве такого блока можно выбрать блок автоматического ввода резерва OptiSave H-243-УЗ.

Однолинейная схема электроснабжения представлена на схеме 4.

По проекту заказчика, силовой шкаф должен быть оборудован дополнительными защитами от несанкционированного доступа.

Возможна установка защитного реле PILZ PNOZ s4. При помощи этого устройства происходит аварийное отключение присоединений при несанкционированном доступе в силовой шкаф [8]. В паре с защитным реле работает и защитный датчик, работающий по технологии FID (англ. Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация). В качестве защитного датчика принимается устройство PILZ PSEN cs4.1a /PSEN cs4.1 1unit.

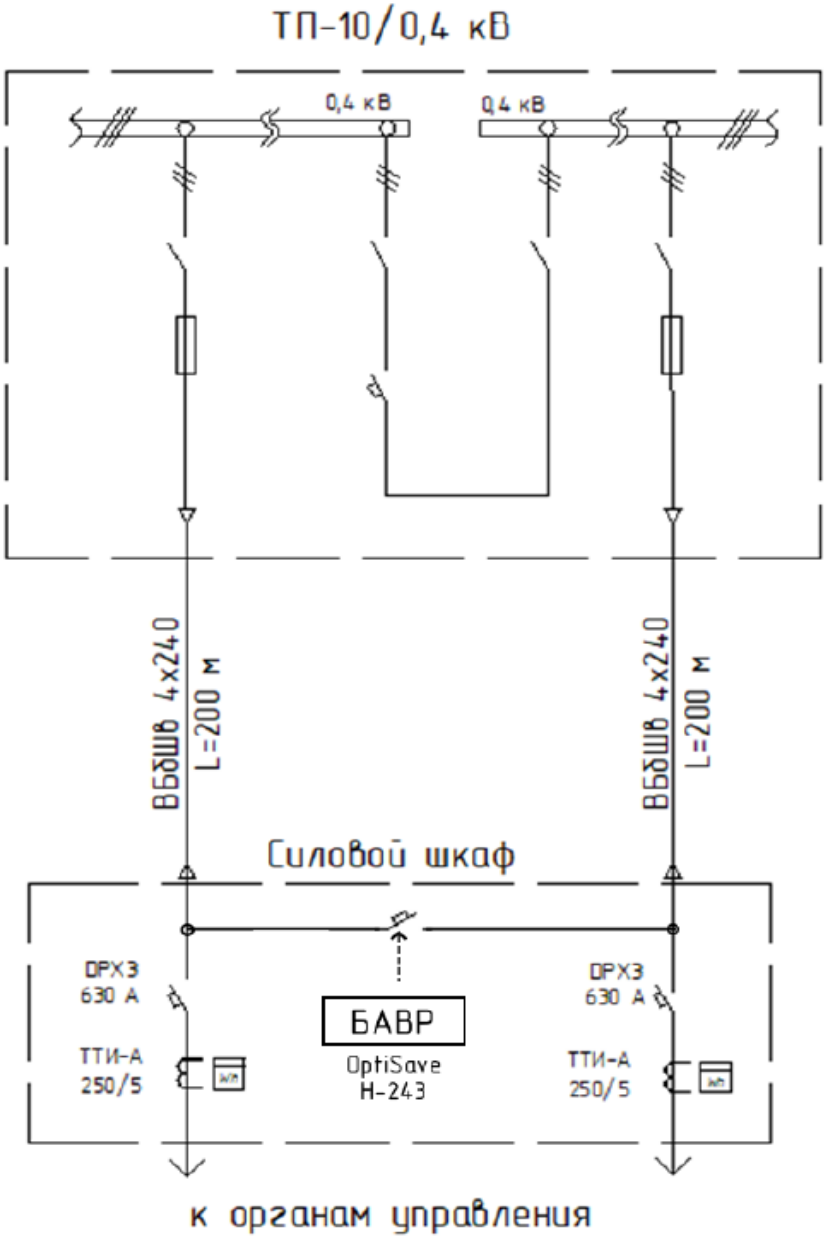


Рисунок 4 – Однолинейная схема электроснабжения

Далее в таблице представлено оборудование зарядной станции на 240 кВт. Такая зарядная станция достаточно крупная и мощная. Такую зарядную станцию можно разместить в зонах высокого автомобильного трафика. Она может быть установлена в зонах отдыха на автомагистралях, автозаправочных станциях, станциях технического обслуживания, МТМ и других объектах придорожного сервиса, где водители могут быстро подзарядить аккумулятор электромобиля во время остановок при следовании на дальние расстояния.

