



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

МЕЩЕРСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ ИМ. А.Н. КОСТЯКОВА»

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

МАТЕРИАЛЫ

**Международной научно-практической
конференции,
посвященной памяти
члена-корреспондента РАСХН и НАН КР
академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В.
7-9 декабря 2023 года**



г. Рязань, 2024

УДК: 631(082)
ББК: 4я43
К - 637

Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Рязань : РГАТУ, 2024. – 347 с.

Редакционная коллегия

Шемякин А.В. – доктор технических наук, профессор, ректор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ), Российская Федерация (РФ);

Рембалович Г.К. – доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

Мажайский Ю.А. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник Мещерского филиала ФГБНУ «ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова», РФ;

Мешик О.П. – декан факультета инженерных систем и экологии Брестского технического университета, канд. техн. наук, доцент, г. Брест, Республика Беларусь;

Желязко В.И. – заведующий кафедрой мелиорации и водного хозяйства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», д-р с.-х. наук, профессор, г. Горки, Республика Беларусь;

Мустафаев М.Г. – заведующий лабораторией мелиорации почв Института почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, доктор аграрных наук, доцент, г. Баку, Азербайджанская Республика;

Антошина О.А. – заместитель декана технологического факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, канд. с.-х. наук, доцент, г. Рязань, РФ;

Богданчиков И.Ю. – заместитель декана инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, канд. техн. наук, доцент, г. Рязань, РФ;

Конкина В.С. – заместитель декана факультета экономики и менеджмента ФГБОУ ВО РГАТУ, канд. экон. наук, доцент, г. Рязань, РФ;

Голиков А.А. – заместитель декана автомобильного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, д-р техн. наук, доцент, г. Рязань, РФ;

Глотова Г.Н. – заместитель декана факультета ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО РГАТУ, канд. с.-х. наук, доцент, г. Рязань, РФ;

Пикушина М.Ю. – доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита ФГБОУ ВО РГАТУ, канд. экон. наук, доцент, г. Рязань, РФ.

В сборник вошли материалы пленарного и секционных заседаний конференции, на которых были рассмотрены актуальные проблемы и перспективы развития аграрного производства.

Рецензируемое научное издание.

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Проблемы водоснабжения, водоотведения и обводнения хозяйственных систем»

<i>Абдразаков Ф.К., Рукавишников А.А.</i> Актуальные проблемы эксплуатации оросительных каналов	7
<i>Биленко В.А., Минашкин К.В.</i> Устройство для очистки дождевых вод.....	11
<i>Желязко В.И., Вчерашний Е.А.</i> Возделывание сои на дерново-подзолистых почвах северо-восточной части Беларуси в условиях орошения.....	14
<i>Дегтярев В.Г., Кветенадзе К.В., Дегтярева О.Г.</i> Численное моделирование и математический анализ работы водовода овоидального профиля при расположении на насыпном или глинистом основании.....	17
<i>Сангаджиев О.С., Даваева Ц.Д., Сохорова З.В., Сангаджиева Л.Х.</i> Изменения качества воды Черноземельской оросительной системы Калмыкии	22
<i>Ширяева М.А., Пушкарева М.В., Турбинский В.В.</i> Разработка программы машинного обучения для прогнозирования качества воды водного объекта.....	26

Секция «Комплексные мелиорации земель сельскохозяйственного назначения»

<i>Абдразаков Ф.К., Сафин Э.Э.</i> Применение инновационных способов и композитных материалов для проведения эксплуатационно-ремонтных работ на облицованных оросительных каналах.....	31
<i>Абдразаков Ф.К., Кузнецов В.А.</i> Совершенствование технологии и технических средств для проведения эксплуатационно-ремонтных работ на оросительных каналах.....	34
<i>Вахонин Н.К.</i> Системный анализ проблемы разработки систем поддержки принятия решений в мелиорации.....	38
<i>Желязко В.И., Копытовский В.В.</i> Совершенствование дренажа и агромелиоративных мероприятий на мелиоративных системах.....	44
<i>Кочарли С.А., Мустафаев М.Г., Гюлалыев Ч.Г., Ахмедзаде Э.М., Велиева З.М., Тагиева С.И.</i> Влияние хлопково-люцернового севооборота на водопроницаемость почв муганской степи Азербайджана.....	47
<i>Лебедев А.С., Хаджиди А.Е.</i> Инновационная система подземного полива, расположенная на разновысотном почвенном рельефе.....	51
<i>Липски С.А.</i> Текущее состояние и перспективы нормативного регулирования мелиорации земель.....	55
<i>Мешик О.П., Борушко М.В.</i> Методологические подходы к оценке засух и засушливых явлений.....	59
<i>Павлов А.А., Ильинский А.В., Евсенкин К.Н.</i> Оценка динамики уровня грунтовых вод на пойменных мелиорированных землях при выращивании кукурузы на силос	66
<i>Пыленок П.И., Ефремов Р.О.</i> Оценка минерализации органического вещества торфа в вегетационном опыте.....	71
<i>Садовая И.И., Захарова О.А., Евдокимова О.В.</i> Скорость разложения льняного полотна при проведении мелиоративных мероприятий.....	75
<i>Фролова Г.П., Еришова Н.В., Атаманова О.В.</i> Гидрологическая изученность реки Чон-Кемин (Кыргызская Республика).....	78

Секция «Проблемы и перспективы в национальном трансфере инновационных технологий»

<i>Антипкина Л.А., Левин В.И., Слободскова А.А.</i> Продуктивность и качество моркови под влиянием форм азота	82
---	----

<i>Горюнова С.В., Горюнов Д.В.</i> Поиск информативных микросателлитных маркеров хлоропластного генома для анализа разнообразия и идентификации генотипов картофеля ..	87
<i>Кондрашева К.В., Суярова Р.А., Демкова А.Е.</i> Выделение бактериальных эндофитов из семян галофитов и изучение их потенциала	89
<i>Левин В.И., Антипкина Л.А.</i> Теоретическое обоснование послеуборочного хранения стрессированных семян сельскохозяйственных растений в условиях гипоксии	94

Секция «Экобиологические проблемы и комплексное управление ресурсами»

<i>Зварич С.А., Хорунжева О.Е.</i> Актуальные вопросы в крахмало-паточной промышленности. Часть 4. Переработка отходов и их влияние на экологию	97
<i>Константинова Е.Ю., Черникова Н.П., Дудников Т.С, Барбашев А.И., Мелкумян А.Л., Минкина Т.М.</i> Эколого-геохимический статус почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных культур, в городе Таганроге	100
<i>Лихачев С.В.</i> Сохранение биоразнообразия как элемент ESG-рейтинга социальной ответственности природопользователей	105
<i>Мазо В.К., Шипелин В.А., Бирюлин Н.А., Бервинова А.В., Замятина А.В., Никитюк Д.Б.</i> Пищевой ингредиент-концентрат фикоцианинов <i>Arthrospira Platensis</i> : технология и верификация биомодели для доклинической оценки его иммуномодулирующих свойств...	109
<i>Недина Н.Д., Попова С.Н., Полякова А.Ю.</i> Принцип очищения воды пробиотиками и его преимущество	112
<i>Нефедова С.Е., Железова С.В., Азарова А.Б., Каплан М.А., Андреевская В.Н., Демин Д.В.</i> Особенности развития сельскохозяйственных культур на грунтах с применением нетрадиционных удобрений	115
<i>Однородушнова Ю.В., Ефимова Д.И.</i> Использование тополя и его гибридов для лесной мелиорации	120
<i>Сенько О.В., Маслова О.В., Степанов Н.А., Лягин И.В., Ефременко Е.Н.</i> Получение экологичных полимеров для агропромышленного комплекса	124
<i>Ступин А.С.</i> Особенности применения почвенных гербицидов	126
<i>Уливанова Г.В.</i> Использование методов фитомониторинга для анализа влияния поллютантов на морфометрические признаки растений	131
<i>Федосова О.А., Пертли К.В.</i> Изучение водных и почвенных объектов прилегающих территорий промышленных комплексов аналитическими методами	135
<i>Чурилова В.В., Чурилов Д.Г., Полищук С.Д.</i> Получение и применение нанопорошков кобальта плазмохимическим методом	139

Секции

«Разработка и совершенствование ресурсосберегающих, селекционных и технологических процессов в животноводстве»

«Перспективные технологии и средства для профилактики, диагностики и лечения болезней животных, ветеринарно-санитарная экспертиза»

<i>Асланлы А.Г., Степанов Н.А., Сенько О.В., Маслова О.В., Ефременко Е.Н.</i> Пептиды как основа противогрибковых препаратов для сельского хозяйства	144
<i>Глотова Г.Н., Позолотина В.А.</i> Эффективность применения кормовых добавок в молочном скотоводстве	148
<i>Зайцева А.Г., Сайтханов Э.О., Измайлов В.В.</i> Мониторинг воды и системы поения на свиноводческом комплексе	153
<i>Каширина Л.Г., Кулаков В.В., Качина Е.Н., Денискин Д.Ю.</i> Использование наноразмерного порошка кобальта в рационах суягных овцематок в транзитный период	157
<i>Кулаков В.В., Федосова О.А., Рудь Е.Г.</i> Опыт применения пребиотической кормовой добавки «Сафманнан» на телятах в ранний постнатальный период	161

<i>Кулибеков К.К.</i> Основные производственные показатели по поголовью, производству и качеству молока в АО ПЗ «Дмитриево».....	167
<i>Кулибеков К.К.</i> Влияние продолжительности и кратности доения на молочную продуктивность и частоту заболеваемости коров маститом в условиях роботизированной фермы.....	172
<i>Никулова Л.В.</i> Современный метод исследования содержания нитратов и нитритов в растительной продукции АПК.....	177
<i>Сайтханов Э.О., Сапронова К.В.</i> Оценка установки для изучения условного рефлекса предпочтения места (УРПМ) на беспристрастность.....	180

Секция

«Инженерно-технические решения в современном сельскохозяйственном производстве»

<i>Агаева Ш.З., Салманов Б.З.</i> Технологические и конструктивные особенности маслоизготовителей.....	184
<i>Акимов А.И.</i> Математическое моделирование процесса полимеризации изготовления композиционных конструкций как материалов будущего в современном сельскохозяйственном производстве в условиях импортозамещения.....	187
<i>Алексеев А.Н., Каширин Д.Е., Протасов А.В.</i> О классификации воскового сырья.....	191
<i>Бачурин А.Н., Виноградов А.Ю., Корнюшин В.М.</i> Дачные теплицы с регулируемой температурой.....	194
<i>Борозенцев В.И.</i> К разработке конструкции устройства для доения коров на универсальных доильных станциях типа «УДС».....	199
<i>Брусенков А.В., Завражнов А.И., Билан Н.В.</i> Накопитель-питатель корнеклубнеплодов для поточно-технологических линий кормоприготовления.....	204
<i>Гайнуллин И.А., Ахметов А.Ф.</i> Энергетическая оценка трактора К-735 с посевным комплексом Кузбасс ПК 6.1.....	206
<i>Галкин В.Д., Федосеев А.Ф., Кустов А.С., Огнев С.А.</i> Оценка процесса сортирования в вибропневмооживленном слое семян ячменя на усовершенствованной машине окончательной очистки.....	210
<i>Гобелев С.Н., Данилкин А.В., Кузнецова Е.Н.</i> Анализ фильтровых защит электрифицированного оборудования, используемого в сельской промышленности.....	215
<i>Гобелев С.Н., Кузнецова Е.Н., Данилкин А.В.</i> Тепловая модель электропривода.....	221
<i>Гобелев С.Н., Понкратов А.А., Улымов А.М.</i> Выбор эффективного режима работы установки для очистки молока.....	226
<i>Дембовский И.А., Родимцев С.А.</i> Анализ принципов управления геометрическими параметрами факела распыла жидкости распыливающими устройствами.....	233
<i>Есенин М.А., Есенина И.А.</i> Перспективы применения БПЛА в технологиях использования незерновой части урожая в качестве удобрения.....	239
<i>Липин В.Д., Подлеснова Т.В., Безруков А.В.</i> Обзор устройств для улучшения сепарации почвы прутковыми элеваторами картофелеуборочных машин.....	242
<i>Липин В.Д., Подлеснова Т.В., Безруков А.В., Липин М.Д.</i> Картофелесажалка HASSIA SL 4 BZS.....	249
<i>Липин В.Д., Подлеснова Т.В., Безруков А.В.</i> Картофелеуборочный комбайн AVR SPIRIT 6200.....	255
<i>Липин В.Д., Подлеснова Т.В., Безруков А.В., Липин М.Д.</i> Культиватор вертикально-фрезерный CELLI RANGER 300.....	261
<i>Панков П.Д., Морозов А.С., Фатьянов С.О., Юдаев Ю.А., Афанасьев М.Ю.</i> Анализ методов защиты электродвигателей погружных насосов.....	267
<i>Панков П.Д., Морозов А.С., Фатьянов С.О., Юдаев Ю.А., Кутейникова А.П.</i> Анализ способов защиты асинхронных двигателей.....	271

<i>Панков П.Д., Морозов А.С., Фатьянов С.О., Юдаев Ю.А., Пустовалов А.П.</i> Методы и устройства компенсации реактивной мощности	276
<i>Папаскири Т.В., Митрофанов С.В., Шевчук А.А., Богданчиков И.Ю.</i> Роль агролесомелиорации в снижении эмиссии парниковых газов.....	280
<i>Пустовалов А.П., Фатьянов С.О., Морозов А.С., Сёмина Е.С., Слободскова А.А.</i> Вопросы теплообеспечения в сельском хозяйстве	284
<i>Сигунов Д.И., Юдаев Ю.А.</i> Применение микропроцессоров для автоматизации технологических процессов в теплицах	287
<i>Тимашов Е.П.</i> Разработка конструкции многоканального цифрового регистратора неисправности трансмиссии	291
<i>Туркин В.Н.</i> Инновационный технический комплекс грузопереработки и затаривания новых удобрительных материалов для агрокультур.....	295
<i>Юдаев Ю.А., Сигунов Д.И.</i> Автоматическая система полива для теплиц	298

Секция

«Социально-экономические и экологические проблемы развития сельского хозяйства и сельских территорий. Подготовка кадров для АПК»

<i>Завадский Н.В., Мажайский Ю.А.</i> Внедрение системы менеджмента качества - гарантия качества сельскохозяйственной продукции в организациях агропромышленного комплекса	302
<i>Евдокимова Н.Е.</i> Модели экономики замкнутого цикла в агропродовольственных системах	305
<i>Касторных О.А., Матвеева Н.В.</i> Совершенствование методических аспектов деятельности ревизионной комиссии Рыбновского муниципального района	310
<i>Мартынова С.А., Негреба Е.А.</i> Вызовы, стоящие перед Россией. Проблемы экологии	315
<i>Мартынова С.А., Сонин А.С.</i> Влияние восточного христианства на формирование культуры России.....	318
<i>Пашканг Н.Н., Федоскина И.В.</i> Готовность преподавателей использовать инновационные технологии в образовательных целях	322
<i>Поликарпова Е.П.</i> Проблема учетной оценки биологических активов с точки зрения управленческих нужд растениеводства	328
<i>Федоскина И.В., Пашканг Н.Н.</i> Инновационные технологии в физическом воспитании обучающихся.....	331

Секция

«Техническая эксплуатация автомобильного транспорта и сельскохозяйственной техники»

<i>Добрецов Р.Ю., Войнаш С.А.</i> Модернизация трансмиссии интегрального колесного трактора	336
<i>Кистанова С.А., Пашканг Н.Н., Мартынушкин А.Б., Терентьев В.В., Поляков М.В.</i> Анализ современного состояния транспортного комплекса России.....	339

СЕКЦИЯ
«ПРОБЛЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВОДООТВЕДЕНИЯ И ОБВОДНЕНИЯ
ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ»

УДК 631.6

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

Ф.К. Абдразаков¹, А.А. Рукавишников¹

¹*ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, РФ*

Аннотация. Во введении представлены основные вопросы и проблемы эксплуатации оросительных каналов. Методика исследования строится на теоретическом анализе научных и литературных источников. Основная часть исследования включает в себя анализ современных и инновационных облицовочных материалов и возможные направления будущих исследований по данному наукоёмкому направлению.

Ключевые слова: мелиорация, гидротехническое строительство, эксплуатация и строительство, бетонное полотно, бентонитовые маты, геомембрана.

Summary. The introduction presents the main issues and problems of irrigation canal operation. The research methodology is based on theoretical analysis of scientific and literary sources. The main part of the study includes the analysis of modern and innovative lining materials and possible directions of future research in this science-intensive direction.

Key words: land reclamation, hydraulic engineering construction, operation and construction, concrete bed, bentonite mats, geomembrane.

Введение. Эксплуатация оросительных каналов представляет собой актуальную и многогранную проблему, требующую внимания исследователей и практиков в области сельского хозяйства и водопользования. Среди наиболее значимых вопросов и проблем, связанных с эксплуатацией оросительных каналов, следует выделить следующие аспекты:

1. Устойчивость и безопасность инфраструктуры: Эксплуатация оросительных каналов часто сталкивается с проблемами устойчивости и безопасности инфраструктуры. Нарушения целостности каналов, засорение их дна или берегов, а также неудовлетворительное техническое состояние сооружений могут привести к авариям и потере водных ресурсов.

2. Эффективность использования водных ресурсов: Оптимальное использование воды в оросительных системах представляет собой важный вопрос. Недостаточная эффективность системы орошения может привести к избыточному потреблению воды и ухудшению ее качества.

3. Энергетическая эффективность: Многие системы орошения требуют значительного количества энергии для поддержания нормального функционирования. Исследования, направленные на оптимизацию энергопотребления и внедрение энергосберегающих технологий, могут способствовать улучшению устойчивости систем.

4. Управление водными ресурсами: Рациональное управление водными ресурсами в оросительных системах включает в себя распределение воды между различными участками, учет потребностей растений, учет климатических и гидрологических условий.

5. Экологические аспекты: Эксплуатация оросительных каналов может оказывать негативное воздействие на природную среду. Засоление почв, изменение гидрологического режима водных объектов, а также угроза биоразнообразию требуют особого внимания и разработки экологически устойчивых подходов.

6. Технологические инновации: Внедрение современных технологий, таких как системы автоматизированного контроля и управления, использование датчиков и геоинформационных систем, может повысить эффективность и управляемость оросительными системами.

Решение данных проблем требует комплексного подхода, включающего в себя инженерные, экологические, экономические и социальные аспекты. Непрерывные исследования и инновационные подходы к управлению оросительными каналами являются ключевыми для обеспечения устойчивого использования водных ресурсов и поддержания продовольственной безопасности.

На сегодняшний день существует большой выбор облицовочных материалов, при этом в недостаточной мере раскрыты вышеперечисленные аспекты. Так как с появлением новых и инновационных материалов требуется поиск прогрессивных и новых технологий эксплуатации. Так как с появлением новых и инновационных материалов, требуются новые и инновационные технологии эксплуатации.

Целью данной статьи является анализ актуальных проблем эксплуатации оросительных каналов.

Методика исследования. При проведении исследования использовался метод эмпирического познания, который послужил синтезом для теоретического анализа литературы дедуктивным методом. Теоретический метод включал в себя реферирование, конспектирование и цитирование общих и специальных научных трудов ученых по данному наукоемкому направлению. В работе применяли математические и статистические методы для получения и установления количественных зависимостей между изучаемыми явлениями.

Основная часть. Существенный вклад в исследования по совершенствованию и реконструкции оросительных каналов, установлению причин потерь оросительной воды из них, а также в технические разработки по ремонту элементов систем и каналов внесли М.А Бандурин, С.М. Васильев, О.А. Баев, А.И. Есин, Б.М. Кизяев, Ю.М. Косиченко, В.И. Ольгаренко, Г.В. Ольгаренко, Е.А. Ходяков, В.Н. Щедрин и др.

От научного сообщества по данной наукоёмкой отрасли требуется комплексный подход и анализ инновационных материалов. Так как экспертный анализ и публикационная активность известных авторов поможет синергии в решении существующих вопросов.

Мелиоративное производство, как и любое производство, стремится к интенсификации, то есть повышению эффективности, достижение результатов в более короткие сроки, без потери качества.

Новые материалы дают новые возможности, в свою очередь технологии и технические средства служат катализатором для развития мелиоративного производства.

В настоящее время существует ряд современных и инновационных материалов, применяемых для облицовки оросительных каналов. Эти материалы обладают различными характеристиками, такими как прочность, стойкость к коррозии, устойчивость к воздействию воды и химических веществ. Ниже представлен перечень таких материалов:

- Геосинтетические материалы. Геотекстиль используется для защиты от эрозии и фильтрации, предотвращает проникновение мелких частиц в грунт. Геомембрана обеспечивает герметичность канала, предотвращает протечки воды.

- Бетон с полимерными добавками. Полимерные модификаторы бетона: Повышают прочность и устойчивость бетона к коррозии.

- Полимерные материалы. HDPE (полиэтилен высокой плотности): Известен своей стойкостью к химическим воздействиям, устойчив к коррозии. PVC (хлорированный поливинилхлорид): Обеспечивает защиту от коррозии и химических воздействий.

- Биоинженерные материалы. Кокосовые маты и геосети применяются для создания устойчивых биологических покрытий, предотвращая эрозию берегов канала.

- Композитные материалы. Стеклопластик обладает высокой прочностью, устойчив к воздействию влаги и химических веществ. Углепластик имеет легкий вес и высокую прочность.

- Армированный бетон с использованием стекловолокна или базальтоволокна. Обеспечивает долговечность и устойчивость к воздействию влаги и химических веществ.
- Биodeградируемые материалы. Биополимеры могут использоваться для создания временных структур, поддерживающих растительность и предотвращающих эрозию.
- Каменные покрытия. Габионы: Сетки с камнями, используемые для защиты от эрозии и стабилизации берегов канала.
- Керамические покрытия. Керамические плиты могут быть использованы для создания прочных и стойких к воздействию воды покрытий.

Выбор материала для облицовки оросительных каналов зависит от ряда факторов, таких как климатические условия, тип почвы, химический состав воды и требования к долговечности. Комбинация различных материалов и технологий может обеспечить оптимальное решение для конкретного оросительного проекта.

Сегодня активно исследуются такие облицовочные материалы как бетонное полотно, бентонитовые маты и геомембрана и их аналоги. Данные материалы при своей эффективности и экономичности в плане эксплуатационных затрат и скорости укладки, имеют серьёзный недостаток – это отсутствие комплексных технологий эксплуатации и ежегодного обслуживания. Вопрос эксплуатации появляется сразу после появления материала. Известные ученые из Новочеркасска занимаются исследованиями в области эксплуатации бентонитовых матов и геомембраны и должны решить данные вопросы в будущем [5, 6, 7, 8]. В свою очередь перед нами стоит аналогичная задача, так как бетонное полотно, также является инновационным и эффективным облицовочным материалом, для которого необходимы адаптивные технологии эксплуатации.

Другим важным вопросом является энергоэффективность и интенсификация эксплуатационных и строительных мероприятий при применении инновационных материалов. В наших предыдущих трудах [1, 2, 3, 4, 9] мы акцентировали внимание на том, что применение инновационных материалов позволяет минимизировать использование тяжелой техники в процессе эксплуатации и строительства, ускорить процесс облицовки и соответственно экологичность мелиоративного производства. При этом в данном случае мы рассматриваем ситуацию, где возрастает зависимость от человеческого ресурса как трудовой единицы. Необходимо проанализировать весь технологический процесс производства и выделить операции или их комплекс, которые можно ускорить или сократить для получения экономической или технологической эффективности.

Так как время и сроки строительства являются достаточно ценным ресурсом, то можно предположить, что точечное использование тяжелой и роботизированной техники при обслуживании, ремонте или строительстве оросительных каналов может повысить эффективность, снизить сроки выполнения технологических операций без потери качества выполняемых работ.

Следующими нуждающимися во внедрении вопросами являются системы GIS и малые роботизированные средства для решения локальных вопросов обслуживания.

7. Системы GIS появились достаточно давно, но внедряются во все сферы деятельности постепенно, при этом стратегическим их значением может быть мониторинг и анализ данных оросительных систем, в том числе каналов. Также стоит отметить возможность учета климатических и гидрологических условий.

Также стоит отметить разработку малых механизированных и роботизированных средств для решения вопросов эксплуатации, так как известно вышеперечисленные инновационные материалы не могут обслуживаться с помощью тяжелой техники из-за недостаточной прочности как у бетонных плит. Во многом эти вопросы можно решить путём разработки аналогов, меньшей массы и габаритов.

Заключение. Нами были рассмотрены актуальные вопросы и существующие проблемы оросительных каналов, что должно послужить мотивацией для исследователей по данному наукоёмкому направлению. Из приведённого анализа стоит выделить необходимость разработки технологий эксплуатации оросительных каналов, облицованных

современными инновационными материалами, повысить энергоэффективность оросительных каналов и совершенствование технологических процессов с упором на интенсификацию, внедрение систем GIS в системы мониторинга и анализа оросительных каналов, разработка механизированных и роботизированных технических средств для проведения эксплуатационных работ на оросительных каналах. Таким образом, можно сделать вывод о том, что цель данной работы достигнута.

Литература

1. Абдразаков, Ф. К. Покрытие оросительных каналов инновационным бетонным полотном и адаптивные способы их эксплуатации / Ф. К. Абдразаков, А. А. Рукавишников, Э. Э. Сафин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2023. – № 2. – С. 32-36.
2. Абдразаков, Ф. К. Применение средств механизации при очистке оросительных каналов покрытых бетонным полотном / Ф. К. Абдразаков, А. А. Рукавишников // Основы рационального природопользования : материалы VIII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 27–28 октября 2022 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2022. – С. 8-12.
3. Абдразаков, Ф. К. Разработка адаптивных технологий эксплуатации оросительных каналов, покрытых бетонным полотном / Ф. К. Абдразаков, А. А. Рукавишников, Э. Э. Сафин // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 11. – С. 4-8.
4. Абдразаков, Ф. К. Состояние противофилтрационных покрытий оросительных каналов и пути их совершенствования / Ф. К. Абдразаков, А. А. Рукавишников, Э. Э. Сафин // Основы рационального природопользования : материалы VIII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 27–28 октября 2022 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2022. – С. 3-7.
5. Баев, О. А. Высоконадежные конструкции противофилтрационных экранов прудов-накопителей и оросительных каналов с использованием геокомпозитов : специальность 05.23.07 "Гидротехническое строительство" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Баев Олег Андреевич, 2015. – 210 с.
6. Баев, О. А. Исследования в области создания противофилтрационных покрытий на оросительных каналах / О. А. Баев // Современные проблемы гидравлики и гидротехнического строительства : Сборник тезисов докладов VI Всероссийского научно-практического семинара, Москва, 24 мая 2023 года. – Москва: Издательство МИСИ-МГСУ, 2023. – С. 168-169.
7. Баев, О. А. Сравнительная оценка применения новых материалов для противофилтрационных целей / О. А. Баев, А. О. Гезин // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2018. – № 2(70). – С. 35-39.
8. Патент № 2669302 С1 Российская Федерация, МПК E02B 13/00, E02B 3/16. Способ ремонта и герметизации поврежденных бетонных облицовок каналов : № 2017120124 : заявл. 07.06.2017 : опубл. 09.10.2018 / А. В. Ищенко, О. А. Баев, Е. О. Складенко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет".
9. Рукавишников, А. А. Инновационные технологии противофилтрационной облицовки при строительстве и реконструкции оросительных каналов : специальность 06.01.02 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Рукавишников Андрей Алексеевич, 2021. – 164 с.
10. Романова, Л. В. Перспективы развития мелиорации в Российской Федерации / Л. В. Романова // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : материалы I национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 296-301.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ДОЖДЕВЫХ ВОД

В.А. Биленко¹, К.В. Минашкин¹

¹Рязанский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Рязань, РФ

Аннотация: Дождевой сток с селитебных территорий является одним из источников загрязнения и требует очистки при сбросе в водные объекты. Предлагаемое устройство предназначено для очистки дождевых стоков в автоматическом режиме с использованием современных технологий.

Ключевые слова: Дождевой сток, загрязнение, водные объекты, автоматическое устройство

Summary. Rain runoff from residential areas is one of the sources of pollution and requires cleaning when discharged into water bodies. The proposed device is designed for cleaning rainwater runoff in automatic mode using modern technologies.

Key words: Rain runoff, pollution, water bodies, automatic device

Дождевой сток с городских территорий и дорог является одним из источников загрязнения водных объектов различными материалами истирания дорожного полотна и шин, компонентами антигололедных смесей, загрязнений, смываемых с крыш и тротуаров и др.

Водным законодательством РФ запрещается сбрасывать в водные объекты неочищенные до установленных нормативов дождевые, талые и поливочные воды, отводимые с селитебных территорий и площадок предприятий [1].

Наиболее эффективными методами очистки ливневых стоков, которые применяются в подавляющем большинстве установок и сооружений очистки, являются седиментационные и фильтрационно-сорбционные. Оба метода не требуют подвода электроэнергии в самотечном варианте, а также специальных помещений для размещения оборудования, которое находится под землей [2].

Нами выполнен анализ известных конструктивных решений по очистке поверхностных стоков перед сбросом их в водоемы [3, 4]. С целью уменьшения размеров очистных сооружений и подачи на очистку наиболее загрязненной части стока в схемах отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий и промышленных предприятий следует учитывать вероятностный характер выпадения атмосферных осадков и особенности гидрографа стока. На рисунке 1 показана принятая нами схема гидравлического режима работы очистных сооружений проточного типа, а на типовом гидрографе дождевого стока показано распределение объема стока по степени очистки.

В данной разработке предлагается использовать для очистки поверхностных стоков модернизированную нами известную конструкцию, разработанную НПО «ЭКОЛАНДШАФТ» «Система отвода и очистки поверхностного стока» [2]. Система включает (рис. 2) водосточный коллектор 1, приемную камеру грубой очистки 2 и отстойную камеру тонкой очистки 3, соединённые между собой перепускным придонным отверстием 4. Сток прошедший первичную очистку по каналу 5 подается в фильтровальную камеру 6 оборудованную автоматическим клапанным затвором 7 перепускающим в начальный период ливневого стока $T_{нач}$ (см. рис. 1) насыщенный загрязнителями раствор в нижнюю часть фильтровальной камеры, заполненную природным сорбентом 8. Очищенный от химических примесей сток по каналу 9 подается в регулирующий резервуар 10. При дальнейшем увеличении стока $Q > Q_{нач}$ происходит автоматическое переключение расхода и весь сток по каналу 11, при опущенном затворе (на рисунке не показано), подается также в регулирующий резервуар 10 из которого стоки через фильтрующую перегородку 12

попадают в биологические пруды 13 состоящие из мелководного биоплата 14 и глубоководного бассейна 15. Из глубоководного бассейна стоки по трубе 16 подаются на песчаные фильтры 17. Очищенные стоки от химических и механических примесей по водоотводящему каналу 18 сбрасываются в водный объект.

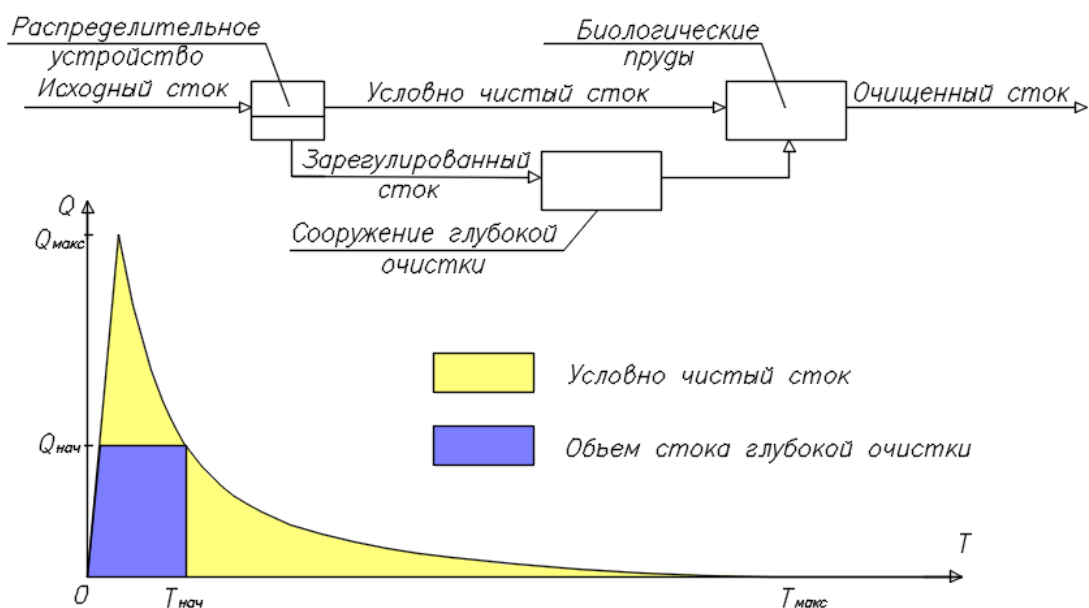


Рисунок 1 – Схема гидравлического режима работы очистных сооружений проточного типа

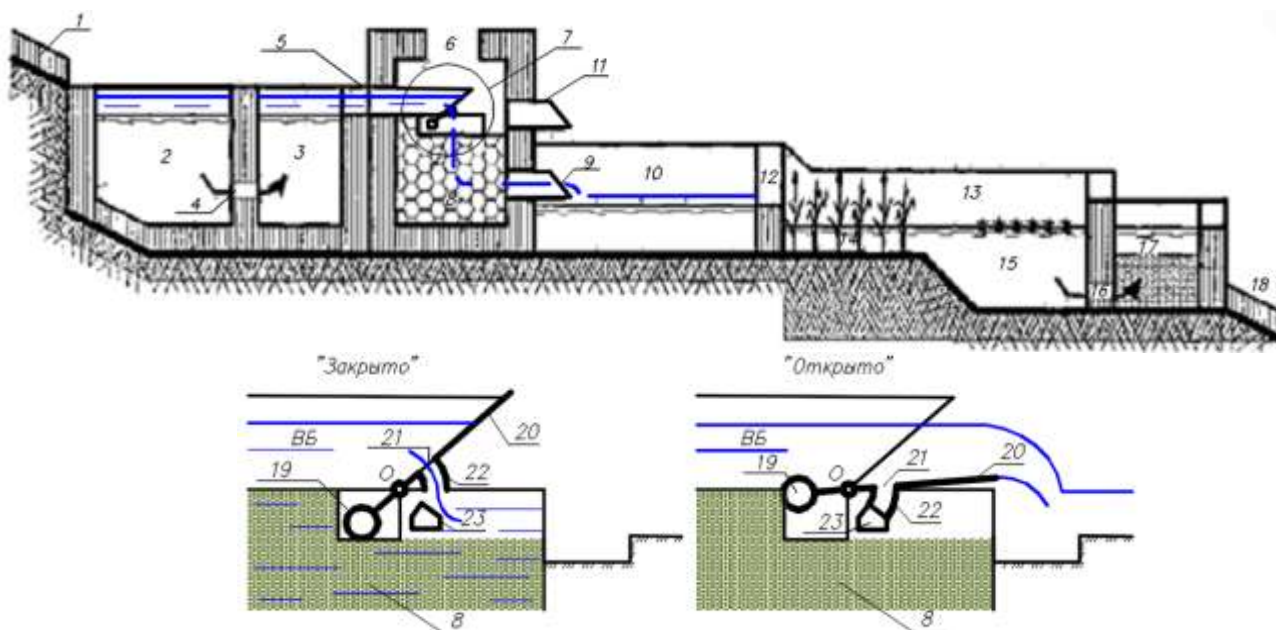


Рисунок 2 – Клапанный затвор в положениях «закрыто» и «открыто»

Принцип действия клапанного затвора 7 основан на равенстве моментов сил, действующих на затвор относительно оси вращения O .

На рисунке 2 показан клапанный затвор 7 в двух положениях: «закрыто» и «открыто».

Из одного положения в другое затвор 7 переводится автоматически при изменении величины дождевого стока Q . При расходе стока от 0 до $Q_{\text{нач}}$ затвор закрыт, т.к. момент сил от веса противовеса 19 превышает момент сил от веса затвора и давления воды на него. Полотнище затвора 20 прижато к выходному оголовку канала 5. Стоки через отверстие в

затворе 21 поступают в емкость, заполненную сорбентом 8. Система рассчитана таким образом, что при достижении расхода стоков $Q_{нач}$ она находится в равновесии, т.е. сумма моментов сил относительно оси вращения O равны нулю. При дальнейшем увеличении расхода происходит наполнение верхнего бьефа (ВБ), баланс сил нарушается и затвор переводится в положение «открыто». Дождевые стоки поступают по каналу 11 в смесительный резервуар 10. Поступление стоков в емкость, заполненную сорбентом 8, прекращается до окончания поступления дождевых стоков. При отсутствии стоков затвор автоматически переводится в положение «закрыто». Отверстие в затворе 21 открывается и обеспечивается возможность приема поливомоечных стоков или других загрязнённых стоков небольшого расхода.

Расчет клапанного затвора 7 производится по известным формулам гидравлики, в статье не приводится и является предметом нашего дальнейшего рассмотрения.

В заключении следует отметить положительный экономический эффект от применения данного устройства, т.к. в фильтровальную камеру, заполненную сорбентом направляется наиболее загрязненная часть стока. Остальной сток подается, минуя фильтровальную камеру в биологические пруды.

Наряду с отмеченными устройствами следует применять мероприятия, направленные на сокращение вредных выбросов и использование здоровых и экологически чистых технологий в городском и дорожном строительстве. Мусор и отходы, особенно содержащие вредные для человека вещества, должны эффективно и своевременно утилизироваться, и не являться загрязнителями дождевых стоков.

Литература

1. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. - М.: ВНИИ ВОДГЕО, 2014 г.

2. Чечевичкин, В. Н. Экономическая очистка поверхностного стока в крупных городах / В. Н. Чечевичкин, Н. И. Ватин // Евростройпрофи. – 2015. – № 78. – С. 48-52.

3. Винокуров, К. И. Локальные очистные сооружения поверхностного стока на автомобильных дорогах и мостовых переходах / К. И. Винокуров, А. Ю. Крестьянинова // Экология и строительство. – 2019. – № 4. – С. 42-52. – DOI 10.35688/2413-8452-2019-04-005.

4. Патент № 2137884 Российская Федерация, МПК Е 03 F 1/00. Система отвода и очистки поверхностного стока: № 99103307/03: заявл. 25.02.1999 ; опубл. 20.09.1999/ О.К. Калантаров, М.Д. Каргер, С.В. Кривицкий [и др.]: заявитель и патентообладатель Научно-производственное объединение «ЭКОЛАНДШАФТ».

5. Рязанцев, А. И. Повышение качества полива двухконсольным дождевальным агрегатом ДДА – 100МА / А. И. Рязанцев, В. Д. Липин, А. А. Буданцева // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 211-214.

6. Гидротехническое сооружение - дамба/ С.Н. Борычев, О.П. Гаврилина, Д.В. Колошеин, Э.О. Талалаева // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта, Рязань, 12 октября 2020 года. Том Часть 2 - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2018. – С. 9-13.

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СОИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

В.И. Желязко¹, Е.А. Вчерашний¹

¹УО БГСХА, г. Горки, Республика Беларусь

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по влиянию орошения на урожайность зерна сои в северо-восточной части Беларуси. Установлено, что применение орошения оказывает положительное влияние на урожайность сои при этом наибольшая урожайность 25,63 ц/га получена при нижней границе регулирования влагозапасов 80 % от наименьшей влагоемкости.

Ключевые слова: водный режим, дождевание, оросительная норма, поливная норма, урожайность, зерно, соя.

Summary. The article presents the results of studies on the effect of irrigation on soybean grain yield in the northeastern part of Belarus. It has been established that the use of irrigation has a positive effect on soybean yield, with the highest yield of 25.63 c/ha obtained at the lower limit of moisture reserve regulation of 80% of the lowest moisture capacity

Key words: water regime, sprinkling, irrigation norm, yield, grain, soybeans.

Республика Беларусь, как страна с интенсивно развивающимся животноводством, нуждается в укреплении собственной кормовой базы. Главным фактором, позволяющим повысить интенсивность животноводства, является полноценное и сбалансированное кормление сельскохозяйственных животных. Для удовлетворения физиологической потребности животных в белке на 1 кормовую единицу содержание перевариваемого протеина должно быть не менее 105-115 г. Фактическая обеспеченность ниже требуемой, дефицит составляет 15-20 грамм перевариваемого протеина на 1 кормовую единицу. Это ведет к перерасходу кормов на 20 % и снижает продуктивность животных [1].

За период с 1989 по 2015 г. среднегодовая температура воздуха в Беларуси на 1,3 °С превысила климатическую норму, принятую Всемирной метеорологической организацией (ВМО). Изменение климата вызывает как отрицательные, так и положительные последствия с точки зрения результатов сельскохозяйственного производства. При этом, поскольку происходят изменения сложившегося уклада, то адаптироваться надо к обоим видам последствий. Рост теплообеспеченности в определенных пределах способствует расширению и улучшению структуры растениеводства, но при значительном росте среднегодовой температуры сельское хозяйство в южных и восточных районах Республики Беларусь уже сталкивается с проблемой недостаточной влагообеспеченности сельскохозяйственных культур, пересыханием пахотного слоя и другими проявлениями засух [2, с. 4].

Повышение температуры воздуха в северо-восточной части Беларуси создает благоприятные условия для возделывания такой ценной белковой культуры, как соя. Зерно сои содержит от 40 до 45 % белка, 20–23 % масла, до 30 % углеводов, а также богатый комплекс витаминов и минеральных веществ. Наличие в соевом белке полного набора необходимых для животных незаменимых аминокислот обуславливает особый статус этой культуры в мировом земледелии.

Соя – влаголюбивая культура. За вегетационный период соя расходует значительно большее количество воды, чем зерновые колосовые культуры. Общий расход воды за период вегетации в зависимости от места и условий выращивания составляет от 3-х до 5,5 тыс. м³. При этом максимальное водопотребление наблюдается на фазу цветения и налива бобов. Недостаток почвенной влаги в данный период наиболее негативно влияет урожайность зерна сои [3, с. 147].

Определение величины фактического водопотребления сои, а также определение влияния орошения на ее урожайность является актуальным.

В 2017 году на полях опытно-производственного комплекса «Тушково-1» Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, расположенном Горецком районе Могилевской области, проводились исследования по определению оптимального водного режима при орошении сои. Почвы опытного участка дерново-палево-подзолистые легкосуглинистые, подстилаемые моренным суглинком с глубины 1 м. На опытном участке высевалась соя сорт «Ясельда» включенный в Государственный реестр в 1998 г [4, с. 37]. Регулирование водного режима осуществлялось в слое почвы 0-40 см. Технология возделывания сои соответствовала действующим регламентам [5].

Схема опыта была следующей:

вариант 1 – контроль (без орошения);

вариант 2 – орошение при снижении влажности почвы до 60% НВ;

вариант 3 – орошение при снижении влажности почвы до 70% НВ;

вариант 4 – орошение при снижении влажности почвы до 80% НВ.

Все варианты и измерения на них проведены в четырехкратной повторности.

Для проведения полив применялась широкозахватная дождевальная машина Linsday-Europe Omega «Zimmatik».

Влагозапасы почвы определялись термостатно-весовым способом на глубину до 1 метра для установления влагообмена расчетного слоя 0-40 см с нижележащими. Пробы отбирались с интервалом 5-10 суток. Водно-физические свойства почвы и структура урожая зерна сои определялись по общепринятым методикам. Оценку влагообеспеченности вегетационного периода выполняли по гидротермическому коэффициенту Г. Т. Селянинова.

Посев сои выполнен 10 мая. Влажность почвы в слое 0-40 см находилась в пределах 86,4 – 89,1 % НВ. Вторая декада мая была холодной (9,2 °С при норме 12,7 °С), что привело к незначительному снижению влагозапасов.

В середине первой декады июня на вариантах 3 и 4 почвенные влагозапасы достигли нижней границы регулирования. Для компенсации недостатка влаги на вариантах 3 и 4 проведены поливы нормой 300 и 250 м³/га соответственно. Второй полив на варианте 4 был проведен 19.06.2017 г. В конце третьей декады июня проведен полив на варианте 2, поливная норма составила 300 м³/га.

Июль 2017 характеризовался как избыточно увлажненный (ГТК 2,69). В течение месяца выпало 140,6 мм осадков. Осадки, выпавшие в июле, компенсировали суммарное испарение. Поливы в июле не проводились.

Засушливый период, который наблюдался с 5 по 20 августа, привел к снижению влажности почвы в вариантах 3 и 4 до нижней границы регулирования. В результате на вариантах 3 и 4 были проведены поливы нормой 30 и 25 мм. В третьей декаде августа выпало 104,1 мм осадков, в результате чего влажность почвы приблизилась к наименьшей влагоемкости на всех вариантах опыта.

Первая декада сентября также была дождливой, выпало 60,8 мм при норме 21 мм. Сложившиеся метеоусловия увеличили период созревания сои, уборка осуществлялась 25 сентября.

Анализ метеоусловий показывает, что в целом вегетационный период для сои характеризовался как влажный (ГТК 1,84), однако характер выпадения атмосферных осадков по месяцам показывает, что наиболее экстремальным периодом возделывания был август. В данный период для сои наступают наиболее ответственные фазы развития (образование и налив бобов) от которых напрямую зависит формирование урожая. В этот период соя наиболее требовательна к почвенной влаге.

В результате проведенных исследований в 2017 году получены значения оросительной нормы по вариантам полевого опыта. На основании поливных и оросительных норм определен режим орошения сои (таблица 1).

Таблица 1 – Режим орошения сои в 2017 году

Вариант	Поливная норма, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га
Контроль	-	-
60%НВ	300	300
70%НВ	300	600
80%НВ	250	750

Определение урожайности зерна сои по вариантам полевого опыта производилось сплошной уборкой учетных делянок прямым комбайнированием. Данные о урожайности зерна сои по вариантам опыта приведены в таблице 2.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что регулирование водного режима путем проведения полива дождеванием способствует увеличению урожайности зерна сои. Все варианты с дополнительным увлажнением обеспечивают достоверные прибавки урожая, что подтверждает НСР₀₅ и указывает на целесообразность применения орошения. Наибольшая прибавка урожая соответствует варианту с нижним пределом регулирования 80% от наименьшей влагоемкости. При оросительной норме 750 м³/га прибавка урожая составляет 6,85 ц/га.

Таблица 2 – Урожайность зерна сои по вариантам опыта, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га	Отклонение от стандарта	
		ц/га	%
Контроль	18,78	-	-
60% от НВ	22,31	3,53	18,7
70% от НВ	24,46	5,68	30,2
80% от НВ	25,63	6,85	36,4
НСР ₀₅	-	1,12	4,46

Литература

1. Кормопроизводство: учебное пособие для студентов агрономических специальностей учреждений, обеспечивающих получение высшего образования / А. А. Шелюто. – Минск : Технопринт, 2004. - 267 с.
2. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата/ В. Мельник, В. Яцухно, Н.Денисов [и др.]. – Минск, 2017. – 84 с.
3. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар, Ф. Элмер, А. Постников [и др.]: под общей ред. Д.Шпара - Минск : «ФУАинформ», 2000. - 262 с.
4. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Государственное учреждение "Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений". - Минск : ИВЦ Минфина, 2022. - 283 с.
5. Основные приемы возделывания сои в Республике Беларусь: (рекомендации производству) / В. Н. Халецкий [и др.]. ; рец.: Г. В. Пироговская, Л. А. Булавин ; Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП "Брестская областная сельскохозяйственная опытная станция Национальной академии наук Беларуси". - Минск, 2012. - 23 с.
6. Патент № 2042303 С1 РФ, МПК А01С 7/00. Способ посева сои : № 5055053/15 : заявл. 16.07.1992 : опубл. 27.08.1995 / В. Д. Липин ; заявитель Приморский сельскохозяйственный институт.
7. Патент № 2731577 С1 РФ, МПК G01N3/40 Устройство для измерения твердости почвы: № 2022120371: заявл. 25.07.2022: опубл. 25.10.2022 / С. Н. Борычев [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ ВОДОВОДА ОВОИДАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ НА НАСЫПНОМ ИЛИ ГЛИНИСТОМ ОСНОВАНИИ

В. Г. Дегтярев¹, К. В. Кветенадзе¹, О.Г. Дегтярева¹

¹ ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И. Т. Трубилина, г. Краснодар, РФ

Аннотация. С позиции численного моделирования рассмотрена работа водовода овоидального профиля, а именно осадка его основания при расположении на насыпном или на глинистых грунтах. На основании массива цифр получена математическая модель процесса осадки основания. Осуществленный математический анализ позволил сравнить характеристики работы водоводов на различных основаниях.

Ключевые слова: водоводы, поперечные сечения, грунтовое основание, численное моделирование, математический анализ.

Summary. From the standpoint of numerical modeling, the work of an ovoidal water conduit, namely the sediment of its base, when located on bulk or clay soils is considered. Based on an array of numbers, a mathematical model of the process of precipitation of the base is obtained. The mathematical analysis carried out made it possible to compare the characteristics of the work of water pipelines on various grounds.

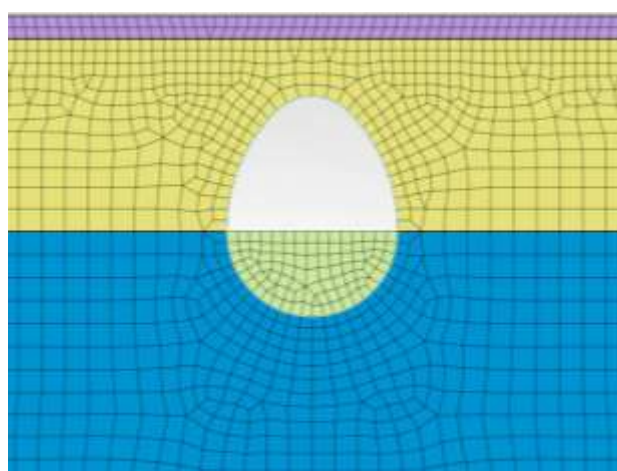
Key words: aqueducts, cross-sections, ground foundation, numerical modeling, mathematical analysis.

От работы водопроводящих систем в значительной степени зависит надежность транспортных связей. В свою очередь последние существенно влияют на экономические аспекты любого вида деятельности [1]. При этом конструктивно-технологическое обоснование самого водопроводящего элемента в системе, выбор его профиля, материала, технологии устройства – это вопросы, определяющие экономическую целесообразность принимаемых решений [2].

Выбор поперечного сечения водоводов, в настоящее время, осуществляются без должного обоснования принимаемых решений, тогда как это обеспечивает надежность работы сооружений [3]. Одна из возможных форм поперечного сечения водовода, это овоид, форма которого в природе предназначена для восприятия больших нагрузок (яйцо птиц). Таким образом, объектом исследования является водовод поперечного сечения в виде овоида при воздействии на него различных нагрузок: статических, динамических и их сочетаний [4, 5].