Перечень (спецификация) коммутационного оборудования представлен в таблице 1.

Таблица 3 – Перечень коммутационного оборудования

Название	Модель	Кол-во
Контактор передзаряда 132кВт 400V АС3	3RT1065-6AB36	2
Автоматический выключатель	3VA2716-5AC13-0AA0-Z Т3О	1
Дополнительные удлиненные контакты	3VW9011-0AL78	1
Лицевые панели	3VW9724-0WF40	1
Устройства блокировки положения флажка	3VW9727-0LB10	1
Выключатель нагрузки	3VA2463-5KP42-0AA0	1
Дополнительные клеммы	3VA9404-0JJ23	1
Модуль коммуникации	3VA9387-0TB10	1
Концентратор данных	3VA9987-0TA10	1
Кабели вторичных цепей	3VA9987-0TC10 3VA9987-0TC20	1 1
Коммуникационный модуль Ethernet	7KM9300-0AE02-0AA0	1
Предохранители	3NH72604	4
Корпус для предохранителей	3NE12274D	4

Для моделируемой станции определена необходимая мощность – 240 кВт и выбрана схема внешнего электроснабжения станции – от существующей трансформаторной подстанции ТП-10/0,4 кВ до силового шкафа, от которого осуществляется непосредственное подключение станции. Произведен выбор коммутационного оборудования.

Список использованной литературы

1. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 2015. 330 с.

2. Развитие зарядной инфраструктуры для электротранспорта. https://www.rossetivolga.ru/ru/o_kompanii/razvitieza/

3. Изменения, которые вносятся в перечень территорий и дорог федерального значения, определенных в качестве пилотных для создания зарядной инфраструктуры для электротранспортных средств до 2024 года включительно: распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2023 г. № 3517-р. http://static.government.ru/media/files/wmp13U3wJDbLAIlBklPKw4foM421mnsA.pdf

4. Методические указания по расчету электрических нагрузок в сетях 0,38-110 кВ сельскохозяйственного назначения: РД 34.20.178. М.: ЦНИИПромзданий, 2015. 108 с.

5. Сборник цен на проектные работы для строительства. https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/6fb/sbornik_tsen_na_proektnye_raboty_dlya_stroitelstva_elektroenergetika.pdf

6. Чернявский А. Н. Повышение технологической эффективности работы штригельной бороны путем конструктивного обоснования параметров зуба: автореферат диссертации. Волгоград, 2022. 14 с.

7. Чернявский А. Н., Борисенко И. Б., Токарев К. Е. Моделирование работы пружинного рабочего органа штригельной бороны на основе оптимизации зоны поперечных колебаний // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 2 (62). С. 482-490.

8. Чернявский А. Н., Борисенко И. Б. Технологическая модель процесса работы пружинного зуба // Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования. Волгоград, 2017. С. 56-62.

УДК 621.311

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЭП 110 КВ: ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ

Штырин Д. С., *аспирант*

ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ
г. Волгоград, Россия

Аннотация. Обоснована актуальность применения методов системного анализа для повышения эффективности эксплуатации воздушных линий электропередачи (ЛЭП) напряжением 110 кВ. Рассмотрена проблема старения основных фондов и роста числа отказов в распределительных сетях. Проведен обзор современных российских и зарубежных подходов к оценке надежности и диагностике ЛЭП, включая статистические методы, фидуциальный подход и имитационное моделирование. Описаны основные методы системного анализа (декомпозиция, математическое моделирование, теория принятия решений), применимые для решения задач управления техническим состоянием ЛЭП. Сформулированы цель и задачи исследования, направленные на разработку модели поддержки принятия решений для оптимизации ремонтов и реконструкции линий электропередачи.