Рассмотрим напряженно-деформированное состояние (НДС) овоида при устройстве водовода подобного профиля [6, 7]. При этом рассмотрим работу дюкера, размещенного на грунте обратной засыпки и на глинистом основании при переменных: высоте грунта над верхней частью водовода и нагрузке от оси автомобиля. Работа дюкера рассматривалась посредством численного моделирования, при использовании метода конечных элементов. Расчеты осуществлялись с применением программного комплекса Midas GTX NX, а для разработки математической модели и ее цифрового исследования – комплекс wxMaxima. Целью исследований ставилось рассчитать перемещения в основании водовода овоидального профиля (Свод, м), от принятых к исследованию факторов. В свою очередь, фактор высоты грунта над водоводом принят из анализа реальных ситуаций и назначен к изменению от 0,5 м и до 1,2 м, а фактор нагрузки от оси автомобиля принят к изменению от 5 т и до 40 т. Диаметр водовода, в поперечном сечении представляющий овоид, выбран к представлению в статье в 1,5 м. Однако практически были рассмотрены еще модели диаметрами 1,0; 2,0 и 2,5 м. Анализ расчетов позволяет констатировать, что ненормативное влияние масштаба элементов отсутствует [8].

На рисунке 1 представлена расчетная модель водовода овоидального поперечного сечения, при его расположении на глинистом основании.



- дорога;

- насыпной грунт;

- глинистое основание

Рисунок 1 - Расчетная модель водовода овоидального поперечного сечения

В программе Midas GTX NX были осуществлены расчеты напряженно-деформированного состояния водовода овоидального поперечного профиля, в частности перемещения его основания (Свод, м), что приведено в таблице 1. Расчеты приведены для постоянной высоты грунта над верхом водовода в 0,8 м. и при его расположении на глинистом основании и на насыпном грунте.

Таблица 1 – Перемещение основания водовода на глинистом основании и насыпном грунте, в зависимости от высоты грунта над водоводом и нагрузки от оси автомобиля

Номер опыта	Высота грунта над водоводом, (Н, м)	Нагрузка от оси автомобиля, (Р, т)	Перемещение водовода, по насыпному грунту (Свод, м)	Перемещение водовода, по глинистому грунту (Свод, м)
1	0,8	5	-0,0243	-0,0468
2	0,8	10	-0,0251	-0,0478
3	0,8	15	-0,0258	-0,0488
4	0,8	20	-0,0266	-0,0497
5	0,8	25	-0,0274	-0,0507
6	0,8	30	-0,0282	-0,0516
7	0,8	35	-0,0289	-0,0526
8	0,8	40	-0,0297	-0,0535

Фактически расчеты проведены во всем диапазоне изменения факторов, указанных ранее, при расположении водовода на глинистом основании и на насыпном грунте, что позволило получить массив чисел для дальнейшего исследования процесса перемещения основания Свод, от принятых к исследованию факторов посредством математического моделирования.

На рисунке 2 представлен визуализированный расчет перемещения основания Свод, м при его расположении на насыпном грунте при высоте грунта над водоводом 1,0 м и усилении от оси автомобиля в 15 т.

Полученный в результате расчетов большой массив цифр отдельно при перемещении основания Свод, м при его расположении в грунте на глинистом основании и отдельно при его расположении на насыпном грунте были представлены в виде матрицы. Фрагмент

матрицы имеет следующий вид: [0,5; 5,0; -0,0241], [0,5; 10; -0,0249], [0,5; 15; -0,0257], [0,5; 20; -0,0266], [0,5; 25; -0,0274], [0,5; 30; -0,0283], [0,5; 35; -0,0291], [0,5; 40; -0,0300],.....

Выполненные расчеты позволили получить следующие математические модели:

- для водовода, расположенного в насыпном грунте $Z(x, y) = -0.0453 + 0.0014 \cdot x - 2.4690 \cdot 10^{-4} \cdot y + 5.2749 \cdot 10^{-5} \cdot x \cdot y - 0.0019 \cdot x^2 + 5.0595 \cdot 10^{-8} \cdot y^2$;
- для водовода, расположенного на глинистом основании $Z(x, y) = -0.0229 + 2.6254 \cdot 10^{-4} \cdot x - 2.0445 \cdot 10^{-4} \cdot y + 5.9297 \cdot 10^{-5} \cdot x \cdot y - 0.0013 \cdot x^2 + 1.0714 \cdot 10^{-7} \cdot y^2$;

Полученные математические модели адекватно описывают исследуемые процессы, что позволило построить поверхности функций отклика $S_{вод, м}$, которые представлены на рисунке 3. На рисунке 4 приведены линии равных уровней, что в свою очередь позволило получить графики перемещения основания водовода $S_{вод, м}$ при постоянном усилии на грунт от оси автомобиля (5; 20,25 и 40 т), а также при постоянной высоте грунта над водоводом (0,5; 0,85 и 1,2 м) для водоводов, расположенных на насыпном грунте и на глинистом основании.

Дальнейшие исследования математической модели позволили получить аналитические выражения и графические интерпретации перемещений основания водовода $S_{вод}$, при постоянном усилии на грунт от оси автомобиля – 5; 20,25 и 40 т, а также при постоянной высоте грунта над водоводом – 0,5; 0,85 и 1,2 м, что представлено на рисунке 5.

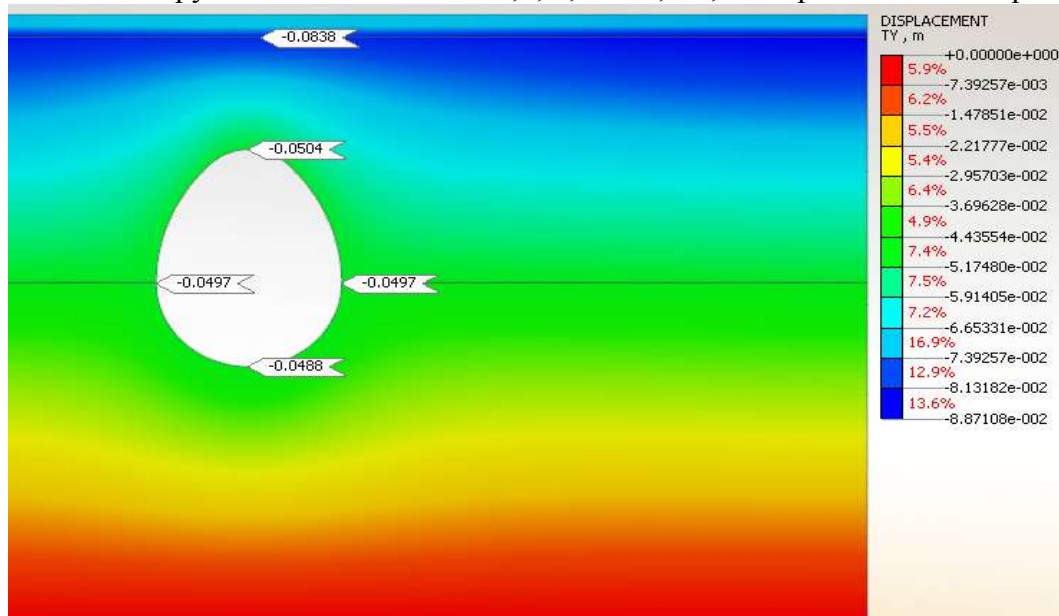
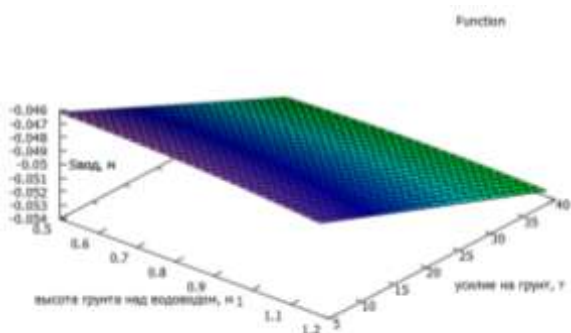
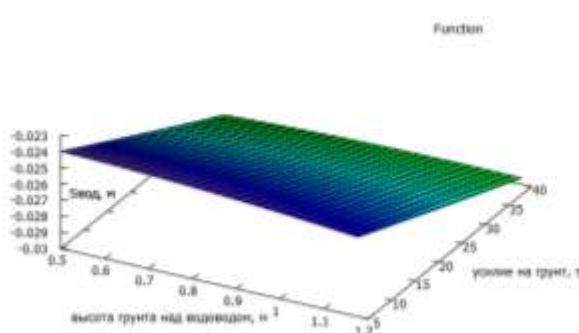


Рисунок 2 – Визуализированный расчет перемещения основания $S_{вод, м}$ при его расположении на насыпном грунте, при высоте грунта над водоводом 1,0 м и усилении от оси автомобиля в 15 т



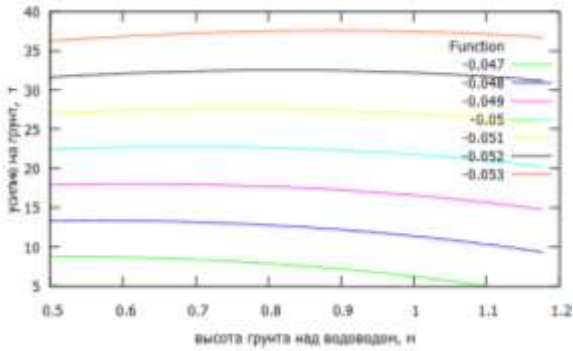
при расположении на насыпном грунте



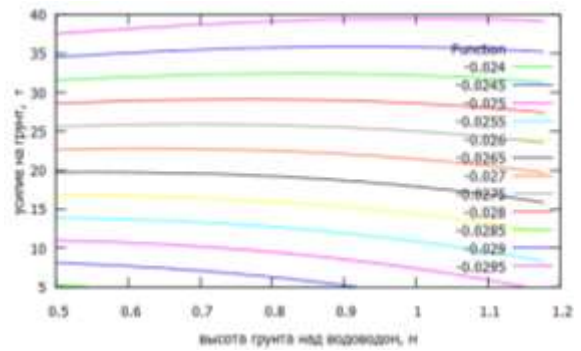
при расположении на глинистом основании

поверхность отклика $S_{вод, м}$

Рисунок 3 – Визуализированные результаты математических моделей перемещения основания водоводов Свод, расположенных на насыпном грунте и на глинистом основании

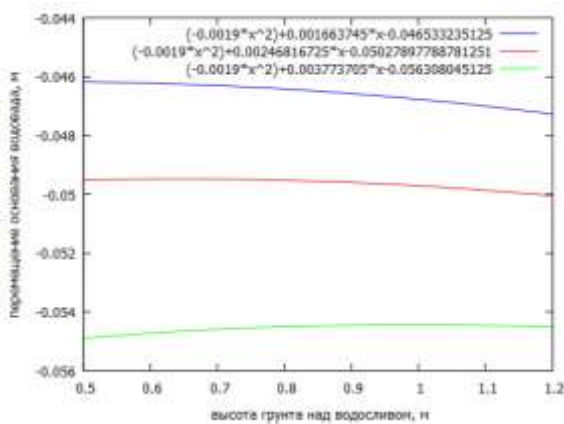


при расположении на насыпном грунте

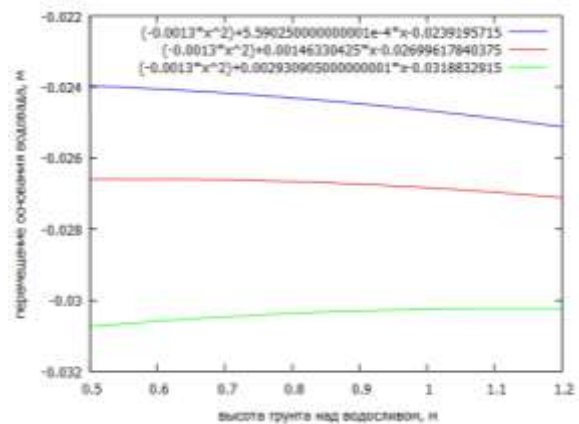


при расположении на глинистом основании

Рисунок 4 – Линии равных уровней по поверхности отклика S вод, м

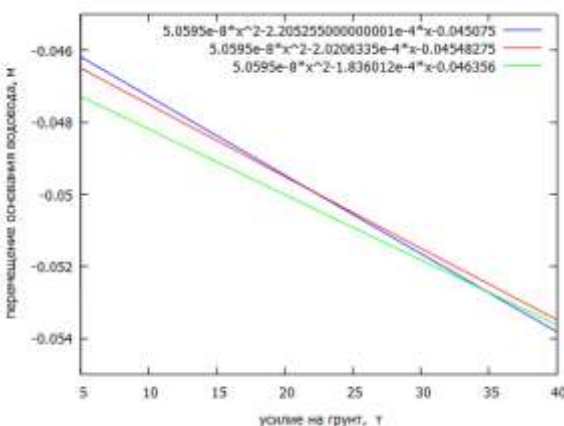


при расположении на насыпном грунте

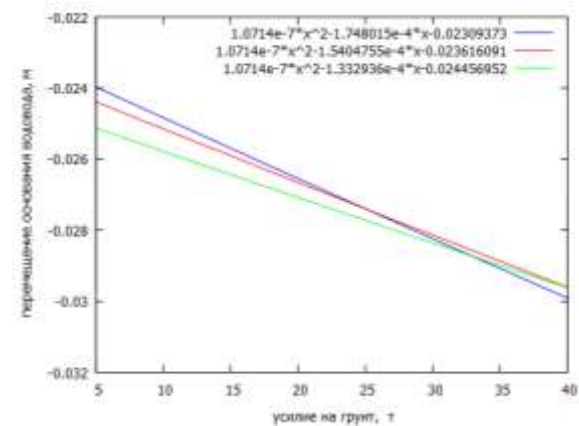


при расположении на глинистом основании

при постоянном усилии на грунт от оси автомобиля – 5; 20,25 и 40 т



при расположении на насыпном грунте



при расположении на глинистом основании

при постоянной высоте грунта над водоводом – 0,5; 0,85 и 1,2 м

Рисунок 5 – Перемещения основания водовода Свод

Анализ результатов функций отклика и линий уровня показывает, что водовод овоидального поперечного профиля, расположенный на естественном основании имеет перемещение основания порядка 50% меньше, чем водовод, расположенный в насыпном грунте.

В соответствии с представленным графическим материалом и уравнениями при постоянном усилии на водовод от оси автомобиля в 5,0; 20,25 и 40 т, можно констатировать, что последовательное увеличение нагрузки во всем диапазоне изменения высоты грунта над водоводом на 0,5; 0,85 и 1,2 м, приводит к постоянному увеличению перемещения основания водовода $S_{вод}$ от 0,024 и до 0,03 м при естественном основании, и от 0,0462 и до 0,0545 м при насыпном грунте. Данный вывод актуален как для водоводов, расположенных на глинистом основании, так и на насыпном грунте.

При постоянной высоте грунта над водоводом в 0,5; 0,85 и 1,2 м, по графикам рисунка 5 видно, что связь между перемещением основания водовода $S_{вод}$ и усилием на грунт от оси автомобиля линейная. Во всем диапазоне изменения усилий на грунт от оси автомобиля от 5 и до 40 т величина перемещения основания возрастает от 0,0240 и до 0,0296 м при естественном основании и от 0,0462 и до 0,0536 м при насыпном грунте.

Полученные перемещения основания водовода позволяют еще на стадии проектирования учесть технологические особенности строительства, а предложенный расчетный алгоритм позволяет численными методами обработать любую форму поперечного сечения водовода.

Литература

1. Degtyarev, G.V. The seasonal regulation basin dam basis deformation forecast / G.V. Degtyarev, D.A. Dats'o // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 698 (2019) 022013.
2. Degtyarev, G.V. Designing an additional freshwater source infrastructure to ensure the environmental sustainability of coastal areas / G.V. Degtyarev, O.V. Takhumova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 395 (2019) 012001.
3. Моделирование в САЕ системе осадки плитного фундамента низконапорной плотины / О. Г. Дегтярева, Д. А. Дацьо, Г. В. Дегтярев, А. Д. Гумбаров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – №1 (64). – С. 221–227.
4. Дегтярева, О. Г. Исследование жесткостных характеристик гравитационной и контрфорсной плотин посредством анализа собственных колебаний / О. Г. Дегтярева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – №6 (63). – С. 169–177.
5. Дегтярев, Г.В. Особенности расчета плиты покрытия как несущего основания / Г.В. Дегтярев, Д.А. Дацьо // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2016. – № 5 (62). – С. 157-165
6. Numerical modeling of condition of the bridge structure based on the results of national surveys / G.V. Degtyarev, G.S. Molotkov, A.N. Sekisov, D.A. Datsjo // International Journal of Engineering & Technology. Vol 7, No 2.13 (2018). Pp. 226-230. (Режим доступа: <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/11866>).
7. Constructive-technological decisions in regulating the flow of atmospheric precipitation / O.G. Degtyareva, G. V. Degtyarev, N. L. Lavrov, D.U. Aliev // Magazine of Civil Engineering. – 2018. – № 5 (82). – Pp. 32–48.
8. Degtyarev, G.V. Assessment of the hydraulic structures' technical condition by means of the amplitude-frequency characteristics' analysis / G.V. Degtyarev, F.K. Abdrazakov, N.P. Lavrov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, Vol. 913(2), 022056.
9. Владимиров, А. Ф. О понятии величины в математике и её приложениях / А. Ф. Владимиров // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2018 : Сборник трудов международного научно-технического форума: в 11 томах, Рязань, 28 февраля – 02 2018 года / Под общ. ред. О.В. Миловзорова. Том 10. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2018. – С. 150-154.

ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ЧЕРНОЗЕМЕЛЬСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КАЛМЫКИИ

О.С. Сангаджиева¹, Ц.Д. Даваева¹, З.В. Сохорова¹, Л.Х. Сангаджиева¹

¹ФГБОУ ВО Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова, Элиста, РФ

Аннотация. Обводнительная мелиорация, как один из видов агротехногенеза, влияет не только на изменение структуры земельных угодий, миграцию химических элементов, но и приводит к изменению ландшафтных условий. Кроме того, территория Калмыкии по гидрогеологическим условиям (прежде всего ввиду неглубокого залегания высокоминерализованных подземных вод) неблагоприятна для развития орошения из-за опасности засоления земель и малой эффективности дренажных сооружений. Расчеты показали, что у Черноземельской обводнительно-оросительной системы самые неблагоприятные показатели, к тому же она содержит много токсичных солей. Вода минерализованная, по степени засоления - слабосоленая и соленая, содержит значительное количество токсичных солей, таких как хлорид натрия и сульфат натрия, хотя по содержанию биогенных элементов вода практически не отличается от предыдущих групп.

Ключевые слова: мелиорация, засоление земель, токсичные соли, минерализованные воды.

Summary. Irrigation reclamation, as one of the types of agrotechnogenesis, affects not only the change in the structure of land, the migration of chemical elements, but also leads to a change in landscape conditions. In addition, the territory of Kalmykia according to hydrogeological conditions (primarily due to the shallow occurrence of highly mineralized groundwater) is unfavorable for the development of irrigation due to the danger of salinization of land and the low efficiency of drainage facilities. Calculations have shown that the Chernozemelskaya irrigation system has the most unfavorable indicators, besides it contains a lot of toxic salts. Mineralized water, according to the degree of salinity - slightly salted and salty, contains a significant amount of toxic salts, such as sodium chloride and sodium sulfate, although the content of biogenic elements of water practically does not differ from the previous groups.

Key words: land reclamation, salinization, toxic salts, mineralized waters

В засушливых регионах, включая Калмыкию, необходимо развивать орошаемое земледелие, чтобы обеспечить устойчивое сельское хозяйство. Однако использование большого количества водных ресурсов может привести к значительным изменениям в экологическом состоянии природных комплексов. Например, химический состав орошаемых вод может влиять на плодородие почвы и состояние орошаемых земель. В настоящее время в Калмыкии есть около 130 тыс. га орошаемых земель различных категорий, преимущественно поливаемых реками Волга, Кубань, Тополь и Кума. Около 15% земли орошается местными поверхностными водами, а также дренажными или комбинированными сточными водами. Кроме того, в зависимости от источника и места получения оросительной воды ее качество имеет существенные различия.

Дальнейшее развитие сельского хозяйства требует активного развития мелиорации. Однако, важно отметить, что развитие ирригационной сети оказывает влияние на все компоненты природных комплексов, что приводит к изменению местных биотопов. Кроме того, оно также влияет на видовой состав и численность растений и животных, как подтверждается практикой [1,2]. Поэтому, изучение функционирования природно-гидротехнических и инженерных оросительно-оросительных систем имеет большое значение. Одним из аспектов такой работы является контроль качества воды в природных и искусственных водоемах, включая ее физические, химические и экологические параметры

[3]. Развитие обширной сети оросительно-оросительных каналов привело к изменению ландшафта засушливых степей и увеличило водохозяйственные ресурсы.

За последние два десятилетия в республике активно проводится мелиорация, включающая строительство водохранилищ и систем оросительного земледелия. Оросительная мелиорация, как форма агротехногенеза, оказывает влияние на структуру земли, перемещение химических элементов и изменение ландшафтных условий. Тем не менее, развитие ирригации в Калмыкии затруднено из-за гидрогеологических особенностей, таких как неглубоко расположенные высокоминерализованные грунтовые воды, что приводит к риску засоления почвы и низкой эффективности систем дренажа [4,5].

В связи с этим, мы рассмотрим два аспекта проблемы: воздействие агротехногенеза на природную среду и перемещение химических элементов в результате орошения и химической мелиорации, с целью оценки оптимизации агроландшафтов на разных уровнях антропогенной трансформации. Однако высокая степень техногенного воздействия приводит к неблагоприятным эколого-геохимическим условиям, таким как загрязнение окружающей среды и эвтрофикация водных объектов, что создает неблагоприятные условия для развития сельскохозяйственных культур.

Это противоречие между агротехнологией и природной средой, которое решает основную проблему сельскохозяйственных и биологических наук. Материалом для анализа послужили стационарные исследования и полевые эксперименты с основными сельскохозяйственными культурами Калмыкии с 1975 по 2020 годы содержание химических элементов в речных и озерных водах очень велико по годам, гидрологическим разделам и временам года.

Развитие республики требует увеличения водопотребления на хозяйственные, сельскохозяйственные, питьевые нужды. За период в 40 лет (1980-2020 гг.) оно возросло почти в два раза. Основным потреблением является орошение (до 93%), так как поступление воды из соседних регионов было в этот период непостоянным. В то же время в некоторых районах республики вследствие неравномерного распределения по сезонам года и по территории, а также недостаточно обоснованного размещения сельскохозяйственных угодий в настоящее время сохраняется дефицит в воде и, прежде всего, для орошения. Район исследования - трасса коллектора сброса (КС), Калмыцкого магистрального коллектора (КМК), насосные станции (НС) и, связанные с ним площади орошения сосредоточенные на Черных Землях и Приморско-Ильменной зоне [6, 7].

В Чограйском водохранилище вода солоноватая, среднеминерализованная, жесткость воды меняется в пределах от 9 до 10,7 мэкв/л и относится к водам средней жесткости. Среди анионов преобладают сульфаты, карбонаты отсутствуют почти полностью, среди катионов преобладают натрий и кальций.

Черноземельская оросительно-обводнительная система (ЧООС) расположена в полупустынной зоне в области недостаточного увлажнения и слабого промывного режима и занимает Черные Земли и заканчивается в Яшкульском районе вблизи пос. Улан-Эрге. Вода для орошения поступает в систему из Чограйского водохранилища. Общая валовая площадь ЧООС составляет 1454 тыс. га [8]. Для химического анализа отбирались пробы из оросительного и сбросного каналов, в местах соединения с озерами и прудами.

Качественный состав вод, используемых для орошения, оценивался по степени минерализации, по типу химического состава. В зависимости от количественной картины этих показателей оросительные воды делятся на четыре класса качества: хорошие (I), удовлетворительные (II) и неудовлетворительные (III, IV). Помимо качества воды на экологию орошаемых почв влияют почвенно-мелиоративные и гидрогеологические условия орошаемых угодий.

По характеру распределения солей в различных водоемах мы выявили три случая повышения степени минерализации и повышения индекса по О. А. Алекину (1970) [9]. В первой зоне вода по типу засоления относится к пресным водам, по химическому составу воды этих водоемов являются Cl-SO₄, Ca-Na и SO₄-Na-Mg. Сульфаты, в составе Na₂SO₄,

очень важны. Содержание хлоридов вторичное, карбонатов почти нет. Соотношение кальция и магния примерно одинаковое. Вода в этой зоне классифицируется как опасная для орошения своими ирригационными свойствами (тип III).

Воды второй зоны по степени минерализации относятся к пресным водам. По химическому составу вода представляет собой Cl-SO₄-Na и SO₄-Na IV типа. Наблюдалось высокое содержание сульфата натрия и хлорида магния, а бикарбонат кальция обнаруживался в небольших количествах. По типу полива вода способствует засолению почвы

По типу полива вода способствует засолению почвы. В третью зону входят воды магистрального коллектора Черноземья. Соли в этих водах присутствуют в значительных количествах, особенно сульфат и хлорид натрия, а также хлорид магния. По степени минерализации вода относится к слабосоленой, по химическому составу - к Cl-SO₄-Na воде I типа.

В зоне деятельности ЧООС поливная вода даже в основных магистральных и распределительных каналах имеет II класс качества и неблагоприятные показатели по минерализации и хлоридному засолению, а в Яшкульском и Гашунском распределителях, (которые питают около 50% орошаемых земель), она характеризуется ещё и опасностью в отношении натриевого осолонцевания. Длительный полив такой водой, при имеющей место неблагоприятной почвенно-мелиоративной обстановки, будет способствовать дальнейшему ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель и экологической ситуации в целом по системе. Поскольку в зоне деятельности этой системы нет более благоприятных вод, то полив здесь должен быть жёстко регламентированным. Обоснованно надо подходить и к выбору участков под орошение. Очевидно, во избежание подъёма уровня грунтовых вод, целесообразнее переходить на мелкоконтурное (оазисное) орошение с учетом ландшафтных особенностей местности.

Таблица 1 – Особенности ионного состава вод оросительной системы, мэкв/л

Компоненты	Чограйское водохранилище	Черноземельская оросительная система
Cl ⁻¹	42,00± 13,54	23,75±11,53
HCO ₃ ⁻¹	3,50±1,09	5,56±0,86
SO ₄ ⁻²	36,60±21,34	23,38±15,89
Ca ⁺²	1,70±0,98	6,79±3,34
Mg ⁺²	9,00±3,40	11,54±5,87
Na ⁺¹	11,54±5,87	33,60±16,70

Вода в двух системах соленая. Содержание соли меняется в зависимости от снижения соотношения кальция и магния и увеличения отношения Cl:SO₄, что указывает на повышенную роль магния и хлора в составе соли. По химическому составу вода относится к SO₄-Cl-Na. Вода по качеству орошения опасна для орошения, и этот риск увеличивается за счет увеличения количества ионов щелочных металлов в воде.

Открытые водоемы - химические компоненты ряда небольших озер, относящихся к озерам и не проточным бассейнам, очень разнообразны и изменчивы с течением времени, что требует обязательной предварительной оценки перед использованием их в сельскохозяйственных целях в качестве питьевой воды или орошения для домашнего скота. На основании классификации вод по оросительным свойствам И.Н. Угланова [10] были рассчитаны показатели орошения и тип качества оросительных вод. Расчеты основаны на типе орошения воды, общей минерализации и соотношении натрия к сумме кальция и магния.

Расчеты показывают, что оросительно-оросительная система чернозема имеет самые неблагоприятные показатели, кроме того, она содержит много ядовитых солей. Вода минерализована, слабосоленая и соленая по степени засоления, содержит значительное

количество токсичных солей, таких как хлорид натрия и сульфат натрия, хотя по составу биогенных элементов вода практически не отличается от предыдущих групп [11].

Одним из основных способов ослабления негативного влияния вод неблагоприятного химического состава на показатели плодородия почв является их разбавление качественными водами с соблюдением режима стока и постоянным контролем качества смешанных вод. Что касается прудов, озер и рек, которые являются основой местных сточных вод, необходимо постоянно контролировать качество воды. Если его показатели выше критических, то лучше прекратить, полив такой водой, чтобы избежать деградации поливов земли.

Наиболее благоприятные свойства воды оросительной системы относятся к природным водоемам. Хотя степень минерализации этих вод также очень высока, токсичность минимальна, что благоприятствует гидрохимическим свойствам водоемов для гидробионтов. Количество мелиоративно-неблагополучных орошаемых земель республики увеличилось с 45% в 2000 году до 63% в 2020 году, в то же время в республике подтоплено более 40 населенных пунктов из-за подъема уровня грунтовых вод.

Литература

1. Зонн, С.В. Опустынивание природных ресурсов аграрного производства Калмыкии за последние 70 лет и меры борьбы с ним / С.В. Зонн // Биота и природная среда Калмыкии. - М.: ТОО «Коркис». -1995.-С. 19-52.

2. Почвы Республики Калмыкия : монография / Т. И. Бакинова и др.; Северо-Кавказский научный центр высшей школы, Калмыцкое предприятие «ЮжНИИгипрозем». – Элиста : Северо-Кавказский научный центр высшей школы федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Южный федеральный университет, 1999. – 115 с.

3. Фомин, Г.С. Вода = Water : контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам / Г. С. Фомин. - 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Протектор, 2010. - 1007 с.

4. Емгушев, П.Н. Оросительные системы Калмыкии/ Н.П. Емгушев. - Элиста: Джангар, 1985.-74 с.

5. Филин, В. И. Удобрение и орошение однолетних кормовых культур в интенсивном кормопроизводстве Прикаспийского региона / В. И. Филин, М. М. Оконов. – Элиста : Джангар, 2004. – 304 с.

6. Айдаров, И.П., Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель/ И.П. Айдаров, А.И. Голованов, Ю.Н. Никольский. - Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. - М.: Агропромиздат, 1990. - 60 с.

7. Айдаров, И. П. Пути решения региональных водохозяйственных проблемы (на примере бассейна Аральского моря) / И. П. Айдаров // Мелиорация и водное хозяйство. – 2010. – № 5. – С. 43-49

8. Илькуев, В.И. Водопроводы Калмыкии: проблемы экономики, организации и управления/ В.И. Илькуев. - Элиста: АПП Джангар, 2001. - 216 с.

9. Алекин, О.А Основы гидрохимии / О.А. Алекин, Л.Б. Бражникова. - Л.: Агропромиздат, 1953.-197 с.

10. Угланов, И.Н. Ирригационное качество воды рек и озер Западной Сибири / И.Н. Угланов // Природные ископаемые и охрана ресурсов Сибири. - Новосибирск: Наука, 1980. - С. 30-37.

11. Сангаджиева, Л.Х. Ирригационное качество вод оросительных систем Калмыкии/ Л.Х. Сангаджиева, В.У. Манджиев // Вестник Саратовского ГАУ. –2005.–№4.–С. 18-21.

12. Захарова, О.А. Микробиологическая оценка грунтовых вод в зоне влияния свинокомплекса и прогнозирование их самоочищения/ О.А. Захарова, О.В. Евдокимова, Н.П. Бакаева // Вестник РГАУ, 2023 – То 15. - №3. – С. 26-37.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДНОГО ОБЪЕКТА

М.А. Ширяева^{1,2}, М.В. Пушкарева¹, В.В. Турбинский¹

¹ФБУН ФНЦГ имени Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, г. Мытищи, РФ

²ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ

Аннотация: Проведен мониторинг загрязнения воды в реке Ока по химическим и микробиологическим показателям. Для проведения анализа и поиска метода машинного обучения был использован язык Python и следующие библиотеки: Pandas, Scikit-learn, Matplotlib и Seaborn. На основе прогностических расчётов по гидродинамическим законам, законам Навье-Стокса и Фика машина обучена графически представлять уровни загрязнения воды различными элементами и составлять прогнозный сценарий изменения концентрации загрязняющих веществ на период, равный 10 лет. Машина была обучена и добились результата точности 95,91%.

Ключевые слова: искусственный интеллект, прогноз качества воды, машинное обучение, анализ данных, программирование, Python.

Summary. The monitoring of water pollution in the Oka River by chemical and microbiological indicators was carried out. The Python language and Libraries Pandas, Scikit-learn, Matplotlib and Seaborn were used to analyze and search for a machine learning method. Based on predictive calculations using the hydrodynamic, the Navier-Stokes and Fick's laws, the machine was trained to graphically represent the levels of water pollution by various elements and to make a predictive scenario of changes in the concentration of pollutants for a period equal to 10 years. The machine was trained and achieved an accuracy result of 95.91%.

Key words: artificial neural network, water quality prediction, machine learning, data analysis, model, programming, Python.

Объект исследования: река Ока. Река Ока берет свое начало на Среднерусской возвышенности, а устье реки — расположено в Нижнем Новгороде. Длина Оки составляет около 1500 км, а площадь бассейна составляет 245 000 км². Ока имеет порядка 120 больших и малых притоков, самым крупным из них является Москва река, которая играет ключевую роль в экологическом состоянии водного объекта [1].

Предварительно для прогнозирования проводится мониторинг на водном объекте. Не маловажную роль в эффективности мониторинга занимает расположение контрольных точек для сбора данных [2]. На рисунке обозначена, предложенная авторами, примерная схема установки модульных метеостанций, где красные кружки – это приборы, зеленый сектор составляет как раз 400 км², а голубой – зона пересечения наблюдений 2-станций (рис.1). Схему расположения именно таким способом было принято решение рассмотреть с целью экономии средств, и минимальными потерями в эффективности. Выполнив математическое решение, можно точно определить необходимое число приборов для всей водосборной территории [3].

Расстояния между модульными станциями составят:

$$l_1 = 21,6\sqrt{2} = 30,5 \text{ км}; \quad \text{и} \quad l_2 = 21,6 \cdot 2 = 43,2 \text{ км}.$$

Теперь можно определить площадь пересечения наблюдений 2-х станций.

$$F = 2 \cdot \left(\frac{21,6^2 \cdot \pi}{4} - \frac{21,6^2}{2} \right) = \frac{21,6^2 \cdot \pi}{2} - \frac{2 \cdot 21,6^2}{2} = \frac{21,6^2(\pi - 2)}{2} \approx 266 \text{ км}^2.$$

По рисунку видно, что каждые 2 станции имеют одно общее пересечение, 3 станции имеют 2 общих пересечения и так далее. Исходя из этого, можно найти необходимое

количество метеостанций для всей водосборной территории. Для этого составлено уравнение [4]. За n возьмем число оборудований на 400 км^2 , значит количество пересечений между станциями площадью 266 км^2 будет $n-1$. Отсюда получается уравнение:

$$400n + 266(n - 1) = 245\,000 \text{ км}^2,$$

$$n \approx 368 \text{ единиц.}$$

Значит, для покрытия всей территории бассейна реки Оки и ведения эффективного мониторинга за климатическими, гидрохимическими и микробиологическими характеристиками потребуется 368 единиц модульных станций.

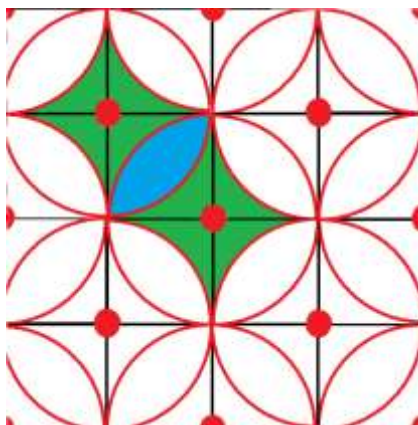


Рисунок 1 – Схема расположения модульных метеостанций

Для машинного обучения прогноза химического и микробиологического анализа воды был выбран участок у города Рязань.

Проведено сравнение качества воды реки Оки как источника поверхностного водоснабжения по средним значениям 52 контрольных показателей (органолептических, микробиологических, химических) и проценту проб, не соответствующих гигиеническим нормам, на трех водозаборах города Рязани в период с 2012 по 2019 год. Средняя концентрация аммиака в воде Соколовского водозабора составила $0,48 \text{ мг/л}$ и была значительно ниже, чем на Окском и Борковском водозаборах, соответственно в 1,6 и 2,1 раза ($p < 0,05$). В каждой пятой пробе из Борковского водозабора были обнаружены превышения ПДК по аммиаку, тогда как на Окском водозаборе этот показатель был в 2,8 раза меньше и составил 7,5%. На Соколовском водозаборе не было обнаружено превышений ПДК по ионам аммония. Статистически значимых различий в средних значениях ХПК и БПК₅ не было выявлено, а процент проб с недопустимыми значениями этих показателей составлял от 22,7% до 32,5% и от 61,8% до 75,0%. Среднее содержание ОКБ на Окском и Борковском водозаборах составило соответственно $813,3 \text{ КОЕ/100 мл}$ и $818,9 \text{ КОЕ/100 мл}$ и было выше на 1,5 раза, чем на Соколовском водозаборе ($p < 0,05$) (рис. 2).

Машинное обучение

Для машинного обучения необходимо:

- Данные – результаты испытаний по метеорологическим, химическим и микробиологическим показателям (в качестве примера взяты показатели БПК₅, ХПК, аммиак, КОЕ);
- Признаки – результаты прошлых исследований;
- Алгоритм – подбор и применение методов машинного обучения, от которого зависит точность и скорость работы.
- Разработанная модель будет помогать в первую очередь прогнозировать состояние поверхностных вод как поверхностного источника водоснабжения по гигиеническим и экологическим показателям, а также рекомендовать предприятиям и иным источникам загрязнения меры по снижению попадания веществ в водный объект [5,6].

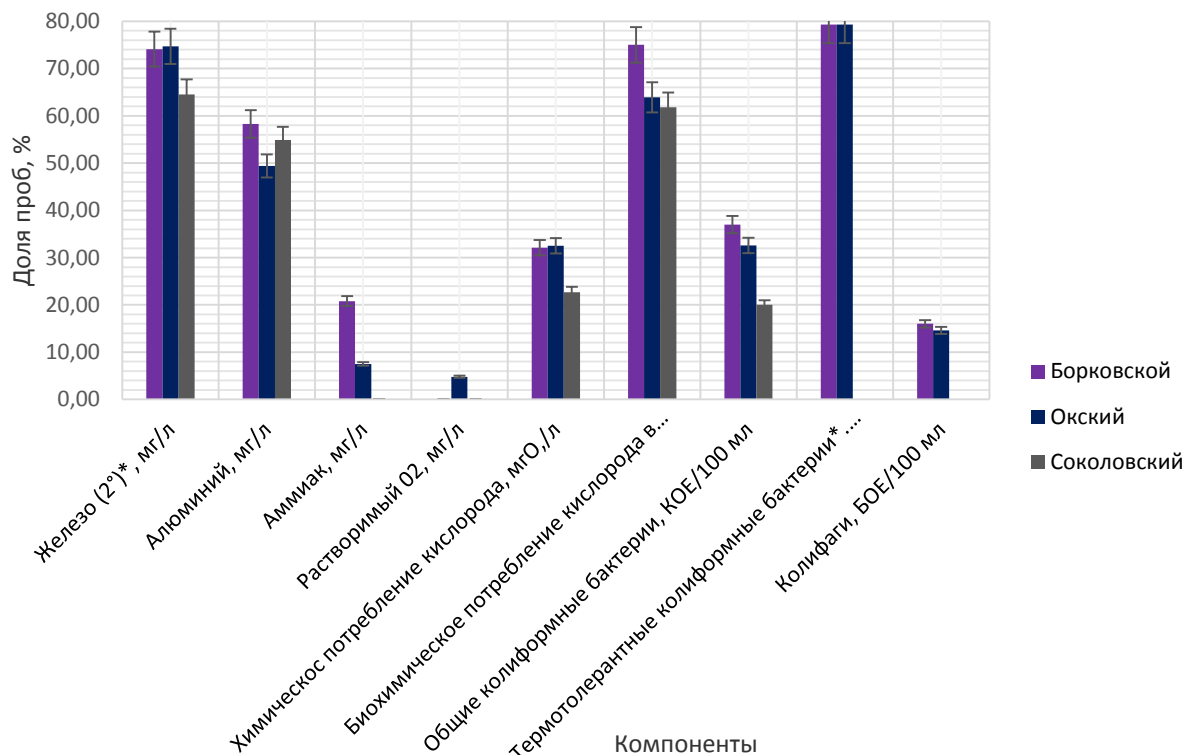


Рисунок 2 – Доля проб, не соответствующих гигиеническим нормативам, %

Полученная нейросеть обучена для прогноза движения, тепломассопередачи и распространения поллютантов текучей среды с целью моделирования с помощью уравнений Навье-Стокса, которые заложены в коде Python [7]. При помощи библиотек Pandas, Matplotlib и Seaborn был подготовлен оптимальный dataset для обучения машины. Программой были построены диаграммы рассеяния для скорости потока, коэффициента продольной дисперсии, максимальной концентрации, времени пика, начала и окончания загрязнения (рис. 3). Согласно рисунку, диаграмма рассеяния показывает, что все экспериментальные значения превышены со средней процентной ошибкой, равной 8%. Первый эксперимент показал, что модель правильно выводит наблюдаемые значения, но значительно завышает прогноз (рис. 3а).

На рисунке 3б прогнозируемые коэффициенты продольной дисперсии нанесены на график в сравнении с наблюдаемыми. Модель дает хорошую оценку коэффициента продольной дисперсии. Коэффициент продольной дисперсии зависит от ширины и глубины реки и сильно зависит от её геометрии. Различие между прогнозируемыми и наблюдаемыми коэффициентами продольной дисперсии связано с тем, что модель не учитывает геометрию реки.

На рисунке 3с показано сравнение прогнозируемых максимальных концентраций с экспериментальными данными, а на рисунке d представлено сравнение прогнозируемых и экспериментальных значений времени максимальной концентрации. Диаграмма разброса на рисунке с показывает правильное предсказание всех максимальных концентраций моделью с нулевой средней процентной ошибкой. Диаграмма разброса на рисунке d показывает хорошее соответствие между прогнозируемым моделью временем максимальной концентрации и экспериментальными данными. Основная задача модели загрязнения заключается в правильном определении степени загрязнения (максимальной концентрации и времени её достижения) на заданном расстоянии; представленная модель удовлетворяет этому требованию.

На рисунке 3e,f представлено сравнение прогнозируемых и экспериментальных значений времени начала и конца загрязнения соответственно. Диаграммы рассеяния показывают, что модель немного занижает время начала загрязнения и значительно занижает время окончания загрязнения.

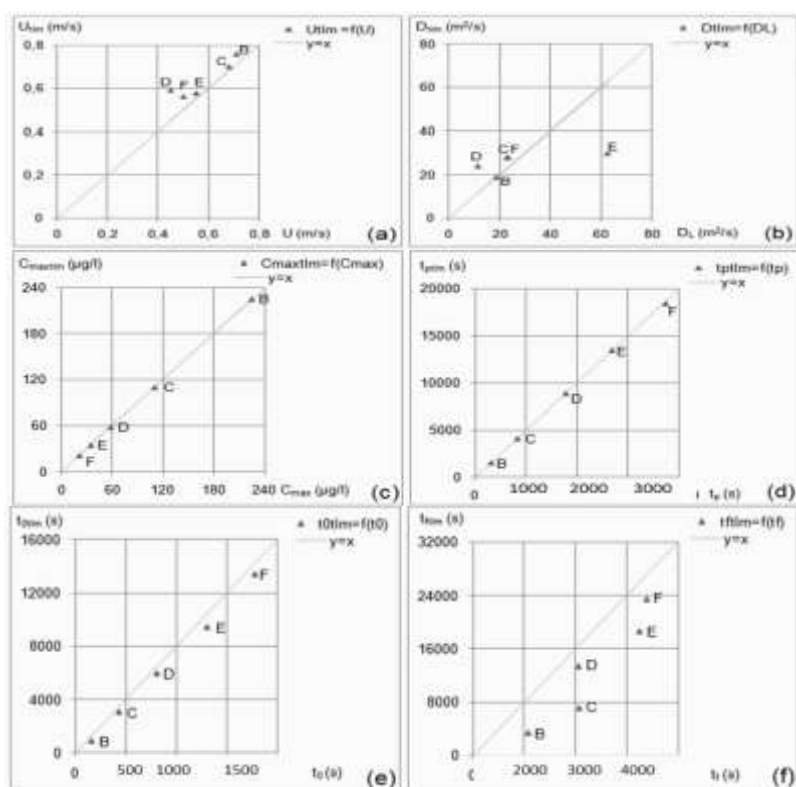


Рисунок 3 – Диаграммы рассеяния для (а): скорость потока; (b): коэффициент продольной дисперсии; (с): максимальная концентрация; (d): время пика; (е): время начала загрязнения; и (f): время окончания загрязнения

При помощи пакета Scikit-Learn машина была обучена и добились результата точности 95,91%. Программа выдает результат в графическом представлении и выдает вероятность того или иного события на основе прогнозного расчета по уравнениям Навье-Стокса.

Литература

1. Буданова, К. Т. Теория и методология географических наук : Учеб. пособие для студентов ун-тов Специальность - география / К. Т. Буданова ; М-во образования Рос. Федерации. Орл. гос. ун-т. - Орел, 2003. – 90 с.
2. Раткович, Л. Д. Вопросы рационального использования водных ресурсов и проектного обоснования водохозяйственных систем / Л. Д. Раткович, В. Н. Маркин, И. В. Глазунова. – Москва : Московский государственный университет природообустройства, 2013. – 256 с
3. Карпенко, Н. П. Вопросы управления геоэкологическими рисками при оценке качества подземных вод на урбанизированных территориях / Н. П. Карпенко, И. М. Ломакин, В. С. Дроздов // Природообустройство. – 2019. – № 5. – С. 106-111. – DOI 10.34677/1997-6011/2019-5-106-111.
4. Евграфов, А.В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебно-методическое пособие / А. В. Евграфов ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Российский гос. аграрный ун-т - МСХА им. К. А. Тимирязева, Фак. техносферной безопасности, экологии и природопользования, Каф. общей и инженерной экологии. -

Москва : Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. - 83 с.

5. Сравнительная характеристика показателей качества воды реки Оки в местах водозаборов хозяйственно-питьевой системы водоснабжения города Рязани / А. А. Литвинова, А. А. Дементьев, А. А. Ляпкало, Е. П. Коршунова // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2022. – Т. 30, № 4. – С. 481-488.

6. Жолдакова, З. И. О корректировке требований к зонам санитарной охраны источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения / З. И. Жолдакова, О. О. Синицына, В. В. Турбинский // Гигиена и санитария. – 2021. – Т. 100, № 11. – С. 1192-1197.

7. Карпенко, Н. П. Трёхмерное моделирование как система отображения суммарного химического загрязнения почв / Н. П. Карпенко, М. А. Ширяева // Природообустройство. – 2021. – № 1. – С. 6-13.

8. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 252-253.

9. Авторегуляторы уровня грунтовых вод на гидромелиоративных системах/ А.С. Штучкина, О.П. Гаврилина, В.А. Биленко, М.И. Голубенко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2013. - № 4 (20).- С. 83-87

**СЕКЦИЯ
«КОМПЛЕКСНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ»**

УДК 631.6

**ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ СПОСОБОВ И КОМПОЗИТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-РЕМОНТНЫХ РАБОТ
НА ОБЛИЦОВАННЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ**

Ф.К. Абдразаков¹, Э.Э. Сафин¹

¹ *Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, г. Саратов, РФ*

Аннотация. В данной работе рассматривается применение инновационных способов и материалов для устранения дефектов облицовки оросительных каналов. Приводятся примеры материалов, применяемых для данных работ.

Ключевые слова: мелиорация, дефекты, композитные материалы, оросительный канал, противofильтрационное покрытие, бетонная облицовка.

Summary. This paper discusses the use of innovative methods and materials to eliminate defects in the lining of irrigation channels. Examples of materials used for these works are given.

Key words: reclamation, defects, composite materials, irrigation canal, anti-filtration coating, concrete cladding.

Введение. В настоящее время водопроводные сооружения федеральной собственности простираются на более чем 23 тыс. км, из которых около 20% имеют срок службы от 40 до 70 лет [1].

Одним из важных аспектов эксплуатации является снижение потерь воды на фильтрацию, которые могут достигать 20–30% от общего объема водозабора. Низкий технический уровень и разрушение бетонных покрытий из-за долгого срока службы и отсутствия регулярного технического обслуживания и ремонта являются основными причинами значительных потерь на фильтрацию [2].

В условиях ограниченного финансирования и санкций важно поддерживать и развивать отечественные разработки в области композитных материалов, поскольку их применение способствует сокращению затрат и времени на проведение работ, а также повышению технологичности процессов.

Цель данного исследования заключается в анализе и выборе наиболее перспективных материалов для повышения эффективности эксплуатации и ремонта облицованных оросительных каналов.

Результаты исследования показывают, что композитные материалы, такие как геотекстиль дорнит, геоспан ТН и современные геомембраны из ПВД и ПНД, являются эффективными и экономичными материалами для устранения дефектов облицовки оросительных каналов. Эти материалы обладают высокой прочностью, химической стойкостью, антикоррозионными свойствами и могут использоваться в различных климатических условиях. Их применение также способствует увеличению долговечности сооружений и снижению потерь на фильтрацию.

Наиболее распространенными геосинтетиками являются геотекстили из дольнита. Это нетканый материал, изготовленный из полимерных или полиэфирных волокон иглопробивным способом. Дольнит является незаменимым материалом для многих отраслей экономики. Материал обладает такими ценными качествами, как механическая прочность, устойчивость ко всем видам деформации, отличная фильтруемость и химическая стойкость.

Он может эффективно использоваться во всех климатических регионах. Он не гниет и не подвержен воздействию плесени, насекомых, грызунов и прорастанию корней растений. Также важно, чтобы геотекстиль был устойчив к повреждениям во время укладки. Будучи экологически безопасным материалом, он может безопасно использоваться в различных областях[4].

Тканый геотекстиль Геоспан ТН производится на ткацких станках из прочной полипропиленовой пряжи, основой которой является сырье высокого первичного качества. Благодаря разработанной технологии производства, сырье обладает высокой прочностью, низким удлинением и отличными фильтрационными свойствами, что позволяет использовать этот материал во многих регионах[10].

Современные геомембраны из ПЭВД и ПЭНД обладают необходимой прочностью, морозостойкостью, высокой устойчивостью к проколам, химической стойкостью, гибкостью и долговечностью. Стандартные рулоны геомембраны имеют ширину 6-7 м, что позволяет минимизировать количество сварочных швов. Процесс сварки практически полностью автоматизирован, что обеспечивает экономичность монтажа и повышает технологичность конструкции. Использование геомембран толщиной 1-3 мм для устройства непроницаемых устройств в гидротехническом строительстве показывает их высокую эффективность, превышающую более чем на два порядка традиционные конструкции из полиэтиленовой пленки (ПЭ) толщиной 0,2 мм[8].

В качестве полимерного базового слоя следует использовать трехслойную геомембранную пленку HDPE (полиэтилен высокой плотности) или аналогичную. Геомембранные пленки характеризуются высокой антикоррозионной защитой и водонепроницаемостью, устойчивостью к растрескиванию, инертностью к кислотам и щелочам, высокими механическими свойствами и устойчивостью к перепадам температур[7].