Ключевые слова: *системный анализ, ЛЭП 110 кВ, надежность электроснабжения, диагностика оборудования, техническое обслуживание ЛЭП.*

Актуальность. Воздушные линии электропередачи напряжением 110 кВ являются ключевым звеном распределительных сетевых комплексов, обеспечивая электроснабжение промышленных центров и значительной части городского населения. Надежность их работы непосредственно влияет на устойчивость энергосистемы в целом и экономическую безопасность регионов [3]. В настоящее время электроэнергетика сталкивается с системной проблемой: значительная часть основных фондов, включая ЛЭП 110 кВ, выработала свой нормативный срок службы. Это приводит к увеличению числа отказов и росту затрат на ремонт [1].

Статистика показывает, что наибольшее количество перерывов в электроснабжении происходит именно по причине повреждений на линиях электропередачи [4]. Традиционные подходы к эксплуатации, основанные на планово-предупредительных ремонтах, зачастую не учитывают индивидуальное техническое состояние конкретного участка ЛЭП и многообразие влияющих факторов [3].

В этой связи особую актуальность приобретает переход к риск-ориентированным стратегиям управления активами. Оснащение энергообъектов системами мониторинга генерирует огромные массивы данных, эффективная обработка которых невозможна без применения специального математического аппарата [2]. Именно системный анализ позволяет перейти от рассмотрения ЛЭП как изолированного технического объекта к ее изучению как сложного элемента единой электроэнергетической системы, что необходимо для решения комплексных задач прогнозирования отказов и оптимизации технического обслуживания [5, 6].

Цель. Повышение эффективности эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 110 кВ на основе применения методов системного анализа для оценки их технического состояния и оптимизации управленческих решений.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести системный анализ объекта исследования (ЛЭП 110 кВ) как элемента электроэнергетической системы, выявив основные факторы, влияющие на его надежность.

2. Выполнить сравнительный обзор и классификацию существующих методов диагностики, оценки надежности и оптимизации обслуживания ЛЭП 110 кВ.

3. Обосновать выбор и адаптировать комплекс методов системного анализа (статистических, оптимизационных) для решения задачи прогнозирования технического состояния конкретного участка ЛЭП.

1. Разработать алгоритм или модель для поддержки принятия решений при управлении эксплуатацией ЛЭП 110 кВ.

2. Апробировать предложенный подход на примере реальных данных по ЛЭП 110 кВ, оценить его практическую значимость.

Методы системного анализа, применяемые для решения задач эксплуатации 110 кВ. Теоретической и методологической базой для комплексного решения проблем эксплуатации ЛЭП служит теория систем и системный анализ. Как отмечено в фундаментальном труде [5], системный анализ в электроэнергетике представляет собой сово-

купность методов и средств исследования сложных технических систем, позволяющих подготовить и обосновать решения по их созданию, эксплуатации и развитию.

Современным вектором развития системного анализа является его интеграция с методами **искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО)**. Если классический системный анализ отвечает на вопрос «как структурировать проблему и выбрать критерии», то ИИ позволяет обрабатывать сверхбольшие массивы данных (Big Data), поступающих с систем мониторинга, и находить в них скрытые закономерности, недоступные традиционным статистическим методам [1, 3]. Применительно к ЛЭП 110 кВ наиболее релевантны следующие группы методов:

Методы декомпозиции и структуризации. Позволяют представить ЛЭП как совокупность взаимосвязанных элементов (опоры, провода, изоляторы) и процессов (механические нагрузки, коррозия), а также выделить наиболее значимые факторы внешней среды [5]. Результаты декомпозиции служат основой для формирования признакового пространства (feature space) при последующем обучении моделей ИИ [3].

Математические методы моделирования, включая методы ИИ:

Вероятностно-статистические методы: используются для описания случайного характера отказов, но их точность снижается при наличии большого числа влияющих факторов.

Методы машинного обучения: в современных исследованиях активно применяются для прогнозирования отказов ЛЭП 110 кВ на основе их паспортных и эксплуатационных характеристик. Например, в работе Большева В.Е. [3] для прогнозирования аварийных отключений были опробованы пять алгоритмов: машина опорных векторов (SVM), логистическая регрессия, случайный лес (Random Forest), а также градиентные бустинги LightGBM и CatBoost. Лучший результат (ROC-AUC 0.84) показала логистическая регрессия, которая позволила выявить ключевые факторы риска (протяженность трассы, тип опор), не очевидные при традиционном анализе [1, 3]. Эти методы позволяют создавать **предиктивные модели** технического состояния.