При облицовке против фильтрационных элементов геомембран защитные геотекстильные пленки должны быть предварительно расстелены и уложены непосредственно на подготовленное основание с шагом 10 мм и более, чтобы избежать перфорации или вмятин в геомембране. Чтобы защитить геомембрану от повреждений во время укладки бетона, поверх нее укладывается защитная прокладка из геотекстиля плотностью 400-1000 г/м. Такие облицовочные конструкции гарантируют высокую герметичность и длительный срок службы-до 75 лет. Кроме того, шероховатость поверхности облицовки сведена к минимуму, что увеличивает пропускную способность русла канала[8].

Перспективность использования этих материалов обусловлена их лучшими характеристиками по сравнению с традиционными материалами, как в техническом, технологическом, так и в экономическом аспектах.

Положительными сторонами композитных материалов являются высокая непроницаемость, малый вес, высокая прочность, возможность механизации работ и экономичность[12].

Однако существуют и отрицательные моменты, такие как дефекты композиционных материалов, трудоемкость изготовления композитов и проблемы их утилизации[12].

Оросительные системы Саратовской области являются крайне изношенными, каналы, которыми они представлены, имеют износ, превышающий половину первоначальной стоимости объектов. Эти причины обуславливают высокий отрицательный экономический эффект, большие потери, рост затрат на возвращение объектов в состояние, соответствующее нормативным требованиям [11]. Поэтому важнейшей задачей является поиск и внедрение инновационных композитных материалов, которые позволят улучшить качество проводимых работ, а также снизить экономические затраты и время для проводимых работ.

В перспективе для ремонта облицовок оросительных каналов могут быть использованы разнообразные композитные материалы, включая:

1. Стекловолокно-смола композиты: Эти материалы состоят из стекловолокон, пропитанных смолой, и обладают высокой прочностью, устойчивостью к коррозии и химическим веществам. Они легки и легко приспособляются для ремонта облицовок оросительных каналов [9].

2. Волокнистые полимерные композиты: Эти материалы состоят из полимерных матриц с укрепляющими волокнами (углеродными, стекловолоконными или арамидными) и обладают высокой прочностью и жесткостью, что делает их привлекательными для использования в ремонте облицовок оросительных каналов [3].

3. Композиты на основе углеродных нанотрубок: Углеродные нанотрубки имеют выдающиеся механические свойства и высокую теплопроводность. Их применение в композитах может улучшить прочность и функциональность облицовок оросительных каналов [5].

4. Композитные материалы с использованием биоразлагаемых полимеров: Биоразлагаемые полимеры, такие как полимолочная кислота (PLA) или полигональный лактат (PLGA), могут быть использованы в композитах для ремонта облицовок оросительных каналов. Они обладают хорошей прочностью и способны разлагаться в природе после использования, снижая негативное воздействие на окружающую среду [6].

Заключение. Приведены лишь несколько примеров композитных материалов, которые могут быть использованы в будущем для ремонта облицовок оросительных каналов. Развитие новых материалов и технологий постоянно расширяет возможности применения композитов для ремонта и реконструкции облицованных оросительных каналов, делая их ключевым элементом будущего.

Литература

1. Абдразаков, Ф. К. Разработка адаптивных технологий эксплуатации оросительных каналов, покрытых бетонным полотном / Ф. К. Абдразаков, А. А. Рукавишников, Э. Э. Сафин // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 11. – С. 4-8. – DOI 10.28983/asj.y2022i11pp4-8

2. Баев, О. А. Инновационные способы ремонта бетонных водопроводящих сооружений композиционными материалами / О. А. Баев, Ю. М. Косиченко // Экология и водное хозяйство. – 2021. – Т. 3, № 1. – С. 55-65. – DOI 10.31774/2658-7890-2021-3-1-55-65.

3. Жабин, А.Н. Волокнистые композиционные материалы с металлической матрицей (обзор)[Электронный ресурс]/ А.Н. Жабин, Д.В. Сидоров, А.Н. Няфкина // Труды ВИАМ. – 2021. –№6 (100).

4. Колганов, А. В. Противофильтрационные облицовки каналов с использованием геосинтетических материалов / А. В. Колганов, Ю. М. Косиченко, Е. О. Складенко // Мелиорация и гидротехника. – 2022. – Т. 12. – № 3. – С. 210-226.

5. Патент №2495887 Российская Федерация, С08К 3/04, В82В 3/00, В82У 30/00 Способ получения композита полимер/углеродные нанотрубки : № 2012107004/05: заявл. 27.02.2012: опубл. 20.10.2013, Бюл. № 29. / М. В. Якемсева, Н. В. Усольцева, А.О. Гаврилова, В.Б. Кузнецов : заявитель Федеральное государственное унитарное предприятие «Ивановский научно-исследовательский институт плёночных материалов и искусственной кожи технического назначения» Федеральной службы безопасности Российской Федерации (ФГУП "ИвНИИПИК" ФСБ России)

6. Патент № 2674212 Российская Федерация, МПК С08L 23/10 Способ биоразлагаемая полимерная композиция : № 2018112403 : заявл. 2018.04.05: опубл. 2018.12.05, Бюл. № 24. / О. А. Здор, Т. В. Чадова : заявители и патентообладатели: Здор О. А., Чадова Т. В.

7. Пряничникова, В. В. Рекультивация нефтешламовых амбаров с использованием геомембранной пленки и нефтезагрязненных почв / В. В. Пряничникова, И. Х. Бикбулатов, Е. И. Бахонина // Башкирский химический журнал. – 2013. – Т. 20, № 1. – С. 22-27.

8. Чернов, М. А. Конструкции защитных облицовок каналов и водоемов с применением геосинтетических материалов / М.А. Чернов // Мелиорация и гидротехника (сетевое издание). – 2011. – №3 (03). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/konstruktsii-zaschitnyh-oblitsovok-kanalov-i-vodoemov-s-primeneniem-geosinteticheskikh-materialov>
9. Анализ рынка стеклонитей в России. – Москва, 2023.- Режим доступа: https://drgroup.ru/components/com_jshopping/files/demo_products/Otchet_DEMO_Analiz_rynka_steklonitey_v_Rossii.pdf (дата обращения 10.11.2023)
10. Геоспан ТН: Тканый геотекстиль из прочных полимерных нитей (описание на сайте производителя). – Москва, 2023. – Режим доступа: <https://geospan.gexa.ru/materialy/geospan-tn/?yclid=3852855183104802815>
11. Информационный портал ФГБНУ ВНИИ «Радуга». – Москва, 2023. – Режим доступа: <https://inform-raduga.ru/gts>
12. Riveiro, A., et al. "Composite Materials in the Design of Irrigation Structures: Advantages and Limitations." *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 144.4 (2018): 04018003. ([https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0001331](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001331))
13. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 252-253.
14. Опыт компьютерного моделирования процессов при проведении осушительной мелиорации / О.А. Захарова, Ф.А. Мусаев, С.В. Григорьева, Н.А. Горяинов // *Azərbaycan elm və təhsil nazirliyi torpaqsünaşlıq və aqrokimya institutu. beynəlxalq elmi-praktik konfrans «torpaqsünaşlıq elminin dünəni, bu günü və sabahı»- 5-6 dekabr 2022 ci il.* – С.66-69.
15. Автоматизация водораспределения в оросительных системах / С.О. Клёпова, Г.С. Власов, С.Н. Бoryчев, О.П. Гаврилина // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Рязань, 27 октября 2022 года - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 116-122.
16. Морозова, Л. А. Автоматизация как основа эффективного управления в АПК / Л. А. Морозова // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 340-346.

УДК 631.6

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-РЕМОНТНЫХ РАБОТ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ

Ф.К. Абдразаков¹, В.А. Кузнецов¹

¹ *Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, РФ*

Аннотация. В данной статье мы рассмотрим повышение эффективности работы оросительных каналов за счет совершенствования технологий и технических средств для эксплуатации, ремонта и восстановления оросительных каналов.

Ключевые слова: оросительный канал, оросительная система, механизированный способ очистки, растительность.

Summary. In this article we will consider improving the efficiency of irrigation channels by improving technologies and technical means for the operation, repair and restoration of irrigation channels.

Keywords: irrigation canal, irrigation system, mechanized cleaning method, vegetation.

Введение. Саратовская область располагается в засушливой зоне, вследствие чего возникает большой риск для земледелия, поэтому, чтобы получать стабильные урожаи сельскохозяйственных культур, необходимо развитие высокоэффективных оросительных систем. Проанализируем процент орошаемых площадей за последние годы для получения полного представления о существующих перспективах и недостатках. Попробуем разобраться в текущих методах и технических средствах для проведения эксплуатационно-ремонтных работ.

Анализ. По данным опубликованным на информационном портале ФГБНУ ВНИИ «РАДУГА» о мелиоративном состоянии орошаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния оросительных систем, на 2022 год общая площадь орошаемых сельхозугодий составляла 257,3 тыс. га. Из них 137,3 тыс. га не было подвергнуто орошению по причине неисправности оросительной сети. В совокупности данные значения говорят о необходимости капитального ремонта оросительных систем, некоторые из которых уже ведутся, но главное – правильной эксплуатации оставшихся систем и своевременного проведения эксплуатационно-ремонтных работ [1].

Одной из главных проблем, по которой снижается пропускная способность воды в оросительных каналах, из-за чего плановый объем воды не попадет на орошаемые площади, является древесно-кустарниковая или сорная растительность, расположившаяся вдоль берм и откосов оросительных каналов. Если своевременно не заниматься ее очисткой, это может привести к значительному износу каналов, поэтому данная проблема требует особого внимания [2,3].

Нам был предоставлен план эксплуатационно-ремонтных работ на 2023 год по Энгельсскому филиалу ФГБУ «Управление «Саратовмелиоводхоз», данные указаны в табл. 1. Данный план показывает виды работ, которые требуются и проводятся в данное время на оросительных каналах.

В первую очередь данный план требует рациональной технологии эксплуатационных работ, исходя из условий региона и экономических факторов, он должен определяться комплексом технических условий и показателей, техническими и технологическими критериями оценки. Также, технологическая схема удаления древесно-кустарниковой растительности должна подбираться, учитывая износ канала и степень зарастания.

Таблица 1 – План эксплуатационно-ремонтных работ на 2023 год. Энгельсский филиал ФГБУ «Управление «Саратовмелиоводхоз».

Наименование работ	Всего на 2023 год	Объем работ по кварталам			
		I	II	III	IV
Земляные работы, тыс м ³	64	2	25	25	12
в том числе очистка, тыс м ³	15		7	7	1
Ремонт ГТС, шт.	28	5	10	10	3
Ремонт электрофицированных насосных станций, шт.	40	8	13	10	9
Ремонт трубопроводов, км	20	5,3	4,8	4,4	5,5
Окашивание, га	116,810		47,335	66,755	3,720
Вырубка древесно-кустарниковой растительности, га	15,7		5,4	9,3	3,720



Рисунок 1– Комплексная ресурсосберегающая технология эксплуатационных работ на оросительных каналах

Одной из распространенных технологий предложенной учеными Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии им. Н. И. Вавилова является комплексная технология эксплуатационных работ на оросительных каналах. Данную технологию (рисунок 1) мы можем взять за основу и улучшить. В частности, необходимо усовершенствовать технические механизированные средства. Согласно их исследованиям, общая структурная схема технологического процесса может быть представлена в следующем виде [4,5]:

$$T = \left(\sum_{i=1}^n O_i C_{R(O_i)} \right) C_{RT}, \quad i = 1, 2, 3 \dots n, \quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^n O_i$ - совокупность всех операций технологического процесса;

$C_{R(O_i)}$ - пооперационный контроль качества;

C_{RT} - контроль качества всего технологического процесса.

Применительно к данной комплексной ресурсосберегающей технологии эксплуатационных работ на оросительных каналах, структурная схема имеет вид:

$$T_{\text{к.о.}} = (O_I C_{\text{ROI}} + O_{II} C_{\text{ROI}}) C_{\text{РТ}}, \quad (2)$$

где O_I – комплекс технологических операций по подготовке поверхности берм и откосов канала;

O_{II} – комплекс технологических операций по очистке канала от древесно-кустарниковой растительности; $C_{\text{ROI}}, C_{\text{ROI}}$ – это контроль за качеством всего комплекса операций технологии по удалению с поверхности берм и откосов канала древесно-кустарниковой растительности.

Вывод. Несмотря на то, что все существующие технологии отличаются высокой эффективностью, проведенный нами анализ технологии эксплуатационно-ремонтных работ на каналах систем орошения говорит о том, что некоторые аспекты технологии, а также механизированные средства и техника участвующие в ней требуют совершенствования и более рациональном использовании для улучшения результатов.

Например, для совершенствования технологии необходимо более детальный разбор технологических операций по удалению, а также утилизации древесно-кустарниковой растительности, требуется учесть временные факторы использования механизированных машин и оборудования. Необходимо добавить применяемым машинам сменное оборудование для более успешного выполнения всех технологических операций.

Заключение. В настоящее время требуется более рационально подходить к разработке новой технологии по удалению древесно-кустарниковой растительности. Кроме того, необходимо провести более детальный анализ технических средств по удалению, переработке растительности на оросительных каналах для создания более эффективных механизированных машин, решающих нашу проблему и разработки свода правил по их использованию в ходе эксплуатации. Существующая технология обладает своей эффективностью, однако с учетом неблагоприятных почвенно-климатических условий и нынешних требований производства сейчас нам необходимо их обосновать и в дальнейшем усовершенствовать технологию и участвующие в ней технические средства по удалению древесно-кустарниковой растительности.

Литература

1. Показатели по оценке и учету мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния оросительных систем [2022] [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://inform-raduga.ru/fgbu/109?report=orvalues&cur=145082> / (Дата обращения 19.11.2023).
2. Исследования работы машин для очистки мелиоративных каналов и водоёмов противопожарного назначения от древесно-кустарниковой растительности / Ф. К. Абдразаков, Д. А. Соловьев, Д. Г. Горюнов, С. А. Анисимов // Строительные и дорожные машины. – 2014. – № 7. – С. 14-20.
3. Полевые исследования машин для очистки мелиоративных каналов и водоемов противопожарного назначения от древесно-кустарниковой растительности / Ф. К. Абдразаков, Д. А. Соловьев, Д. Г. Горюнов, С. А. Анисимов // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 12. – С. 51-55.
4. Абдразаков, Ф. К. Высокоэффективные технологии и машины для ремонта каналов оросительных систем Саратовской области / Ф. К. Абдразаков, В. С. Егоров // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2004. – № 2. – С. 24-27.
5. Абдразаков, Ф. К. Современное состояние мелиоративных систем Саратовской области требует внедрения новых высокоэффективных технологий и машин для ремонта каналов / Ф. К. Абдразаков, В. С. Егоров // Организационно-экономические взаимоотношения в региональных комплексах и подкомплексах : Сборник материалов

Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 12–13 мая 2004 года / Под общей редакцией В.Д. Коротнева. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2004. – С. 8-14.

6. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 252-253.

7. Автоматизация водораспределения в оросительных системах / С.О. Клёпова, Г.С. Власов, С.Н. Борячев, О.П. Гаврилина // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Рязань, 27 октября 2022 года - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 116-122.

8. Морозова, Л. А. Автоматизация как основа эффективного управления в АПК / Л. А. Морозова // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 340-346.

УДК 631.6

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В МЕЛИОРАЦИИ

Н.К. Вахонин¹

¹*Международный университет «МИТСО», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Внедрение цифровизации экономики в различных предметных областях, включая мелиорацию земель, должно основываться на разработке автоматизированных систем поддержки принятия решений на основе системного анализа, включая формулирование целей системы, разработку модели ее функционирования и соответствующую информационную поддержку. В этом случае сама модель должна быть целенаправленной.

Ключевые слова: системный анализ, цифровая экономика, система поддержки принятия решений, моделирование, рекультивация.

Summary. The implementation of digitalization of the economy in various subject areas, including land reclamation, should be based on the development of automated decision support systems based on system analysis, including the formulation of the goals of the system, the development of a model of its functioning and appropriate information support. In this case, the model itself must be goal-oriented.

Key words: System analysis, digital economy, decision support system, modeling, reclamation.

Разработка систем поддержки принятия решений в передовых странах мира является одним из важнейших направлений практического использования информационных технологий в различных предметных областях, в том числе связанных с водными ресурсами, для обеспечения ускорения социально- экономического развития общества [1].

На развитие этого направления в Беларуси ориентирована Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси на 2021 – 2025 годы» [2], ставящая задачу цифровизации различных отраслей реального сектора экономики: сельского хозяйства, промышленности, транспорта и др.

В мелиоративной отрасли Беларуси решение данной задачи является особо актуальным. Это связано с тем, что осушенные сельскохозяйственные угодья занимают более трети из 8,4 миллиона гектар всех земель сельскохозяйственного назначения Беларуси. Поддержание на них мелиоративных систем в работоспособном состоянии, обеспечивающем регулирование водного режима, требуемого для выращиваемых культур, является важнейшим условием устойчивого обеспечения продовольственной безопасности страны.

В действующей в настоящее время в РБ Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021-2025 годы, подпрограммой «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения» [3] предусматривается выделение 1,18 млрд рублей, распределяемых на мелиоративные мероприятия соответствующие всем этапам жизненного цикла мелиоративных систем. При этом новое строительство планируется в минимальных объемах - на площади 2,8 тысячи гектар, реконструкция - на площади 137,9 тысяч гектар (при требующихся, по результатам инвентаризации, 340 тысяч гектар). Эксплуатация, включая уход, ремонт мелиоративной сети, управление водным режимом, контроль мелиоративного состояния - на площади 2,6 миллиона гектар. 76,4 тысячи гектар планируется вывести из сельскохозяйственного использования.

Ограниченность ресурсов и необходимость осуществления высоко затратных мелиоративных мероприятий на обширных площадях делает актуальной проблему принятия оптимальных решений, направленных на эффективное использование ограниченных средств.

До распада Союза, в условиях неограниченных потребностей в сельскохозяйственной продукции, достаточности ресурсов, дешевых энергоносителях, основной целью мелиорации было расширение площадей сельхозугодий и получение на мелиорированных землях максимальных урожаев. Соответственно, непосредственно для мелиоративных систем эквивалентной целью было обеспечение формирования оптимального для сельскохозяйственных культур водного режима, достигавшееся техническим совершенствованием систем (максимизация быстродействия посредством конструктивных решений, принятия расчетных параметров систем и алгоритмов управления с запасом, как по условиям осушения, так и увлажнения), с обеспечением нормативного финансирования по всем этапам жизненного цикла мелиоративных систем.

Очевидно, что технически и экономически эффективные системы не одно и то же. Например, чем глубже принимается осушительная сеть (т.е. чем меньший принятый в расчет % обеспеченности расхода критического периода), тем меньше становится вероятность появления затоплений и подтоплений. Однако с каждым последующим % обеспечения надежности экспоненциально растут затраты и совершенно незначительно возрастают доходы в связи с уменьшением потерь урожая в редкие по избыточной водности годы. Более того, чем с большим запасом запроектирована работа сети на осушение, тем более вероятны перебои по условиям увлажнения (и наоборот), в связи с невозможностью детерминированного задания стохастически изменяющихся входных гидротермических воздействий.

Поэтому после достижения некоторой глубины (экономически оптимальной), дальнейшее углубление ведет к увеличению осушительного действия, т.е. технического совершенствования, но экономическая эффективность при этом прогрессирующе ухудшается.

Первоначальная мелиорация осуществлялась на критерии хозяйственного уровня общности, при достаточности ресурсов, с осуществлением планирования и проектирования, в условиях докомпьютерной математики, используя методики, основанные на предельно упрощенных эмпирических зависимостях и нормативно-экспертных оценках с большими коэффициентами запаса выбираемых параметров, с соответствующими высокими удельными затратами на мелиорацию не возможными в настоящее время.

Современные рыночные условия, требующие окупаемости инвестиций, безальтернативно требуют перехода от валовых показателей (урожаи, площади, километры, штуки) к экономическим.

Практика мелиорации и сельскохозяйственного использования мелиорированных земель, являющихся одними из наиболее высоко затратных видов хозяйственной деятельности, делает актуальной проблему принятия оптимальных (“smart”- т.е. “умных”, в переводе с английского) решений на всех этапах жизненного цикла систем(ЖЦ): от момента установления потребности улучшения водного режим земель для выращивания сельхоз растений, до момента прекращения их сельскохозяйственного использования (после чего при необходимости может быть осуществлен этап ликвидации мелиоративной системы).

В связи со слабой структурированностью проблемы принятия решений, связанной со сложностью мелиоративных систем, решение ее основывается на системной методологии.

Взаимосвязь этапов (ЖЦ) мелиоративной системы представлена на рис.

В соответствии со схемой (рис.) можно утверждать, что в мелиорации имеет место единая проблема принятия решений: выбора оптимальных стратегий и их параметров на всех этапах жизненного цикла систем, с учетом их взаимозависимости, при котором поставленные цели достигаются наилучшим образом.

Центральной проблемой постановки задачи оптимизации в мелиорации является формулирование системы целей, выбор варианта иерархического уровня которых и конкретного их состава должен согласовываться с уровнем общности рассматриваемой системы.

Для обеспечения выбора эффективных решений необходимо использование системы целей экономико-экологического уровня общности: max доходов от системы, min затрат, max охраны природы за весь период существования мелиоративной системы. В такой постановке оптимальным решением является вариант системы, который наилучшим образом удовлетворяет сформулированным целям с учетом всех этапов ее жизненного цикла: исследование проектирование (планирование)- строительство- эксплуатация- управление, уход, контроль состояния мелиоративной системы [4].

При этом необходимо учитывать, что чем более высокого иерархического уровня цели приняты, тем большего уровня крупности система должна анализироваться для прослеживания их достижения. Так как в этом случае оптимум ищется на более широком множестве альтернатив, то, при условии обеспечения надежности расчетов, повышается точность выбираемого оптимального варианта. Однако в результате увеличения при этом сложности модели системы, все более затруднительно обеспечение надежности расчетных зависимостей и сбора их информационного обеспечения.

В связи с этим, помимо основных затрат на создание системы (первоначальное строительство, реконструкция), должны учитываться затраты на всех остальных этапах жизненного цикла (ЖЦ) на эксплуатацию и управление системой), а также затрат на принятие решений, включая информационное обеспечение (моделирование, исследования, изыскания, контроль, мониторинг) при планировании и проектировании мероприятий на каждом из этапов. Доходы же имеют место только на этапе использования мелиорированных земель от получаемой урожайности и должны максимально окупать затраты всех остальных этапов ЖЦ.

Выбранному оптимальному варианту системы соответствует наибольшее превышение доходов от роста урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур над затратами на осуществление его выбора и реализацию.

Необходимость одновременного учета всех сформулированных целей требует осуществления оптимизации в рамках единой системы: - мелиорированный сельскохозяйственный объект (МСХО), включающий тесно взаимосвязанные процессами взаимодействия подсистемы мелиоративная сеть, мелиорируемая почва, выращиваемая сельскохозяйственная растительность, изменяемая окружающая среда [4].

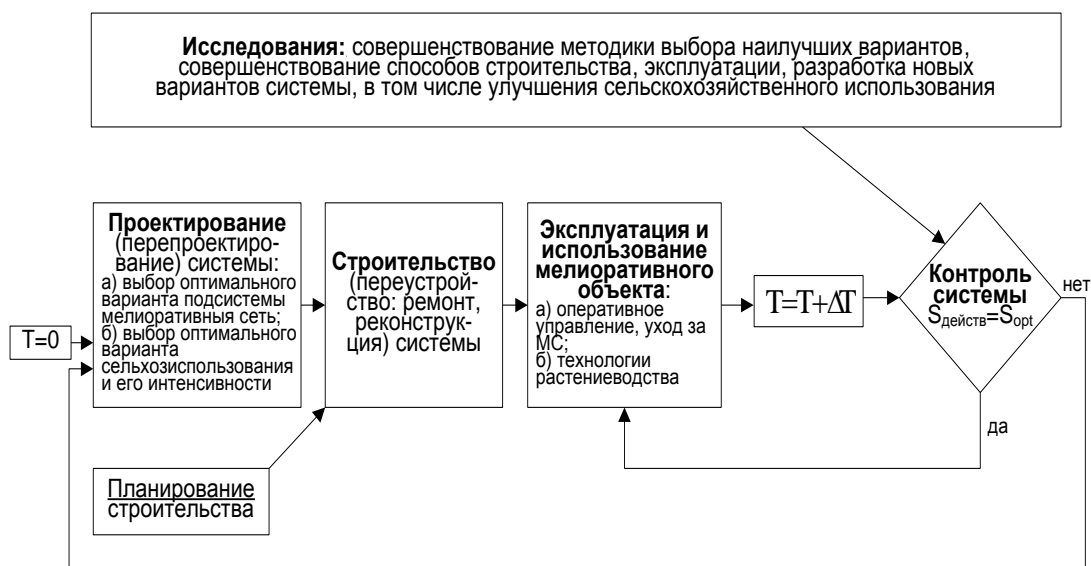


Рисунок - Взаимосвязь этапов жизненного цикла мелиорированного сельскохозяйственного объекта

В принципе возможны два кардинально различающихся методологических подхода к выбору оптимального варианта МСХО):

- эмпирическое сравнение различных альтернативных вариантов систем, создаваемых непосредственно в натуральных условиях, однако для больших пространственно-распределенных систем практически не осуществимое из-за невозможности выбора для них площадей с идентичными характеристиками территории и входных воздействий, а также необходимости больших затрат.

- на основе численного решения задачи многокритериальной оптимизации МСХО, в общем виде представляемой системой (1)

$$\text{extr} \vec{\Phi}(y, a, u, r) \tag{1}$$

$$y(t) = F(z(t_0), N, a, u, \xi_t, t)$$

$$f(y, z, a, u, r) \geq 0$$

где Φ - вектор критериев; f - вектор-функция искусственных ограничений; F - оператор функционирования системы, являющийся естественно-физическим ограничением системы; $y(t)$ - вектор-функция выходных воздействий системы; $z(t)$ - вектор-функция переменных состояния системы; ξ_t - вектор-функция входных воздействий за рассматриваемый промежуток времени функционирования системы ($t=0, T$); $a \in A$ - вариант системы - набор альтернатив ее управляемых характеристик (тип, структура, вектор регулируемых параметров (Π)); $u(t)$ - вектор-функция управлений системой; N - вектор нерегулируемых параметров системы; r - вектор ресурсов; $W \subset R^3$ - область трехмерного пространства, занимаемая системой, имеющей границу G , выделяющей МСХО от окружающей.

Наиболее важные последствия (затраты, доходы) имеет принятие обоснованных решений при выборе оптимального варианта системы, осуществляемого на этапе ЖЦ проектирование при первоначальном строительстве и на этапе ЖЦ реконструкция (Рис). В связи с этим наиболее строгие требования к виду и связанной с ним точности и надежности модели принятия (1) соответствуют этим этапам ЖЦ

Различие лишь в том, что при проектировании первоначального строительства, среди

рассматриваемых альтернативных вариантов исходным является вариант без мелиорации, а при перепроектировании - вариант действующей системы, с параметрами, сложившимися в результате ее износа в процессе функционирования. Помимо этого, в случае проводившегося в процессе эксплуатации контроля МСХО имеются данные для эмпирической оценки функционирования системы.

Реализация модели принятия решений (1) может осуществляться, как вручную (бумажные (ручные), до машинной технологии), так и на основе разработки и использования автоматизированных информационных систем (ИС), разрабатываемых на основе системой методологии. Альтернативные варианты модели (1) в порядке убывания строгости; с распределенными параметрами, камерная модель, модель «черный ящик».

Важность автоматизированных систем для проектирования МСХО определяется возможностью формирования более строгой модели (1) и ее численной реализации, благодаря качественно новому уровню производительности компьютерной техники. Очевидно, что сам выбор варианта разработки и использования автоматизированной системы является важнейшим решением, при котором необходимо учитывать затраты на ее создание, окупаемость которых должна обеспечиваться за счет возрастания урожайности в результате более точной модели принятия решений (1). При этом помимо затрат на создание ИС следует учитывать и затраты на их информационное обеспечение. Оценка эффективности создания автоматизированных систем для других этапов ЖЦ аналогична, но с меньшими требованиями к строгости (1), так как наиболее значимые альтернативы находятся при проектировании.

Необходимо отметить, что альтернативы выбора различных элементов взаимосвязаны. Так, уровень общности и конкретный вид целей и ограничений предопределяют уровень общности системы и процессы, подлежащие изучению для установления фазовых переменных, определяющих значение функций цели, а соответственно, состав ξt , N , a . При этом выбор уровня точности, и соответственно сложности, описывающей их взаимосвязь модели (1), лимитируется наличием математического описания процессов функционирования системы и алгоритмов решения, возможностями их численной реализации (памяти и быстродействия ЭВМ), а также затратами на получение ξt , N и на осуществление расчетов.

В связи с тем, что МСХО является эволюционирующей системой, то и управляемые N , и управляемые (входящие в альтернативы A) параметры Π , изменяются во времени. В связи с изменением надсистемы могут изменяться входные воздействия ξt , а также цели Φ , возможные ресурсы r и складывающиеся цены. Развитие науки расширяет множество альтернатив, возможность принятия более общих целей Φ , точность используемого оператора функционирования МСХО F , задания N (развитие интернета вещей). В результате этого оптимальный вариант системы со временем изменяется и требуется периодическая проверка его на оптимальность (Рис), для чего необходимо осуществление контроля МСХО.

Для рассчитанного при проектировании оптимального варианта МСХО известны соответствующие ему параметры, переменные состояния, и выходные воздействия. Осуществление на этапе контроля ЖЦ МСХО мониторинга состояния любого из этих показателей может использоваться для сравнительной оценки с текущим состоянием системы и принятия решения о необходимости трансформации мелиоративного сельскохозяйственного объекта (Рис).

Выводы и предложения. В общей постановке принятие решений в мелиорации заключается во взаимосвязанном выборе оптимального варианта изменяемых характеристик мелиоративных систем (тип, структура, параметры, управления) на всех этапах их жизненного цикла, на основе решения задачи многокритериальной оптимизации на цели экономико-экологического уровня общности с использованием модели (1) функционирования единой динамико-стохастической системы мелиоративный сельскохозяйственный объект (МСХО).

- Наряду с многовариантностью изменяемых характеристик мелиоративных систем,

альтернативной является и сама модель принятия решений (1), используемая для выбора их оптимальных значений. Точность расчетов при выборе оптимального варианта мелиорации определяется уровнем агрегирования переменных, используемых в модели описания процессов функционирования МСХО (оператор функционирования F), строгостью алгоритмов ее численной реализации, а также точностью задания ее информационного обеспечения. Таким образом, альтернативными являются и должны выбираться сами компоненты модели принятия решений (1) по оптимизации управляемых параметров МСХО. При этом их выбор зависит от уровня общности рассматриваемой предметной (отрасль в целом, мелиорируемый водосбор, отдельный МСХО, дренажно-коллекторная система).

- В связи с изменением МСХО в процессе службы с целью периодической оценки необходимости трансформации, обоснованного принятия решений при планировании и проектировании мероприятий на всех этапах жизненного цикла (Рис), должен осуществляться контроль характеристик МСХО, для формирования информационного обеспечения, адекватного строгости модели (1) (выбор способов и пространственно-временной густоты точек сбора неизменяемых параметров мелиорируемой территории, входных погодно-гидрологических воздействий и т.п., при изысканиях, мониторинге, контроле и организация их автоматизированного хранения и обработки.).

- Для повышения эффективности принятия решений на всех этапах ЖЦ необходима разработка и использование автоматизированных информационных систем, направленных на обеспечение возможности использования более строгой (чем при ручном варианте расчета) модели принятия решений (1). При этом оценка эффективности ИС должна осуществляться исходя из условия обеспечения прибавки урожайности, максимально превышающей затраты на создание информационной системы и ее информационное обеспечение, в сравнении с принятием решения на основе использования ручных расчетов. Таким образом, модель принятия решений сама должна быть целеориентированной. При этом цели (критерии оптимальности) выбора альтернатив компонент модели (1) те же, что и для выбора оптимальных альтернатив МСХО.

Литература

1. Abbott, M.B. Promoting Distributed Social Teaming And Collaborative Decision Making Through Networking / M.B. Abbott, S. Shipton // Report Group-Delphi in cyberspace, 1997, IHE, Delft, The Netherlands, 78 p.

2. Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021 - 2025 годы. Постановление Совета Министров Республики Беларусь 02.02.2021 №66 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mpt.gov.by/ru/gosudarstvennaya-programma-cifrovoe-razvitie-belarusi-na-2021-2025-gody>.

3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 1 февраля 2021 г. № 59 «О Государственной программе "Аграрный бизнес" на 2021-2025 годы». – Минск. – Режим доступа <https://pravo.by/document/?guid=11031&p0=C22100059> – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь

4. Вахонин, Н. К. Концептуальные принципы создания единой информационной системы поддержки принятия решений в мелиоративной отрасли / Н. К. Вахонин // Мелиорация. – 2013. – № 1(69). – С. 5-19.

5. Осушительная система в гидромелиорации/ Н.А. Суворова [и др.] // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020. - Рязань: РГАТУ. - С. 163-167.

6. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 252-253.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДРЕНАЖА И АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

В.И. Желязко¹, В.В. Копытовский¹

¹*УО БГСХА, кафедра мелиорации и водного хозяйства, г. Горки, Республика Беларусь*

Аннотация: Рациональное использование водных ресурсов является одной из важнейших проблем не только в Беларуси, но и во всем мире. Поэтому важно увеличить водоснабжение территории за счет использования дополнительных источников искусственного происхождения. Одним из источников являются сточные воды животноводческих комплексов, объем которых в Республике Беларусь составляет около 19 млн м³. В то же время стоки животных, являясь потенциальным загрязнителем водоемов, содержат различные биогенные элементы, которые могут эффективно использоваться в растениеводстве.

Ключевые слова: почва, поглощающий дренаж, животноводческие стоки, мелиоративные системы, удобрительный и увлажнительный полив.

Summary. Rational use of water resources is one of the most significant problems not only in Belarus, but all over the world. Therefore, it is important to increase the water supply of the territory through the use of additional sources of anthropogenic origin. One of the sources is wastewater from livestock complexes. Its volume in the Republic of Belarus is approximately 19 million m³. At the same time, livestock waste, being a potential pollutant of water bodies, contains various nutrients that can be effectively used in crop production.

Key words: soil, absorption drainage, livestock waste, reclamation systems, fertilizing and moisturizing irrigation.

В настоящее время существует множество технологий для утилизации и обезвреживания животноводческих стоков. Одной из таких технологий является использование стоков для удобрительного орошения сельскохозяйственных культур. Для реализации этой методики животноводческим комплексам необходимы специализированные водооборотные мелиоративные системы. Однако опыт показывает, что даже при использовании совершенных водооборотных систем не всегда обеспечивается полная экологическая безопасность. Проблемы могут возникать, в частности, с отдельными элементами осушительной сети, которые должны обрабатывать загрязненный поверхностный и внутрпочвенный сток и направлять его в аккумулирующие пруды для последующего использования в орошении.

Для уменьшения объема сбросного стока часто применяются агромелиоративные мероприятия, которые способствуют более эффективному использованию стоков, улучшению водно-воздушного режима почвы и повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Однако опыт эксплуатации специализированных мелиоративных систем показывает, что конструкции дренажно-сбросной сети водооборотных систем требуют дальнейшего усовершенствования с использованием специальных приемов и устройств для снижения объема поверхностного и дренажного стока.

В связи с этим развитие агромелиоративных мероприятий и разработка новых технических решений для повышения экологической безопасности агроландшафтов с крупными животноводческими комплексами становится актуальной задачей.

Цель проведенных исследований заключается в обосновании агромелиоративных мероприятий и технических решений при орошении земель стоками свиноводческих комплексов.

Экспериментальные исследования, производственная проверка и внедрение результатов проводились в период с 1999 по 2014 год на опытном участке в РСУП СГЦ «Заднепровский» в Оршанском районе Витебской области. В данном хозяйстве функционирует свиноводческий комплекс, предназначенный для выращивания и откорма 54 тыс. голов свиней ежегодно. Удаление навоза из животноводческих помещений осуществляется гидравлическим способом, что приводит к ежегодному образованию значительного объема навозных стоков. В результате этого годовой выход навозных стоков колеблется от 460,4 до 599,8 тыс. м³ в зависимости от количества поголовья. Для изучения влияния агромелиоративных мероприятий и поглощающего дренажа при удобрительном орошении был проведен полевой опыт с различными вариантами, включая орошение стоками, поглощающий дренаж и другие методы улучшения почвенного состояния.

Схема опыта включала следующие варианты:

1 – без орошения стоками и проведения агромелиоративных мероприятий (абсолютный контроль 1); 2 – орошение стоками без проведения агромелиоративных мероприятий (контроль 2); 3 – орошение стоками + поглощающий дренаж; 4 – орошение стоками + поглощающий дренаж в сочетании с почвоуглублением на 30 см; 5 – орошение стоками + поглощающий дренаж в сочетании с рыхлением на глубину 60 см; 6 – орошение стоками + поглощающий дренаж в сочетании с внесением соломы в почву в количестве 4 т/га; 7 – орошение стоками + поглощающий дренаж в сочетании с почвоуглублением и внесением соломы в почву в количестве 4 т/га; 8 – орошение стоками + поглощающий дренаж в сочетании с рыхлением на глубину 60 см и внесением соломы в почву в количестве 4 т/га. Размещение учетных делянок систематическое, а размер делянок 100 м².

Анализ полученных данных показал, что в зависимости от тепло-влажнообеспеченности вегетационного периода количество поливов изменялось от 3 до 6. При этом поливные нормы варьировали в пределах 15–27 мм, а оросительные нормы – от 59 до 135 мм. Во влажные годы проводились только удобрительные поливы, а в засушливые – дополнительно увлажнительные.

Анализ полученных данных показал, что количество поливов и поливные нормы изменялись в зависимости от условий вегетационного периода. Даже в годы с избыточным естественным увлажнением требовалось дополнительное увлажнение для многолетних трав из-за неравномерного распределения осадков и тепла. Наблюдения за водным режимом почвы показали необходимость постоянного контроля и управления уровнем увлажнения для эффективного использования стоков и поддержания продуктивности почвы без негативного воздействия на растения. Следует отметить, что переувлажнение не оказало негативного влияния на развитие трав и не повлияло на их продуктивность.

В засушливые и теплые вегетационные периоды от 76 до 82% обеспечивали оптимальную влажность почвы с помощью удобрений и увлажняющего полива, не допуская намочания верхнего 50-сантиметрового слоя почвы.

В ходе полевых испытаний нормы увлажняющего полива определялись по методам, указанным в работах М. Г. Гольченко (1991), В. И. Желязко (2003), а удобрений - по расчету из условия использования расчетной дозы азота. Таким образом, доля увлажняющего орошения в норме орошения за все годы исследований составляла от 17 до 27 мм. Доля увлажняющего орошения в норме полива варьировалась от 18,9% до 48,1% в зависимости от влажности предварительно заполненной почвы. Колебания норм внесения удобрений для орошения в течение года обусловлены различными концентрациями азота в стоках навоза. Результаты полевых опытов по режиму орошения были использованы для установления нормативов проектного режима орошения, которые вошли в нормативные документы Республики Беларусь.

Методика обоснования норм орошения сводится к следующему. В течение более длительного периода времени рассчитываются общие нормы полива для орошения стоками с водным балансом. При этом расход воды растениями должен определяться исходя из зависимостей, получаемых при поливе с использованием навозных стоков свинокомплексов.

На основе полученного количества значений норм полива строится кривая безопасности, по которой устанавливаются нормы полива на влажный год, средний и расчетный год, определенные технико-экономическими расчетами. Далее определяется годовой расход сточных вод, а распределение производится по срокам и нормам вегетационного периода с учетом культуры, идет часть нормы полива сточных вод, вносимых в течение вегетационного периода и оказывающих увлажняющий эффект. На основе сравнения общей нормы полива в годы разной обеспеченности и нормы полива с увлажняющим эффектом определяется необходимое количество природной воды в расчетном году.

Расчеты экономической эффективности показали, что за счет агромелиоративной обработки и абсорбирующего дренажа на фоне полива удобрениями производство кормов увеличилось с 1,03 до 1,68 тыс. к. е. с гектара. Это позволило получить дополнительную продукцию по зерновым культурам, стоимость которых в варианте полива составляла 2 - 976,51 руб./га, а в вариантах с агромелиоративными мероприятиями варьировалась от 1022,18 до 1160,52 руб./га в зависимости от технологии обработки. Следует также отметить, что принятые меры способствовали увеличению производственных затрат и что использование агромелиоративных мер приводит к увеличению производственных затрат на 1 га. В варианте 8 стоимость увеличилась на 119,62 руб./га, что составляет 45,8%. В то же время доходность выросла на 69%. Разница в темпах роста этих показателей привела к снижению себестоимости продукции на 1 центнер. Если в эталонном варианте 1 себестоимость составляла 5,22 руб./ц, то в варианте 8 - 4,47 руб./ц.

В заключение необходимо отметить, что надежность работы специализированной водооборотной мелиоративной системы существенно повышается при проведении агромелиоративных мероприятий в сочетании с поглощающим дренажем. Орошение участков, на которых поглощающий дренаж проложенный через 10 м, в сочетании с агромелиоративными мероприятиями (почвоуглубление на 30 см и рыхление на глубину 60 см) и внесение соломы в количестве 4 т/га обеспечивало наиболее благоприятное регулирование водного режима дерново-подзолистой почвы. Применение агромелиоративных мероприятий в сочетании с поглощающим дренажем оказывало благоприятное действие на гидрологический режим орошаемых земель: площадь микропонижений, заполненных поверхностным стоком при эксплуатации мелиоративной системы, уменьшается на 15,5 – 44,2 % в зависимости от применяемых технологий агромелиоративной обработки.

Литература

1. Гулюк, Г. Г. Агромелиоративные мероприятия при длительной эксплуатации дренажа и экологической реабилитации техногенно загрязненных земель гумидной зоны / Г. Г. Гулюк. – Москва: Московский университет, 2004. – 232 с.
2. Давыдов, А. С. Применение бесподстилочного навоза для орошения сельскохозяйственных культур / А. С. Давыдов, Р. П. Воробьева // Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России: сборник научных трудов. Ч. 2. – Москва, 2005. – С. 173–176.
3. Желязко, В. И. Животноводческие стоки и влияния норм их внесения на продуктивность ярового рапса / В. И. Желязко, В. В. Дятлов, Г. Н. Рудковская // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии, и системы сельскохозяйственного производства: сборник научных трудов. Вып. 7, ч. 2. – Рязань: РГСХА, 2003. – С. 111–116.
4. Желязко, В. И. Использование бесподстилочного навоза на мелиорируемых агроландшафтах Нечерноземья: монография / В. И. Желязко, П. Ф. Тиво, Ю. А. Мажайский. – Рязань: Мещерский филиал Всероссийского НИИ гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова, 2006. – 304 с.
5. Причины и оценка заболачивания почв / А.С. Попов, Д.В. Колошеин, А.Н.

Худякова [и др.] // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Международная научно-практическая конференция, посвященная памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020. - Рязань: РГАТУ. - С. 65-68.

б. Романова, Л. В. Перспективы развития мелиорации в Российской Федерации / Л. В. Романова // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : материалы I национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 296-301.

УДК 631.43

ВЛИЯНИЕ ХЛОПКОВО-ЛЮЦЕРНОВОГО СЕВООБОРОТА НА ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВ МУГАНСКОЙ СТЕПИ АЗЕРБАЙДЖАНА

С.А. Кочарли¹, М.Г. Мустафаев¹, Ч.Г. Гюлалыев², Э.М. Ахмедзаде¹, З.М. Велиева¹,
С.И. Тагиева¹

¹Министерство Науки и Образования Азербайджанской Республики, Институт Почвоведения и Агротехнологии, Азербайджан

²Министерство Науки и Образования Азербайджанской Республики Институт географии им. Академика Гасана Алиева, Азербайджан

Аннотация. В данной статье рассматривается роль хлопково-люцернового севооборота на водопроницаемость исследуемых почв Муганской степи Азербайджана. Изучение данного влияния позволит правильно провести обработку почв, установить наиболее рациональные сроки посева и других мероприятий, направленных на увеличения роста и развития растений. Современное состояние сельскохозяйственного производства предполагает совершенствование полевых севооборотов и регулирование плодородия пахотных земель.

Ключевые слова: водопроницаемость, хлопково-люцерновый севооборот, урожайность, пахотные земли, пористость, плотность почвы.

Summary: This article examines the role of cotton-alfalfa crop rotation on the water permeability of the studied soils of the Mugan steppe of Azerbaijan. Studying this influence will allow for correct soil treatment, establishing the most rational timing of sowing and other measures aimed at increasing the growth and development of plants. The current state of agricultural production involves improving field crop rotations and regulating the fertility of arable land.

Key words: water permeability, cotton-alfalfa crop rotation, productivity, arable land, porosity, soil density

Для правильного и эффективного использования почвы большое значение имеет изучение ее водно-физических свойств. Без глубоких знаний водно-физических свойств почвы невозможно правильно провести агротехнические и агро-мелиоративные мероприятия. В изучении водно-физических свойств почв внесли большой вклад такие видные ученые как Г.Н. Высотски, Н.А. Качински, А.А. Роде, С.И. Долгов. и среди ученых Азербайджана В.Р. Волобуев, С.А. Алиев, Б.М. Агаев, М.П. Бабаев, Р.Г. Мамедов, М.Г. Мустафаев и др. Однако до сих пор водно-физические свойства почвы при севообороте мало изучены. Поэтому мы задались целью изучить влияние хлопково-люцернового севооборота на водно-физические свойства почвы.

Водопроницаемость – одно из важнейших водно-физических свойств почвы. С ней связано распределение атмосферных осадков и поливной воды по профилю почв; при

хорошей водопроницаемости осадки и поливная вода почти полностью проникают в почву, создавая запасы влаги. При плохой водопроницаемости вода стекает по поверхности, вызывая водную эрозию [1,2, 3, 6].

Правильный полив и равномерное смачивание орошаемых земель связано в основном с водопроницаемостью почвы.

Для генетической, агрономической и мелиоративной характеристики почвы важно знать ее водопроницаемость. От этого свойства зависит степень восприятия почвой атмосферных осадков или поливных вод, формирование поверхностного и внутрипочвенного стока воды, интенсивности процессов водной эрозии, формирование почвенных горизонтов и другие [2,4].

Впитывание воды почвой происходит под влиянием сорбционных и менисковых сил, а также градиента напора. Влага впитывается почвой под действием силы тяжести в сочетании с капиллярными силами. При подаче воды скорость ее поступления вглубь почвы быстро падает и в некоторый момент времени приобретает постоянное значение. С момента, когда скорость поступления воды становится постоянной, процесс впитывания переходит в процесс фильтрации. С заполнением водой всех пор почвенного слоя всасывающая сила почвы становится равной нулю, поступление воды проходит только под влиянием напора.

В природных условиях разделить процесс водопроницаемости на отдельные фазы практически невозможно, т.к. в момент, когда поверхностные горизонты, получившие воду, насытились и начинают ее фильтровать, нижележащие горизонты начинают только впитывать воду. Различные свойства отдельных горизонтов сильно изменяют водопроницаемость почвы. Величина и характер водопроницаемости почвы зависят от величины и формы пор, что связано с механическим составом и структурой. В почвах и грунтах легкого механического состава, а также в бесструктурных почвах водопроницаемость зависит от сложения механических элементов, размеров агрегатов, их положением относительно друг друга и их водопроходимость [5,6,7].

Водопроницаемость выражают в миллиметрах столба просачивания воды за единицу времени. При мелиоративной оценке почв убедительные показатели получаются при обработке результатов исследований водопроницаемости в логарифмической шкале.

Функциональные кривые скоростей впитывания имеют гиперболический характер, а представление их в логарифмической шкале дают прямые с разным углом наклона.

При соблюдении системы севооборота состояние почвы улучшается, питательные вещества используются более рационально, а вредители покидают насиженные места. Одни растения получают питательные элементы из нижнего слоя почвы, а другие – из верхнего. Получается, что выращивание культур, которые питаются из нижнего слоя, на одном участке в течение длительного времени, приводят к его истощению. Питательные элементы заканчиваются, а при их недостатке растение подвержено заболеваниям и сокращению плодородия [3,4,5,8].

Кура-Араксинская низменность, расположенная между горами Большого и Малого Кавказа и образованная в результате их генерации, сформировалась в близких геологических периодах.

Для изучаемой территории характерен климат сухих степей и полупустынь с мягкой зимой, сухим жарким летом. По многолетним данным, среднегодовая температура $14,0^{\circ}\text{C}$. Средняя температура января самого холодного месяца – $1,4^{\circ}\text{C}$, а июля – наиболее теплого месяца – $26,2^{\circ}\text{C}$. Средняя относительная влажность воздуха составляет 74%, изменяясь в течение года в пределах 60-84%. Среднегодовая сумма атмосферных осадков 290 мм. Годовая величина испаряемости варьирует в пределах 900-1000 мм.

Основные типы почв изучаемой территории сероземно-луговые и лугово-сероземные почвы и их разновидности.

Как видно из приведенных выше климатических данных, на исследуемой территории, без орошения невозможно получить хороший урожай. Следовательно, необходимо изучить водопоглощающую способность почвы.

Результаты проводимых исследований по изучению водопроницаемости почв под однолетней люцерной показали, что средняя скорость впитывания воды в первый час составила 1,0 мм/мин, а количество впитанной воды – 61 мм, при средней скорости впитывания 0,6 мм/мин. Общее количество впитанной за 6 часов воды составило 235 мм.

В почвах под двухлетней люцерной отмечается сравнительно улучшение впитывания воды почвой, его средняя скорость за 6 часов наблюдений равна 0,7 мм/мин, а общее количество впитанной воды – 271 мм.

На участках первого года возделывания хлопчатника после двухлетней люцерны скорость впитывания и количество впитанной воды в первый час составляет соответственно 1,0 мм/мин и 60 мм, а средняя скорость впитывания заметно уменьшается и за 6 часов составляет 0,4 мм/мин, а общее количество впитанной воды также сокращается до 140 мм.

На участках третьего года возделывания хлопчатника отмечается падение средней скорости впитывания за час (0,6 мм/мин), уменьшение количества впитанной воды до 39 мм. За 6 часов средняя скорость впитывания составляла не более 0,2 мм/мин, а количество впитанной воды уменьшилось в 4,5-4,9 раз по сравнению с участками под однолетней и двухлетней люцерной.

Полевыми определениями установлено, что водопроницаемость почв на целине характеризуется самыми низкими показателями. Так, средняя скорость впитывания в 1 час составляет 0,5 мм/мин, а количество впитанной воды – 29 мм. Средняя скорость впитывания за 6 часов – 0,1 мм/мин, общее количество впитывания воды – 41 мм.

Как показывают полученные результаты (таб. 1, граф. 1), на всех полях севооборотов сероземно-луговых почв количество впитанной воды и ее скорость в первый час впитывает много воды. В этот период межагрегатные поры и горизонты бывают в той или иной степени заполнены водой.