Нейросетевые технологии: применяются для задач диагностики в реальном времени. В работе Аллаева К. Р. и др. [2] предложено устройство на базе искусственной нейронной сети (многослойный персептрон) для классификации 12 видов коротких замыканий на ЛЭП. Точность распознавания превышает 95 %, что открывает возможности для создания интеллектуальных систем релейной защиты и автомати-

ки. Кроме того, нейросети лежат в основе современных систем обработки данных с беспилотников (БПЛА): они автоматически распознают дефекты изоляторов, опор и охранной зоны с точностью до 98 % [4].

Методы теории принятия решений и оптимизации: необходимы для выбора оптимальных стратегий технического обслуживания. ИИ здесь выступает как инструмент ранжирования рисков: выявленные нейросетью дефекты автоматически классифицируются по степени опасности и сроку устранения [4], что позволяет интегрировать их в системы ТОиР (технического обслуживания и ремонта) (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ методологического подхода

Преимущество	Эффект
Интеграция методов	Снижение простоев на 20-30 %
Фундаментальный подход	Ранжирование при малой статистике
Моделирование	Экономия до 15-25 % на ремонтах

Таким образом, системный анализ обеспечивает методологический каркас исследования, а методы искусственного интеллекта выступают в роли мощного инструментария для обработки данных и построения прогнозных моделей в рамках этого каркаса.

Методы системного анализа для повышения эффективности эксплуатации воздушных линий электропередачи (ВЛЭП) 110 кВ включают статистический анализ отказов, моделирование надежности и диагностику с использованием современных технологий. В филиале ПАО «Россети Юг» (в частности, «Ростовэнерго») эти подходы применяются для минимизации простоев и оптимизации ремонтов [8].

Системный анализ начинается с оценки показателей надежности, таких как индекс вероятности аварийного отключения (Sav), рассчитываемый на основе сравнения с базовой моделью ЛЭП с наибольшим числом отказов. В «Россети Юг» проводят анализ грозовых отключений ВЛ 110 кВ (в среднем 51 в год за 2017-2023 гг.), определяя тренды и факторы риска, включая молниевую активность. Это позволяет прогнозировать отказы и планировать профилактику, снижая SAIDI и SAIFI [7].

Используют БПЛА с ИИ для визуального осмотра опор и просек, распознавая дефекты с точностью до 90-95 % и охватывая до 715 км линий за 65 часов полетов. В «Россети Юг» применяют волновые приборы определения места повреждения (ОМП) для сокращения времени поиска на 70% [7], а также акустическую дефектоскопию. Геоинформационные системы анализируют аэрофотосъемку для оценки залесенности охранных зон, оптимизируя расчистку (до 130 га в год) [8]. Аналогичный опыт использования беспилотников демонстрируют и другие дочерние структуры «Россетей» [9].

Профилактические ремонты включают замену изоляторов (до 2000 шт./год), проводов (44 км) и опор (330 шт.), монтаж грозотросов (5,4 км) для защиты от перенапряжений. В 2025 г. «Россети Юг» отремонтировали ~100 км ВЛ 110 кВ в Ростовской области, повысив надежность для 135 тыс. потребителей за 189 млн руб. [10]. Реконструкция участков (например, ВЛ-110 кВ №702) сочетается с моделированием пропускной способности (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительный анализ методов

Метод	Применение в Россети Юг	Эффект
Индекс S_{av}	Анализ отключений 110 кВ	Прогноз отказов
БПЛА + ИИ	Диагностика 715 км	+27% выявления дефектов
Ремонт ВЛ	100 км в 2025 г.	Надежность +38% инвестиций
Грозотросы	5,4 км	Защита от молний

Вывод. Проведенный анализ подтверждает необходимость системного анализа для повышения надежности и экономической эффективности эксплуатации ЛЭП 110 кВ, где традиционные методы не учитывают многомерность и неопределенность факторов.