Таблица 1 – Водопроницаемость сероземно-луговых почв под севооборотами (числитель – скорость впитывания, мм/мин; знаменатель – количество воды, мм)

Время определения																
Минуты						I час	Минуты		II час	Минуты		III час	Часы			Все-го за 6 часов
10	10	10	10	10	10		30	30		30	30		IV	V	VI	
Ц е л и н а																
<u>1,9</u> 19	<u>0,3</u> 3	<u>0,2</u> 2	<u>0,2</u> 2	<u>0,2</u> 2	<u>0,1</u> 1	<u>0,5</u> 29	<u>0,0</u> 1	<u>0,1</u> 2	<u>0,1</u> 3	<u>0,1</u> 2	<u>0,0</u> 1	<u>0,1</u> 3	<u>0,0</u> 2	<u>0,0</u> 2	<u>0,0</u> 2	<u>0,1</u> 41
Хлопчатник I года																
<u>3,8</u> 38	<u>1,0</u> 10	<u>0,3</u> 3	<u>0,4</u> 4	<u>0,3</u> 3	<u>0,2</u> 2	<u>1,0</u> 60	<u>0,3</u> 8	<u>0,2</u> 6	<u>0,2</u> 14	<u>0,1</u> 4	<u>0,1</u> 4	<u>0,1</u> 8	<u>0,3</u> 21	<u>0,3</u> 19	<u>0,3</u> 18	<u>0,4</u> 140
Хлопчатник II года																
<u>4,5</u> 45	<u>0,4</u> 4	<u>0,3</u> 3	<u>0,3</u> 3	<u>0,2</u> 2	<u>0,2</u> 2	<u>1,0</u> 59	<u>0,1</u> 4	<u>0,1</u> 2	<u>0,1</u> 6	<u>0,1</u> 3	<u>0,1</u> 2	<u>0,1</u> 5	<u>0,1</u> 5	<u>0,1</u> 4	<u>0,1</u> 4	<u>0,2</u> 83
Хлопчатник III года																
<u>2,7</u> 27	<u>0,3</u> 3	<u>0,3</u> 3	<u>0,3</u> 3	<u>0,2</u> 2	<u>0,1</u> 1	<u>0,6</u> 39	<u>0,1</u> 3	<u>0,1</u> 2	<u>0,1</u> 5	<u>0,1</u> 2	<u>0,0</u> 1	<u>0,1</u> 3	<u>0,1</u> 4	<u>0,1</u> 4	<u>0,1</u> 3	<u>0,2</u> 58
Подпокровная люцерна																
<u>2,4</u> 24	<u>0,8</u> 8	<u>0,6</u> 6	<u>0,9</u> 9	<u>0,7</u> 7	<u>0,7</u> 7	<u>1,0</u> 61	<u>0,7</u> 21	<u>0,6</u> 19	<u>0,7</u> 40	<u>0,6</u> 18	<u>0,6</u> 18	<u>0,6</u> 36	<u>0,6</u> 35	<u>0,5</u> 32	<u>0,5</u> 31	<u>0,6</u> 235
Люцерна II года пользования																
<u>7,4</u> 74	<u>1,4</u> 14	<u>0,8</u> 8	<u>0,8</u> 8	<u>0,8</u> 8	<u>0,8</u> 8	<u>2,0</u> 120	<u>0,5</u> 16	<u>0,5</u> 15	<u>0,5</u> 31	<u>0,5</u> 14	<u>0,4</u> 12	<u>0,4</u> 26	<u>0,6</u> 34	<u>0,5</u> 31	<u>0,5</u> 29	<u>0,7</u> 271

Все нижеизложенное показывает, что водопроницаемость почв под хлопково-люцернового севооборота изменяются в зависимости от растительного покрова и севооборотов. Так, по сравнению с почвой под хлопчатником, водопроницаемость почв под люцерной улучшаются и возрастают в 2-6 раз, что связано с повышенным содержанием водопрочности агрегатов в почвах под люцерной, мощной корневой системой люцерны, которая разрезая почвенный слой, проникает в более глубокие его горизонты.

В результате проведенных исследований, была выявлена роль севооборота на водопроницаемость в сероземно-луговых почвах Муганской степи. Проведенные исследования показали, что почвы, находящиеся под двухлетней люцерной, характеризуются самыми высокими показателями (271 мм), а в контроле (на целине – наименьшими 41 мм). Остальные опытные участки (1 год люцерна, II, III года хлопчатника) занимают промежуточное положение. Длительное использование почв под хлопчатник ухудшает водопроницаемость почв. Необходимо также поддерживать уровень грунтовых вод, соблюдая правила и нормы полива, переходя на искусственные дожди, чтобы не было засоления.

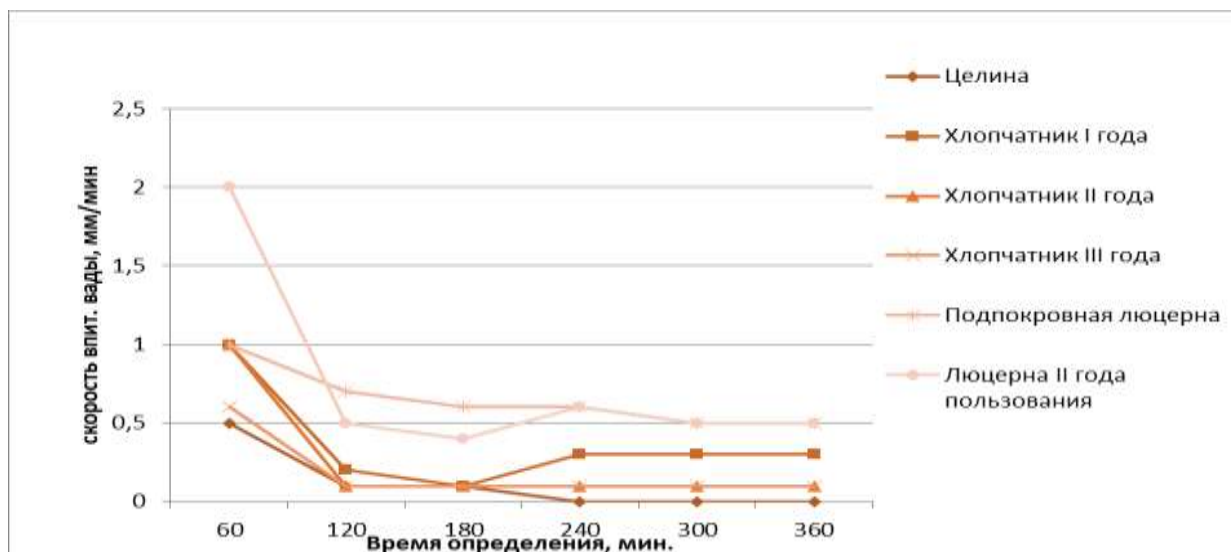
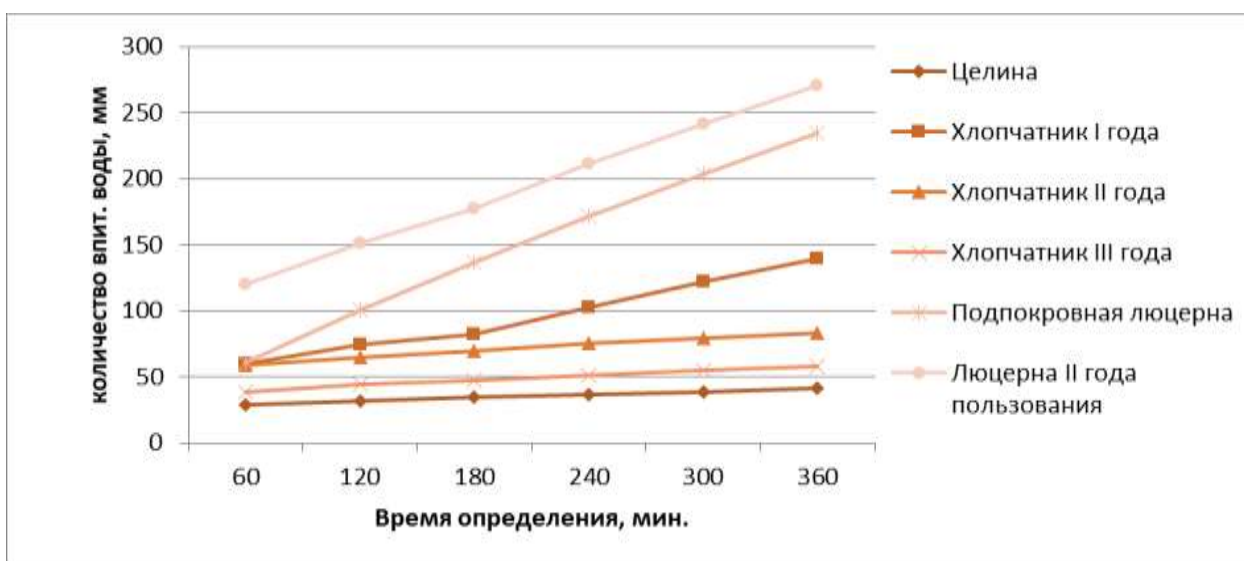


Рисунок 1 – Влияние хлопково-люцернового севооборота на водопроницаемость почв Муганской степи Азербайджана

Литература

1. Бабаев, М.П. Орошаемые почвы Кура-Араксинской низменности и их производительная способность / М.П. Бабаев. – Баку «Элм», 1984. – 176 с.
2. Динамика некоторых свойств почв при хлопково-люцерновом севообороте / Ч.Г. Гюлалыев, С.А. Кочарли, А.А. Козлова, А.М. Джафаров // Почвы и окружающая среда. – 2022. – Т 5, В 1. – С. 1-13.
3. Жарова, Т.Ф. Севообороты и их эффективность в управлении плодородием почв / Т.Ф. Жарова. – Кызыл: Тувинский научно-исследовательский институт с/х, г., 2019. – с.233-237
4. Зеленов, А. В. Плодородие каштановых почв и продуктивность биологизированных севооборотов Нижнего Поволжья / А. В. Зеленов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2008. – № 4(12). – С. 35-41.
5. Никончик, П. И. Севооборот и воспроизводство плодородия почвы. Результаты 30-летнего стационарного опыта / П. И. Никончик // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 3. – С. 88-98.
6. Мамедов, Р.Г. Агрофизическая характеристика почв Приараксинской полосы / М.Р. Мамедов. – Баку, 1970. – 321 с.
7. Мустафаев, М.Г. Мелиоративное состояние орошаемых засоленных почв Мугано-Сальянского массива Кура-Араксинской низменности / М.Г. Мустафаев // Вестник Беларускай дзяржаўнай сельскагаспадарчай акадэміі. – 2014. – №1. – С. 127-131.
8. Мустафаев, М. Г. Водно-солевой баланс орошаемых почв Мугано-Сальянского массива Азербайджана / М. Г. Мустафаев, Ю. А. Мажайский // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – № 4. – С. 48-52.
9. Анисимов, С. А. Оценка экономической эффективности внедрения системы почвозащитных севооборотов / С. А. Анисимов, Н. Е. Лузгин // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной научно-практической конференции, в 3-х томах, Курск, 22–24 января 2021 года. Том 3. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 231-234.
10. Наумкин, В. Н. Региональное растениеводство : учебное пособие для студентов вузов (бакалавров), обучающихся по направлениям подготовки: «Агрохимия и агропочвоведение», «Агрономия», «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» / В. Н. Наумкин, А. Н. Крюков, А. С. Ступин. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2017. – 440 с.

УДК 631.674.4

ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДЗЕМНОГО ПОЛИВА, РАСПОЛОЖЕННАЯ НА РАЗНОВЫСОТНОМ ПОЧВЕННОМ РЕЛЬЕФЕ

А.С. Лебедев¹, А.Е. Хаджиди¹

¹ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, РФ

Аннотация. Разработаны методические основы системы подземного полива, включающие в себя комплекс технических средств и технологических решений от сооружения поперёк склона каналов, расположенных на расчётных расстояниях один над другим, до технологии их количественного заполнения водой с учётом её подпочвенного движения вдоль склона от верхнего канала к нижнему с целью обеспечения необходимых объёмов поливочной воды для выращиваемой на склоне сельхозпродукции. Показана взаимосвязь между полной

обеспеченностью поливаемого склона подпочвенной водой и количеством заполнений водой каждого из каналов. Для расчета использован закон Дарси с учётом формализации процесса движения подпочвенной воды вертикально вниз и вдоль под поверхностью склона.

Ключевые слова: наклонный склон, подпочвенный полив, каналы, закон Дарси.

Summary. The methodological foundations of the underground irrigation system have been developed, which include a complex of technical means and technological solutions from the construction of channels across the slope, located at calculated distances one above the other, to the technology of their quantitative filling with water, taking into account its subsurface movement along the slope from the upper channel to the lower in order to ensure the necessary volumes of irrigation water for agricultural products grown on the slope. The relationship between the full provision of the watered slope with subsurface water and the number of water fillings of each of the channels is shown. Darcy's law was used for the calculation, taking into account the formalization of the process of movement of subsurface water vertically down and along the slope below the surface.

Key words: inclined slope, subsurface irrigation, canals, Darcy's law.

Одним из основных факторов, влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур, является их своевременный и полноценный полив [1].

Однако, если с первым условием – своевременностью полива, проблем практически не возникает, то при выполнении второго условия – полива в полном объёме, зачастую возникают вопросы [2]. Это связано, в первую очередь, с банальной нехваткой требуемых объёмов воды в результате различных причин гидрогеологического и технического характера [3,4]. А кроме этого, даже при наличии необходимых объёмов воды доставить их непосредственно к сельхозугодиям часто бывает проблематично по ряду причин, таких как отсутствие или недостаточное количество поливочной техники [5], нехватка технических средств для обеспечения подачи воды из водоёма на поля [6], разнорельефность рельефа [7,8] и многое другое.

Если с отсутствием поливочной техники и технических средств для полива можно бороться организационными и снабженческими путями решения вопросов, то с обеспечением качественного полива в полном объёме на разнорельефных структурах рельефа (склоны и др.) дело обстоит значительно сложнее. Так, например, авторами предлагаются различные способы решения этой задачи [9], однако, до сегодняшнего времени она до конца не решена.

На основе изучения и анализа, изложенного в приведённых выше работах, разрабатываются методические основы технологии полива сельхозугодий, расположенных на склонах с разнорельефными отметками.

Для этого используется система каналов, расположенных поперёк склона на расчетном расстоянии один над другим, в которые подается вода из имеющихся ее источников (схема расположения каналов приведена на рисунке 1).

Рассмотрен вопрос определения расстояния между каналами с учетом того, что малое их количество не решит задачу полива в полном объёме, а чрезмерно большое – приведёт к неоправданному увеличению трудовых и финансовых затрат.

Ниже приведён разработанный нами алгоритм расчёта необходимого количества каналов с учётом задания следующих первоначальных условий:

- 1) временем фильтрации (то есть временем достижения подпочвенной воды из вышележащего канала до первого нижележащего), t , сек,
- 2) коэффициентом проницаемости почвы, k , мм/сек, а также разностью высотных отметок между каналами, h , м, и
- 3) расстоянием между ними, L , м, (что касается величины L , то ее значение и будет уточнено в дальнейшем).

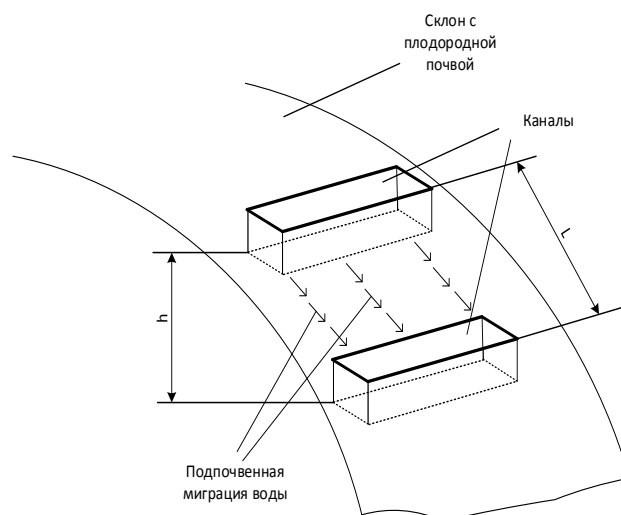


Рисунок 1 – Схема склона с плодородной почвой, в которой эквидистантно расположены каналы, наполненные водой

Далее при помощи закона Дарси [10] будет определена скорость распространения, V , мм/сек, в почве при движении воды от верхнего канала к первому нижележащему:

$$V = k \cdot i = \frac{k \cdot h}{L} \quad (1)$$

где i – значение гидравлического градиента, определяемого как отношение гидравлического напора h , м (высота одного канала над другим) к расстоянию между каналами, L , м.

Если в качестве примера принять расстояние $h=10$ метрам, $L=100$ метрам, а коэффициент проницаемости почвы $k=10$ мм/сек, то скорость фильтрации для рассмотренного примера будет равна:

$$V = \frac{10 \cdot 10}{100} = 1 \text{ мм/сек}$$

Разложим теперь величину скорости, V , на две составляющие, как это представлено на рисунке 2, а именно, на составляющую скорости, направленную вдоль склона, $V_{\text{СКЛ}}$, и на составляющую, $V_{\text{Н}}$, направленную перпендикулярно к поверхности склона.

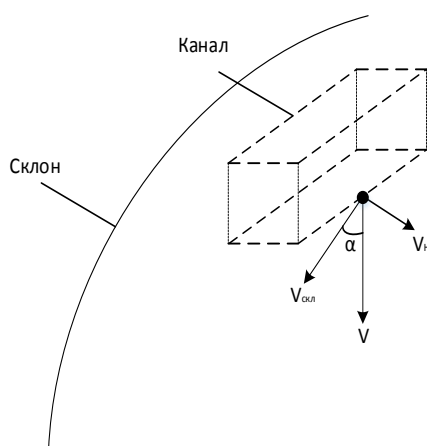


Рисунок 2 – Схема разложения скорости на две составляющих: вдоль склона, $V_{\text{СКЛ}}$, и перпендикулярную поверхности склона, $V_{\text{Н}}$

В нашем случае интерес представляет величина $V_{\text{СКЛ}}$, так как именно она и позволит определить, в конечном счете, искомое значение расстояния L .

Как несложно заметить из данных, приведённых на рисунке 2, величина $V_{\text{СКЛ}}$ может быть определена из нижеследующего выражения:

$$V_{\text{СКЛ}} = V \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

Или с учётом изложенного выше

$$V_{\text{СКЛ}} = V \cdot \cos \frac{h}{L} \quad (3)$$

Нетрудно подсчитать, что при такой скорости поливная вода продвинется под землёй вертикально вниз от первого, находящегося выше других канала на расстояние 36 метров за время полного его опорожнения, например, за 10 часов.

При этом вдоль склона за указанное нами время вода переместится на расстояние, равное 3,6 метров, так как если рассмотреть прямоугольный треугольник с гипотенузой, равной 100 метрам и катетом 10 метров, (а это и есть параметры нашего склона, заданные выше), то значение угла α , приведённого на рисунке, будет равно примерно 84 градусам, что соответствует значению косинуса этого угла, равного 0,1.

То есть, в нашем случае мы должны либо располагать каналы через каждые 3-4 метра, что экономически не оправдано и практически не реализуемо, либо увеличивать время опорожнения каждого канала, повторно заполняя его водой по несколько раз, что в конечном итоге и позволит нам добиться необходимого подпочвенного объёма воды под всем склоном. То есть, проведя заполнение самого верхнего канала водой, например, в течение десяти раз, мы получим её наличие на тех же 36 метрах ниже этого канала вдоль по склону. И на этом месте может быть сооружён второй канал.

Все эти данные и расчёты являются ориентировочными, однако они позволяют оценить возможность применения данного вида полива и расчетным путём получить необходимое количество каналов, эквидистантно расположенных на поливаемом склоне.

Литература

1. Максютов, Н. А. Влияние основных факторов на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях засухи / Н. А. Максютов, А.А. Зоров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – №5. – С. 8-10.
2. Худаев, И. Ж. Технология дискретного полива на крутых склонах / И. Ж. Худаев // Universum: технические науки. Научный журнал на тему: Техника и технологии. – 2020. – №12(81). – С. 106-107.
3. Мировое сельское хозяйство столкнется с тотальным дефицитом воды: исследование [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://glavagronom.ru/news/mirovoe-selskoe-hozyaystvo-stolknetsya-s-totalnym-deficitom-vody-issledovanie>, свободный.
4. Демин, А. П. Современные проблемы водообеспечения сельского хозяйства России / А. П. Демин // Природообустройство. – 2008. – №2. – С. 37-44.
5. Малышева, А. В. О проблемах сельского водоснабжения и путях их решения / А. В. Малышева, Л. Н. Козина // Вестник НГИЭИ. – 2015. – №6. – С. 60-67.
6. Мамедов, Б. М. К вопросу орошения на склоновых землях Азербайджана / Б. М. Мамедов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – №3. – С. 114-117.
7. Особенности полива по перепадам высот [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://sistema-orosheniya.ru/osobennosti-poliva-po-perepadam-vysot/>, свободный;
8. В 2023 году затраты кубанских аграриев на ремонт сельхозтехники выросли на 30% [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://www.kommersant.ru/doc/6125491>, свободный.
9. Хажметов, А. М. Анализ способов и техники орошения склоновых земель / Л. М. Хажметов, А. К. Езаов, А. С. Сасиков // Инновационная наука. – 2016. – №3-3. – С. 136-137.

10. Проницаемость почвы – характеристики, закон Дарси [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://centrselstroy.ru/pronitsaemost-pochvy-harakteristiki-zakon-darsi>, свободный.

11. Худякова, А.Н Классификация запасов подземных вод / А.Н. Худякова, С.А. Симбирцев, Д.В. Колошеин // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: материалы международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 17 февраля 2021 года - Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 319-323.

УДК 631.6

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ НОРМАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

С.А. Липски¹

¹ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству», г. Москва, РФ

Аннотация. Важным направлением обеспечения устойчивого функционирования аграрной отрасли и обеспечения продовольственной безопасности страны является наличие достаточного мелиоративного фонда земель. В статье рассмотрено современное состояние этого фонда, а также текущее правовое регулирование этих сфер на федеральном и региональном уровнях, а также перспективы развития соответствующего законодательства. Отмечено, что существенную роль в системе регулирующих данную сферу актов играют госпрограммы, что оценено позитивно.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, мелиорация, правовое обеспечение, землеустройство, доктрина, государственные и целевые программы.

Summary: An important direction of ensuring the sustainable functioning of the agricultural sector and ensuring the country's food security is the availability of a sufficient land reclamation fund. The article examines the current state of this fund, as well as the current legal regulation of these areas at the federal and regional levels, as well as the prospects for the development of relevant legislation. It is noted that state programs play a significant role in the system of acts regulating this sphere, which is evaluated positively.

Key words: food security, land reclamation, legal support, land management, doctrine, state and targeted programs.

В основе обеспечения продовольственной безопасности страны лежит устойчивое развитие агропромышленного комплекса. Именно поэтому Доктриной продбезопасности определено, что доля отечественного продовольствия на внутреннем рынке должна поддерживаться на уровне не ниже, чем определенные значения (95% по зерну и картофелю, 90% по молоку, 85% по мясу, 80% по сахару и др.). Факторами достижения этого является совокупность ресурсных и институциональных условий, ключевым из которых является наличие земельных угодий, пригодных для ведения аграрного производства [1].

По данным ФАО ООН, в мировом масштабе площадь сельскохозяйственных угодий составляет менее 5 млрд. га, из которых 1,4 млрд. га – пашня. Площадь же пригодных для дополнительного сельхозосвоения – не более 0,5 млрд. га. Но их освоение сдерживают неблагоприятные природно-климатические условия, в первую очередь – недостаток водоснабжения (что может быть компенсировано только комплексной мелиорацией), а отчасти – также неудачный для сельхозпроизводства рельеф местности. Как отметил в свое время П.Ф. Лойко – «все лучшие земли планеты уже освоены. Дальнейшее расширение пашни возможно только за счет мелиорации малопродуктивных почв» (с ежегодными

темпами в 20-26 млн. га) [2, с. 44]. Он же подсчитал, что наиболее значительный рост общемирового мелиоративного фонда (к 2005 г. – 280 млн. га) пришелся на 3-4 последних десятилетия XX в.

При этом стремительно растет и численность населения, например, по подсчетам В.М. Питерского, выполненным еще на рубеже XX-XXI вв., освоенных и потенциально пригодных для освоения земельных ресурсов на планете хватит для обеспечения продовольствием не более 12 млрд. человек [3, с. 83]. Сейчас в России (с учетом пространств Севера и Сибири) плотность населения составляет всего 0,1 чел/км², тогда как в развитых и развивающихся странах это, соответственно, 33 чел/км² и 62 чел/км². Соответственно, землеобеспеченность становится важным фактором уже не только обеспечения продовольственной безопасности, но и конкурентоспособности нашей страны на мировом рынке сельхозпродукции и продовольствия.

Российские запасы пригодных для ведения сельского хозяйства земельных ресурсов весьма внушительны: по площади пахотных земель наша страна, по данным ФАО ООН, занимает 4-е место в мире. Однако их использование (в том числе из-за климатического фактора) сопряжено с рядом проблем – природно-климатическими условиями России обусловлена необходимость охвата сельхозугодий сетью мелиоративных систем (причем, практически во всех регионах страны – либо оросительными, либо осушительными). Очевидным подтверждением того, что только развитие оросительной мелиорации способно обеспечить стабильность аграрного производства и получение высоких урожаев, стала аномальная засуха 2010 г. Однако доля мелиоративного фонда в общей площади сельхозугодий в нашей стране – менее 6%, пока значительно ниже других крупнейших стран-производителей агропродукции (где этот показатель около 40%).