Современные подходы интегрируют статистику (корреляционный и регрессионный анализ), оптимизацию и имитационное моделирование, с фидуциальным методом для ранжирования объектов при дефиците данных. В контексте «Россети Юг» это подтверждается практикой мониторинга БПЛА, анализа отказов и целевых ремонтов, снижающих SAIDI/SAIFI.

Переход к обслуживанию по состоянию (с учетом климата, техники и экономики) минимизирует затраты, заменяя плановые ремонты. Апробация модели на реальных участках ЛЭП усилит надежность электроснабжения.

Список использованных источников

1. Фархадзаде Э. М. Оценка, сравнение и ранжирование показателей оперативной надежности воздушных ЛЭП электроэнергетических систем // Надежность. 2024. Т. 24. № 4. С. 29-37.

2. Кошлаков А. Ю. Идентификация параметров энергосистем по данным мониторинга переходных режимов: научный доклад. СПб.: СПбПУ, 2025.

3. Большев В. Е. Анализ влияния параметров ЛЭП 110 кВ на вероятность их отказов // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии.

4. Ярцев С. Д. Анализ надежности электроэнергетических систем с исходными данными телеметрии // Фундаментальные исследования. 2023. № 8. С. 45-51.

5. Папков Б. В. Теория систем и системный анализ для электроэнергетиков: учебник и практикум для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2024. 470 с.

6. Авезова М. М. Повышение надежности энергосистемы региона в контексте реконструкции ВЛЭП-110 кВ: технико-экономическое обоснование // Научный журнал. 2025. № 1. С. 12-18.

7. Татарова М. Поймали волну // Вестник РусГидро. 2024. № 3. https://vestnik-rushydro.ru/articles/3-mart-2024/nauka-i-tekhnologii/poymali-volnu/

8. Бахрамхан Я. О. Дистанционный мониторинг просек под линиями электропередач на основе нейросетевых методов: выпускная квалификационная работа. Москва, 2025. https://www.hse.ru/edu/vkr/1047501039

9. Масленников А., Глотов А., Карагодин В., Захаренко С. Опыт использования беспилотников в филиале ПАО «Россети Сибирь» «Кузбассэнерго-РЭС» // Geoscan. 2025. https://www.geoscan.ru/ru/blog/opyt-ispolzovaniya-bespilotnikov-v-filiale-pao-rosseti-sibir-kuzbassenergo-res

10. В Ростовской области начался капремонт транзитной ВЛ-110 кВ // ЭнергоНьюс. 2025. https://energo-news.ru/archives/192776.

СОДЕРЖАНИЕ

ИННОВАЦИОННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ТАМОЖЕННАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПРОДУКЦИИ

Авоян И. А., Злепкина Н. А., Клещевникова В. В. Особенности и перспективы производства мягких сыров с внесением растительных компонентов 3
Бобрикова М. С., Чуксина Д. В., Ефремова Е. Н. Перспективы разработки рецептуры овсяной каши на ряженке с добавлением мака и кунжутных семян..... 8
Бочкова И. А., Денисова М. А. Филимонова Н. А., Гиззатова Г. Л. Разработка рецептуры десерта с использованием черемуховой муки..... 13
Гиззатова Г. Л., Денисова М. А., Бочкова И. А., Масалыкина А.П. Разработка рецептуры безглютенового кондитерского изделия с использованием кукурузной и рисовой муки 19
Денисова М. А., Гиззатова Г. Л., Бочкова И. А. Влияние цеолитовой сорбционной водоподготовки на показатели стабильности и качества фруктовых соков в условиях хранения 24
Клещевникова В. В., Злепкина Н. А., Авоян И. А., Ефремова Е. Н. Кисломолочный продукт с функциональными особенностями питания 29
Кузнецова Е. А., Мордвинкин С. А. Возможность производства напитка свекольного с адаптогенными свойствами..... 36
Кузнецова Е. А., Петров Н. Ю., Плотников В. П., Светличкин А. С. Новые подходы в вопросах повышения урожайности подсолнечника в Ростовской области 42
Мещеряков М. П., Якубов В. В., Хавронина В. Н. Повышение эксплуатационной стойкости режущего инструмента для перерабатывающего оборудования апк на основе комбинированной ультразвуковой и химико-термической обработки 46
Петров Н. Ю., Гаушкин Д. В., Ефремова Е. Н., Мельников А. Г. Основные факторы формирования урожайности вишни на юге России..... 52
Петров Н. Ю., Плотников В. П., Еременко В. Д., Петров Ю. Н. Особенности формирования урожайности столовой моркови в зоне каштановых почв Нижнего Поволжья..... 56

Седова О. П., Зенина Е. А., Иленева С. В. Разработка мясного паштета с творогом для питания детей школьного и дошкольного возраста 61
Согласнова Н. С. Экономические и технологические аспекты организации глубокой переработки молочной сыворотки для производства продуктов функционального питания 66
Суторма О. А., Спивак М. Е., Шарапова Е. А., Кувакина Е. М. Перспективы использования региональных растительных компонентов в чайных композициях с облепихой 71
Шикерук Н. А., Волкова О. А. Функциональный молочный десерт с добавлением йодсодержащей добавки и облепихи 76

ТРАЕКТОРИЯ РАЗВИТИЯ АПК В ЦИФРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Анзилевич Д. А., Балашова Н. Н. Внешнеэкономическая деятельность на рынке молочных продуктов: тенденции, вызовы и перспективы 82
Ахромеева Е. П., Токарева Е. В., Шеварлич М. М. Концепция использования искусственного интеллекта и робототехники для обеспечения технологического прорыва в АПК Волгоградской области 86
Балашова Н. Н., Годунова М. А. Технико-технологическая трансформация АПК в условиях цифрового пространства 92
Балашова Н. Н., Немченко А. В. Особенности рынка аренды земли в аграрной сфере 97
Варданян С.А., Смотрова Е.Е., Шемет Е.С. Сценарии развития АПК в цифровом пространстве: между технооптимизмом и институциональными ограничениями 102
Варданян С. А., Чернованова Н. В., Ягупова Е. В., Донец А. А. Траектория развития кадрового потенциала для цифрового АПК: разрыв между технологическим предложением и социальным запросом 108
Горбачева А. С., Чекрыгина Т. А., Сувонова Л. С. Учетно-контрольное обеспечение формирования инвестиционного капитала 115
Донскова О. А., Голубева Е. В., Пришенк Й. Трансформация кадрового потенциала АПК в условиях цифрового развития 119
Донскова О. А., Голубева Е. В., Немкина Е. А., Пришенк Й. Методические аспекты раннего предупреждения кризисных ситуаций в аграрных предприятиях 125

Даева Т. В., Досова А. Г., Моргачев И. В., Мещерякова Е. Г. Тренды развития отечественной селекции и семеноводства: цифровизация и достижение независимости 132
Досова А. Г., Карпова А. А., Даева Т. В., Керимова У.К. Операционный менеджмент и повышение эффективности агропроизводства с применением беспилотных технологий 138
Егорова Е. М., Чернованова Н. В., Ягупова Е. В., Пронин А. А. Внутрифирменный стандарт управленческого учета в рыночных субъектах АПК: организационно-методический аспект 143
Егорова Е. М., **Токарева Е. В.**, **Варданян С. А., Пронин А. А**. Бережливое производство как элемент устойчивого развития экономических субъектов АПК 150
Зверева Г. Н., Мартынова Д. Д. Стратегическое управление в сфере молодёжной политики АПК: векторы трансформации в цифровом пространстве 156
Иванов В. В., Балашова Н. Н. Цифровая трансформация АПК региона: состояние, проблемы, перспективы 161
Лахвицкая Л. В., Лахвицкий А. Н. Цифровизация туристических объектов Волгоградской области: состояние и перспективы развития 166
Мелихов В. А. Организация и развитие финансового контроля субъектов АПК в условиях цифровизации 170
Мещеряков М. П., Даева Т. В., **Потапова М. Д.** Оценка экономического эффекта цифровизации капельного орошения в интенсивном растениеводстве 177
Мещеряков М. П., Досова А. Г., Мещерякова Е. Г. Экономическая эффективность внедрения цифровых инструментов в мелиорации 183
Моргачев И. В., Ермак Д. Ю., Костенко В. И. Актуальные проблемы развития АПК в цифровом пространстве 188
Панова Н. С., Панов А. А., Петракович А. В. Цифровые финансовые экосистемы как драйвер трансформации АПК в условиях неопределенности 194
Панов А. А., Панова Н. С., Пажаев Д. А., Петракович А. В. Управление рисками цифровой трансформации бизнес-процессов в агропромышленном комплексе (на примере СПК «Тепличный») 199
Попова Л. В., Лата М. С., Хуинь З. Т. Т. Перспективы развития малого агробизнеса в услових цифровизации 206
Попова Л. В., Быстров Р. Д. Преимущества и барьеры интеграции агропредприятий с цифровыми маркетплейсами 212

Саакян М. А., Антамошкина Е. Н., Моргачев И. В., Казиева З. М. Актуальные тренды цифровой трансформации в туризме 218
Саргсян Т. Р., Антамошкина Е. Н., Луценко Я. В. Современные аспекты развития энотуризма в Армении и России 224
Смотрова Е. Е., Шалдохина С. Ю., Донскова О. А. Статистический анализ влияния социально-экономических факторов на уровень преступлений в сфере экономической деятельности в эпоху цифровизации 230
Чекрыгина Т. А., Егорова Е. М., Горбачева А. С., Сувонова Л. С. Бухгалтерский учет: современные вызовы в условиях цифровизации..... 235
Чернованова Н. В., Варданян С. А., Ягупова Е. В., Донец А. А. Цифровые технологии в бухгалтерском учете и аудите 240
Шалдохина С. Ю., Немченко А. В., Смотрова Е. Е., Холмер П. Кибербезопасность в цифровом АПК: угрозы и меры защиты..... 245
Ягупова Е. В. Стратегическое управление аграрным хозяйством в условиях цифровой трансформации 251

СОВРЕМЕННОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Агапова В. Н., Ранделин Д. А., Агапов С. Ю. Применение нетрадиционного источника белка в кормлении нильской тилапии (*oreochromis niloticus*)..... 258
Агапова В. Н., Ранделин Д. А., Агапов С. Ю. Эффективность использования белка микробиальной массы в кормлении радужной форели (*oncorhynchus mykiss*) 263
Базарбаева Ш. М., Кочарян В. Д., Злепкина Н. А., Кочарян А. К. Становление и развитие торговли продукцией животноводства и системы ветеринарного надзора в Туркестане (конец XIX – начало XX в.) 267
Варакин Н. А., Злепкин В. А., Варакин А. Т., Степурина М. А. Выращивание ремонтных телок с введением в рацион перспективного высокопротеинового кормового средства 273
Зорин Е. М., Еремин Д. С., Злепкина Н. А., Злепкин В. А. Симбиотики – эффективный способ повысить продуктивность цыплят-бройлеров 278
Иванов С. С., Хорева Т. И., Брежнева М. Л., Брежнев Л. Л., Федоров З. В., Кравченко Ю. В. Гормезис и репродуктивный компромисс: универсальные принципы и видоспецифичные механизмы стресс-ответа у ракообразных 283

Климова А. П., Бахарева А. А., Сергазиева О. Д., Кравченко Ю. В. Применение гуминовых кислот для выведения из организма рыб ионов тяжелых металлов 291
Кочарян В. Д., Булатов Р. Н., Кочарян А. К., Шевцова А. И. Этиология и коррекция репродуктивных нарушений у молочных коров при тепловом стрессе 295
Молохов А. Е., Бахарева А. А., Пономарев А. К., Сиссе К., Кравченко Ю. В. Патологии печени у рыб как следствие кормовых нарушений 302
Пехтелева О. А., Саломатин В. В., Коноблей Т. В., Самойлова Т. С., Сушко И. Н. Влияние кормовой добавки на мясную продуктивность цыплят-бройлеров 306
Пехтелева О. А., Саломатин В. В., Коноблей Т. В., Ряднов А. А., Сушко И. Н. Влияние кормовых добавок на мясную продуктивность цыплят-бройлеров 310
Сложенкина М. И., Горлов И. Ф., Сова И. А. Оптимизация кормления свиней с использованием нетрадиционных кормовых ресурсов 314
Степурина М. А., Варакин Н. А., Злепкин В. А., Варакин А. Т. Рост и физиологические показатели телят с использованием жмыхов разных видов 321
Тишенкова М. С. Влияние минерального обмена перепелов на инкубационные качества яиц 326
Федоров З. В., Хорева Т. И., Брежнев Л. Л., Иванов С. С., Кравченко Ю. В. Учет изменения биомассы ракообразных с использованием инструментов искусственного интеллекта 330
Фирсов Г. М. Антибиотикорезистентность к цефалоспориновым антибиотикам при инфекционном метрите у коров голштинской породы 334
Фисинин В. И., Егоров И. А., Егорова Т. А. Адаптация рационов для петухов «Смена 9»: комбикорма с пониженными уровнями энергии и аминокислот 339
Чучунов В. А., Рудаков А. В., Коноблей Т. В., Шперов А. С. Медовая продуктивность при изоляции матки перед главным медосбором 344

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, МЯГКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Александрина Н. А., Плещенко Т. В. От контроля к доверию: как ИИ провоцирует пересмотр системы оценивания и смещает акцент с результата на процесс обучения 349

Александрина Н. А., Процюк М. П. Инженерия и проектирование: от генерации прототипов в cad-система до оптимизации расчетов с помощью машинного обучения 356
Габдерахманов В. М. Сегментация и морфометрический анализ контрастных объектов на гомогенном фоне мобильными устройствами 363
Зеляковский Д. В., Харченко Е. В. Методы оптимального размещения устройств синхронизированных векторных измерений (pmu) в энергосистеме 368
Костычев К. В. Эволюция нечётких экспертных систем в управлении микроклиматом умных теплиц 374
Медведева Л. Н., Ломакин Н. И., Мелихова Е. В. Оценка рисков в аграрном предпринимательстве с использованием цифрового инструментария 381
Мелихова Е. В., Синяткин Д. С. Расчёт потенциальной эвапотранспирации по методу пенмана-монтейта и применение в индексе SPEI 388
Мелихова Е. В., Салугин А. Н. Применение метода монте-карло для оценки устойчивости пастбищных экосистем 394
Мильченко Н. Ю. Моделирование кинематических показателей струи при внекорневой подкормке растений 400
Процюк М. П., Токарева Ю. М. ИИ-ориентированная технология классификации ошибок и генерации персонализированных рекомендаций на основе статического анализа кода в системе обучения программированию студентов СПО 405
Рогачев А. Ф. Обзор и обоснование архитектуры глубоких ИНС для выявления дефектов развития агрофитоценозов на ранних стадиях 412
Рогачев А. Ф. Алгоритмические основы и параметризация инс для задач классификации изображений характерных участков растительных покровов 419
Сторожаков С. Ю., Яковлев Д. А. Математическая модель воздействия аэроионов на всхожесть семян болгарского перца 427
Сторожаков С. Ю., Яковлев Д. А. Математическое описание технологии воздействия отрицательных аэроионов на всхожесть семян болгарского перца 433
Токарев К. Е. Онтология классов оптических изображений посевов сельскохозяйственных культур с учетом пространственно-временной динамики фенологических фаз их развития 438
Токарев К. Е. Формирование набора данных оптических изображений посевов с учётом фенологических паттернов и контролируемых преобразований 445

Токарев К. Е., Воробьева Н. С., Наумов А. Ю. Создание базы данных исходных и размеченных цветных изображений посевов зерновых культур для обучения и тестирования нейросетевых моделей 450
Чернявский А. Н., Аксенов М. П., Зеляковский Д. В., Тавлуй А. В. Математическая модель аккумуляторной батареи 455
Чернявский А. Н., Аксенов М. П., Зеляковский Д. В., Тавлуй А. В. Моделирование электроснабжения зарядной станции 460
Штырин Д. С. Системный анализ эксплуатации ЛЭП 110 кв: подходы к повышению надежности и эффективности 467

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Материалы
Международной научно-практической конференции,

г. Волгоград, 26-27 февраля 2026 г.

ТОМ IV

Ответственный за выпуск *Ряднов А. А.*

Компьютерная верстка *А. Г. Бондарева*

Подписано в печать 27.10.2026. Формат $60\times84^{1/16}$
Усл.-печ. л. 27,9. Тираж 100. Заказ 182.
ИПК ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ «Нива».
400002, Волгоград, пр. Университетский, 26.