Характеризуя проведение в нашей стране гидромелиоративных мероприятий, надо отметить, что дореволюционная Россия была весьма малоразвита в агромелиоративном отношении – тогда было лишь «очаговое» распространение ирригации и дренажа, что объяснялось значительными площадями слабо освоенных и даже совсем не освоенных, но пригодных для ведения сельхозпроизводства земель [4, с. 14]. Причем большая часть мелиоративного тогдашнего фонда располагалась вне современных границ России: всего к концу царского периода орошалось около 4 млн. га и осушалось 2,8 млн. га, из них в пределах указанных границ, соответственно 0,2 млн. га и 0,9 млн. га сельхозугодий (еще 0,6 млн. га приходилось на иные угодья).

Многое в этом отношении изменили:

- проведение Столыпинской аграрной реформы начала XX столетия, которая дала импульс для развития и законодательного обеспечения не только землеустройства (что хорошо известно – см. законы от 14 июня 1910 г. «Об изменении и дополнении некоторых постановлений о крестьянском землевладении» и от 29 мая 1911 г. «О землеустройстве»), но и мелиорации (законодательные акты 1913 г. о мелиоративных товариществах по совместному проведению мелиоративных работ и об организации уездных структур по улучшению земель);

- революция 1917 г., результатом которой стала не только национализация всего земельного фонда, но и принципиально новые шаги по развитию гидромелиорации – сразу после революции стали создаваться крестьянские кооперативы для совместной мелиорации земель. А в 1920 г. в первоочередной план электрификации «ГОЭЛРО» был включен и специальный раздел «Мелиорация и электрификация». Также расширению площадей орошаемых сельхозугодий способствовали объективные природно-климатические обстоятельства. Так следствием сильнейшей засухи 1921 г. стало принятие целого ряда мер по развитию гидромелиорации в стране – Совет Труда и Оборона 29 апреля того же года издал постановление «О борьбе с засухой», которым Наркомату Земледелия было поручено организовать проведение агротехнических и мелиоративных мероприятий (тогда же был образован «Главводхоз» – прообраз соответствующего министерства, созданного в 1965 г. – Минводхоза СССР).

Но основной задел по сельскохозяйственному мелиоративному освоению земель был создан в 1970-80-е гг., и к 1991 г. общая площадь мелиоративного фонда России составила 14,0 млн. га). Впрочем, к настоящему времени его площадь значительно уменьшилась: орошаемых земель стало меньше на 26,9 %, а осушаемых – на 13,5% (общая площадь фонда – 11,3 млн. га). Кроме того, порядка 70% мелиоративных систем уже давно выработали срок амортизации, а две три являются бесхозными [5; 6].

Что касается правового регулирования мелиорации в советское время, то оно было представлено различными нормативными и программно-директивными актами союзного и республиканского уровней, образовавшими систему соответствующих регуляторов.

В основе современной правовой базы мелиорации земель лежит Закон о мелиорации (и разъясняющие его положения письма Высшего арбитражного суда Российской Федерации от 28 февраля 1996 г. № С5-7/ОЗ-121 «О некоторых положениях Федерального закона «О мелиорации земель» [7; 8]), который был принят без малого 30 лет назад. За это время изменились как отношения в данной сфере, так и требования к юридической технике изложения соответствующих норм. Кроме того, в данный закон неоднократно вносились изменения, в целях приведения его в соответствие с новыми нормативными актами в смежных отраслях законодательства, что обуславливает целесообразность разработки нового федерального закона, комплексно решающего задачи, остро стоящие в сфере мелиорации земель (новой редакции соответствующего Федерального закона).

Помимо него на федеральном уровне нормативная правовая база мелиорации земель представлена также еще 28 нормативными правовыми актами, изданными федеральными органами исполнительной власти. Причем это не только Правительство Российской Федерации и Минсельхоз России – как специально уполномоченный на то орган, но и Минкультуры России, Минстрой России и другие. Еще 20 документов по вопросам мелиорации, изданных уже в постсоветский период, к настоящему времени по тем или иным причинам утратили силу. Например, постановление Правительства Российской Федерации «О федеральной целевой программе «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014 - 2020 годы» утратило свою актуальность, так как с 2018 г. мероприятия данной ФЦП реализовались в рамках Госпрограммы развития сельского хозяйства на 2013 - 2025 гг., а с 2021 г. – Госпрограммы эффективного вовлечения в оборот земель сельхозназначения и развития мелиоративного комплекса страны.

Так как конституционным положением является то, что земельное законодательство находится в совместном ведении Российской Федерации и ее субъектов, то вопросы мелиорации земель к настоящему времени урегулированы не только актами федерального уровня, но и в законах субъектов Российской Федерации, а также в иных региональных актах. Сейчас таких региональных актов, в той или иной степени регулирующих (затрагивающих) вопросы мелиорации земель, законодательными и исполнительными (также наделенными правами нормотворчества) органами было принято почти 1,7 тыс. (в среднем – по 20 актов на регион). Это значительно меньше, чем, например, региональных актов по тематически близким к мелиорации вопросам землеустройства [9] (более 125 тыс. актов), тем не менее, в сочетании с федеральными актами они образуют полноценную подотрасль земельного законодательства.

Отдельно следует отметить, что при регулировании сферы сельского хозяйства и мелиорации земель, в частности, широко применяются госпрограммы, являющиеся, скорее, актами организационно-распорядительного типа, нежели устанавливающего права и обязанности, и порядок их реализации. При этом надо иметь в виду, что такие программы (целевые, в последние годы – госпрограммы), как и разного рода доктрины, концепции, прогнозы, и т.д. сейчас нашли достаточно широкое применение в практике публичного управления именно в качестве источников его правового обеспечения. И хотя, в качестве источников права они это признается не всеми [10, с. 60], они весьма важны.

Именно такой госпрограммой стала принятая в 2021 г. программа эффективного вовлечения в оборот земель сельхозназначения и развития мелиоративного комплекса

страны, предусматривающая не только реосвоение к 2031 г. более 13 млн. га заброшенных угодий, но и сохранение в составе мелиоративного фонда порядка 3,5 млн га угодий, которые при отсутствии мер господдержки выбыли бы из него из-за ухудшения их качественного состояния. В конечном итоге это позволит обеспечить выполнение установок Доктрины продбезопасности как в части расширения общей площади земель сельхозназначения, так и в части восстановления мелиоративных систем и сооружений.

При этом дальнейшее развитие как федерального (сначала), так и регионального законодательства о мелиорации следует осуществлять, охватывая им такие вопросы как: 1) соотношение правового регулирования в сферах – водоснабжения и водоотведения; 2) признания мелиоративных систем недвижимыми объектами; 3) включение в состав этих систем земель и земельных участков, которые орошаются, осушаются ими; 4) разграничение полномочий в сфере мелиорации и управления мелиоративным фондом между госорганами разного уровня и муниципалитетами; 5) частно-государственное партнерство при орошении и осушении земель и ряд других.

Литература

1. Основные направления использования земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации на перспективу: монография. / С.Н. Волков, В.Н. Хлыстун [и др.] ; Государственный университет по землеустройству. – М.: Государственный университет по землеустройству, 2018. – 344 с.

2. Лойко, П. Ф. Землепользование: Россия, мир : (взгляд в будущее) : монография : в 2 кн. / П. Ф. Лойко ; Лойко П. Ф. ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Гос. ун-т по землеустройству. – Москва : Гос. ун-т по землеустройству, 2009. – 20 с.

3. Питерский, В.М. Стратегический потенциал России : Природ. ресурсы / В. М. Питерский. - Москва : Геоинформмарк, 1999. - 251,

4. Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в России / А. В. Колганов, Н. А. Сухой, В. Н. Шкура, В. Н. Щедрин ; [под общей редакцией В. Н. Щедрина] ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. - Москва : ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. - 219 с.

5. Александровская, Л.А. Формирование инструментально-структурного механизма управления мелиорацией земель. / Л.А. Александровская, А.С. Чешев, Н.А. Шевченко // Экономика и экология территориальных образований. – 2015. – № 1. – С. 2.

6. Организационно-экономические механизмы вовлечения в оборот, использования и охраны сельскохозяйственных земель / В. Н. Хлыстун, С. А. Липски, А. А. Мурашева [и др.]. – Москва : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Государственный университет по землеустройству, 2020. – 568 с.

7. Герасимов, А. А. Правовое регулирование мелиорации земель: состояние, предложения по совершенствованию / А. А. Герасимов // Государство и право. – 2014. – № 2. – С. 23-31.

8. Липски, С. Новое в законодательной базе аграрного сектора / С. Липски // Экономист. – 2004. – № 8. – С. 89-94.

9. Папаскири, Т. В. Понятие экспертной системы при землеустройстве и ее интеграция в САПР и ГИС / Т. В. Папаскири // Актуальные вопросы землеустройства, землепользования и земельного кадастра : сборник тезисов докладов и сообщений научно-практической конференции, Москва, 04–06 декабря 1996 года. Том Выпуск 2. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Государственный университет по землеустройству, 1997. – С. 15-17.

10. Правовое обеспечение государственного и муниципального управления : Учебник / И. А. Андреева, В. С. Афанасьев, А. В. Борисов [и др.]. – Москва : Академия управления Министерства внутренних дел Российской Федерации, 2021. – 404 с.

11. Совершенствование гидромелиоративных машин с автоматизацией процесса полива / А.А. Ахтямов [и др.] // Вестник РГАТУ. - 2019. - № 3. - С. 64-68.

12. Романова, Л. В. Перспективы развития мелиорации в Российской Федерации / Л. В. Романова // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : материалы I национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 296-301.

УДК 504

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЗАСУХ И ЗАСУШЛИВЫХ ЯВЛЕНИЙ

О.П. Мешик¹, М.В. Борушко¹

¹ УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Республика Беларусь

Аннотация. В статье анализируются распространённые в практике методические подходы к оценке засух и засушливых явлений, волн тепла. Представленные методы используют различные индикаторы и индексы засухи.

Ключевые слова: засуха, индикаторы засухи, индексы засухи.

Summary: Current methods to assess droughts and aridity are analysed in the paper. The methods apply various drought indicators and indices.

Key words: drought, drought indicators, drought indices.

Введение. В современных условиях глобального потепления климата многие исследователи считают аномальную жару и засуху одними из самых проблемных стихийных бедствий, которые влияют на водные ресурсы, сельское и лесное хозяйство, социально-экономическую устойчивость и здоровье экосистем. Установлена большая смертность населения от высокой температуры и влажности воздуха [1]. В жарких и влажных условиях снижается комфорт человека, психометрическое здоровье и производительность труда, что сказывается на социально-экономической устойчивости регионов. В работе [2] выполнена оценка воздействия теплового стресса на человека в условиях изменения климата. Таким образом, понимание динамики засух и засушливых явлений имеет важное значение для реализации Целей устойчивого развития ООН.

В исследовании [3] показывается, что в последние годы частота и количество засух наряду с экстремальными температурами и лесными пожарами увеличивается. Наблюдения показывают, что экстремально высокие температуры все чаще синхронизируются с условиями засухи во всем мире, поскольку более сухая почва во время волн тепла повышает температуру земной поверхности [4]. Более того, волны тепла могут усиливаться за счет импульсов адвекции тепла из аномально сухих регионов с подветренной стороны, как это было выявлено во время события 2010 года в России [5]. Следовательно, засуха и волны тепла тесно связаны между собой и имеют высокую вероятность возникновения одновременно с усилением воздействия по отношению к отдельным климатическим опасностям [3].

Усиливающиеся засухи являются наиболее разрушительным климатическим фактором для глобальной продовольственной безопасности, они ставят под угрозу надежность инфраструктуры и транспортных коммуникаций [6]. В последние десятилетия

засухи и волны тепла стали проблемой для большинства регионов земного шара, включая Европу и западную часть России в 2003, 2010, 2015 и 2018 гг., США в 2011-2013 гг.; Австралию в 2013 году [7], юго-западный и северный Китай в 2006, 2014 и 2022 гг. Только в США засухи в период с 2011 по 2013 гг. нанесли экономический ущерб примерно в 60 миллиардов долларов [2]. Засухи и волны тепла также усугубляют гибель растений, которая может привести к другим опасностям, таким как лесные пожары и потери урожая [4], создавая в целом проблемы для глобальной продовольственной безопасности и угрожая средствам к существованию и благосостоянию людей. Важным вопросом также является то, как засухи и засушливые явления регулируют продуктивность экосистем. Например, засуха и сильная жара в 2003 году в Европе снизили продуктивность растений примерно на 30 %, тем самым сведя на нет четырехлетнее чистое поглощение CO_2 на территории Европы [8]. После сильных засух восстановление растений обычно существенно замедляется из-за снижения интенсивности их роста. Этот запаздывающий рост, в свою очередь, может повысить уязвимость к следующей засухе [4].

С 1990 года на территории Беларуси значительно увеличивается повторяемость засух в теплый период, увеличивается также площадь их распространения, интенсивность и продолжительность данных явлений [9]. Наиболее сильные засухи отмечались в Беларуси в 1992, 1999, 2002, 2010, 2015, 2018 гг. Следует отметить засуху в мае 2023 г., когда по республике выпало осадков около 19 % климатической нормы на фоне превышения климатической нормы температур воздуха на 1-2 °С.

Исследованиям засух в Беларуси посвящено достаточно много работ, в которых описывается их пространственно-временная изменчивость [10, 11]. В последние годы частота и количество засух, наряду с экстремальными температурами и лесными [12] и торфяными [13] пожарами, имеющих большие социально-экономические и экологические последствия увеличивается [14]. Более того, увеличение частоты засух наблюдается даже в тех регионах, где количество осадков возрастает [15]. На территории Беларуси явно прослеживаются тенденции к аридизации климата [14]. Можно ожидать, что дальнейшее усиление засушливости климата, в частности, рост возникновения волн тепла и засух, приведет к регулярным значительным потерям урожая, особенно если они будут происходить во время чувствительных фаз развития растений, таких как начало вегетационного периода, стадий цветения и т.п. На сегодняшний день почвенные засухи в Беларуси являются сдерживающим фактором интенсификации сельскохозяйственного производства и требуют серьезных научных исследований [16, 17]. Также засухи и тепловые волны могут повлечь за собой ощутимый дефицит увлажнения территорий, повышения загрязнения воздуха и частоты лесных пожаров, оказывая влияние на землепользование/почвенно-растительный покров, включая сельскохозяйственные культуры и лесные угодья, вызывая негативные экономико-экологические последствия. Таким образом, территория Беларуси и европейская часть России столкнулась с новыми вызовами и угрозами возникновения чрезвычайных ситуаций в связи с изменением климата. Требуется разработка стратегий и мер реагирования на изменившуюся ситуацию [18].

Материалы и методы. В данном исследовании применяется метод сравнительного анализа и метод аналитической оценки данных с целью описания, анализа и сравнения существующих на сегодняшний момент методических подходов при оценке засух и засушливых явлений.

Согласно ГОСТ 22.0.03, засуха определяется как комплекс метеорологических факторов в виде продолжительного отсутствия осадков в сочетании с высокой температурой и понижением влажности воздуха, приводящий к нарушению водного баланса растений и вызывающий их угнетение или гибель. К чрезвычайным ситуациям могут приводить случаи этого опасного метеорологического (гидрологического) явления, при котором наблюдается сочетание высоких температур воздуха, дефицита осадков, низкой влажности воздуха, малых влагозапасов в почве в течение 1 месяца и более, приводящее к значительному снижению урожая или гибели сельскохозяйственных культур [19].

Различают различные виды засух. Атмосферная засуха характеризуется высокой температурой и низкой относительной влажностью воздуха (10-20 %). Продолжительная атмосферная засуха в отсутствие дождей приводит к почвенной засухе, которая более опасна для растений. Почвенная засуха – иссушение почвы, связанное с длительным отсутствием дождей в сочетании с высокой температурой воздуха и солнечной инсоляцией, повышенным испарением с поверхности почвы и транспирацией, сильными ветрами. Обычно атмосферная и почвенная засухи сопровождают друг друга. В Беларуси в чистом виде атмосферная засуха нередко наступает весной, когда почва еще насыщена водой после схода снега. Почвенная засуха часто наблюдается в середине или конце лета, когда зимние запасы влаги уже исчерпаны, а летних осадков недостаточно. Почвенная засуха всегда снижает урожай, а если она начинается очень рано, то может привести к полной его потере. Гидрологическая засуха характеризуется снижением водных ресурсов (речных стоков, озер, водохранилищ, грунтовых вод, подземных водоносных слоев и др.) ниже определенного уровня на данном интервале времени. Интенсивность гидрологической засухи определяется соотношением наличия и требованиями нормальной поставки воды для домашних, производственных, оросительно-сельскохозяйственных и др. нужд. Разница между почвенной и гидрологической засухами часто выражается нечетко из-за того, что гидрологическая засуха может быть вызвана снижением количества осадков вблизи бассейна реки или системы водоносных слоев. Сельскохозяйственная засуха является воздействием метеорологических или гидрологических засух на состояние и урожай сельскохозяйственных культур. Для оптимального развития сельскохозяйственные культуры требуют определенных температур, влажности и минерального питания в течение периода роста. Если в указанный период влажность упадет ниже необходимого уровня, то развитие сельскохозяйственных культур будет замедлено и урожай снижен.

Засухи как периоды длительного дефицита влаги могут быть вызваны сложными и разнообразными процессами, поэтому в исследовательских целях их подразделяют на метеорологические, гидрологические, сельскохозяйственные и социально-экономические типы [20]. Взаимосвязь между различными типами засух, которые происходят одновременно или последовательно затрудняет различие между ними. Например, распространение метеорологической засухи (вызванной главным образом дефицитом осадков) на сельскохозяйственную (вызванную дефицитом влаги в почве) и гидрологическую (дефицит запасов воды или стока) засуху носит нелинейный характер. Кроме того, влияние метеорологической засухи смещается в первую очередь к влажности почвы (сельскохозяйственная засуха), которая в дальнейшем распространяется, вызывая дефицит запасов воды (гидрологическая засуха) на еще более длительные периоды [21].

Результаты и обсуждение. Засуха – это наименее понятое из всех опасных природных явлений из-за сложной природы, вследствие чего отсутствуют ее универсальные и точные критерии для разработки политики в отношении засухи и принятия решений для различных экосистем. Соответствующие инструменты поддержки принятия решений основаны на индикаторах и индексах, которые широко используются для количественной оценки физических характеристик засухи (интенсивности, продолжительности, повторяемости). Индикаторы засухи и индексы засухи разрабатываются для отслеживания гидрологических циклов и взаимозаменяемо используются специалистами, занимающимися мониторингом засухи. Индикаторы засухи используются в более широком смысле, чем агрегированные параметры, такие как осадки, температура, речной сток, уровень грунтовых вод, уровень водохранилищ, снежный покров, уровень влажности почвы и индексы засухи. С другой стороны, индексы засухи представляют собой отдельные числовые значения, рассчитанные на основе различных гидролого-климатических переменных, влияющих на засуху, и, следовательно, они имеют значительное преимущество перед простыми необработанными данными при количественной оценке характеристик засухи [20]. Так как на засуху влияют многочисленные гидролого-климатические переменные, такие как осадки, сток, потенциальное испарение и влажность почвы, то одного индикатора засухи может быть

недостаточно для количественной оценки засухи, и, следовательно, такая оценка требует индикаторов засухи, которые объединяют более одного индекса засухи или переменных, влияющих на засуху.

Исследования по оценке засухи на сегодняшний день достигли значительного прогресса в разработке индексов засухи, применимых к различным типам засухи, таких как стандартизированный индекс осадков (SPI) для метеорологической засухи, стандартизированный индекс стока (SRI) для гидрологической засухи и процентиля влажности почвы для сельскохозяйственной засухи. Научным сообществом разработаны более 50 индексов засухи [22]. Далее представлен краткий обзор основных из них.

Стандартизованный индекс осадков (Standardized Precipitation Index, индекс SPI) [23]. Индекс SPI был разработан в 1993 г. в университете Колорадо. Он основан на вероятности осадков для определенного периода (ряд наблюдений должен быть более 30 лет), и затем вероятность наблюдаемых осадков преобразуется в индекс. Краткосрочные периоды (1-3 месяца), для которых рассчитывается индекс SPI, отражают метеорологическую засуху, среднесрочный период до 6 месяцев отражает почвенную засуху, а долгосрочные периоды – 12 месяцев и более – подходят для мониторинга поверхностного и подземного стока [22]. SPI является одним из наиболее популярных индексов, используемых для количественной оценки метеорологической засухи. SPI основан на вероятностном подходе, для его оценки требуются только данные об осадках, и его относительно легко рассчитать. Тем не менее, исключение данных о температуре, потенциальном испарении, скорости ветра и влажности почвы в качестве входной переменной является основным ограничением для получения надежной информации о засухе в условиях современного потепления климата [20].

Индекс засухи Палмера (Palmer Drought Severity Index (PDSI) [24] был первоначально разработан Палмером и основан на примитивном водном балансе почвы, который учитывает осадки, сток и потребность в испарении для конкретного региона. рассчитывается на основе данных о месячных температурах и количестве осадков, а также информации о водоудерживающей способности почв. Учитывает поступающую влагу (осадки) и запасы влаги в почве, принимая во внимание потенциальную потерю влаги в результате температурного воздействия. [25]. Тем не менее, период калибровки оказывает сильное влияние на значение индекса PDSI и может быть ограничением для его использования в областях, отличных от тех, которые используются для калибровки. Возможно дальнейшее улучшение индекса PDSI в контексте других недостатков, таких как: а) фиксированный временной масштаб и присущая индексу PDSI авторегрессионная характеристика в регионах, испытывающих дефицит воды, б) присущие временные рамки, которые делают индекс PDSI непригодным для гидрологических засух, в) предположения о том, что любая форма осадков в виде дождя приводит к неоднозначности в применении индекса PDSI в зимние месяцы и на больших высотах, г) индекс PDSI также наследует отрицательное смещение в оценках стока, предполагая, что сток происходит только после того, как все слои почвы насыщены, д) индекс PDSI страдает от значительной временной задержки в выявлении развивающихся и уменьшающихся засух. Однако важно также отметить, что индекс PDSI на самом деле пытается включить эвапотранспирацию вместе со стоком, пополнением почвы и влажностью, используя данные об осадках, температуре и имеющихся данных о почвенной воде. Несмотря на ряд критических замечаний, индекс PDSI дает полную картину водного цикла и остается одним из наиболее полных индексов засухи.

Рекогносцировочный индекс засухи (Reconnaissance Drought Index, RDI) [26] представляет собой улучшенную версию SPI-индекса и включает потенциальное суммарное испарение в качестве одной из ключевых переменных. Однако потенциальное суммарное испарение оценивает потребность атмосферы в воде, но не обязательно связано с суммарным испарением, поскольку необходимо также оценивать наличие воды. Индекс RDI оценивается как соотношение между накопленными осадками и потенциальной эвапотранспирацией. Однако индекс RDI не обладает способностью эффективно фиксировать изменчивость засухи в зависимости от изменения температуры. Применение индекса RDI может оказаться

неприемлемым, когда потенциальная эвапотранспирация равна нулю.

Стандартизированный индекс суммарного испарения осадков (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI)) [26] обеспечивает относительно гибкий подход, который учитывает совокупное воздействие осадков и потенциального суммарного испарения. Более того, индекс SPEI работает адекватно, учитывая равную чувствительность к осадкам и эталонной эвапотранспирации. Однако он может иметь некоторые ограничения в случае сравнения засух в разных климатических регионах. Например, в полувлажных регионах он может быть более чувствителен к эталонной эвапотранспирации, тогда как во влажных регионах он проявляет большую чувствительность к осадкам. Более того, в отличие от индекса засухи Палмера, индекс SPEI не основан на структуре водного баланса и не учитывает компонент влажности почвы для выявления сельскохозяйственных засух.

Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) характеризует уровень влагообеспеченности исследуемого региона [27]. ГТК разработан Селяниновым в Российской Федерации с учетом условий российского климата. Использует значения температуры и осадков. Индекс ГТК чувствителен к засушливым условиям, характерным для изучаемого климатического режима, обладает достаточной гибкостью и может использоваться в применениях месячного и декадного масштабов. Входные параметры включают значения месячной температуры и количества осадков. Полезен для мониторинга условий сельскохозяйственной засухи. Среди его достоинств простота для расчетов, значения могут применяться к сельскохозяйственным условиям в сезон вегетации. Однако в расчетах не учитывается почвенная влага.

Стандартизированный индекс речного стока (Standardized Streamflow Index, SSFI) [28] был введен Модарресом в 2007 г., а в 2012 г. Телеска и др. продолжили исследования. В исходной работе Модаррес рассматривал SSFI как показатель, аналогичный индексу SPI в том смысле, что SSFI для заданного периода времени определялся как разница в речном стоке от среднего до стандартного отклонения. Индекс SSFI разработан с использованием месячных величин речного стока и методов нормирования, имеющих отношение к SPI. Может быть рассчитан как для данных наблюдений, так и для данных прогнозирования, давая представление о периодах высокого и низкого стока, связанных с засухой и паводками. Входные параметры – данные о речном стоке в суточном или месячном временном масштабе. Индекс SSFI применяется для мониторинга гидрологических условий в различных временных масштабах. Его расчеты просты с использованием программы SPI при одной входной переменной, которая допускает пробелы в данных, что упрощает использование индекса. Недостатки в том, что он характеризует речной сток только в контексте мониторинга засухи без учета каких-либо других воздействий.

Индекс аридности де Мартонне широко применяется для определения развития метеорологической и сельскохозяйственной засухи, и определяется отношением количества осадков к средней температуре [22].

Индекс избыточного увлажнения Педя (S_i) – показатель избыточного увлажнения или засушливости территории, который получил широкое распространение с 1970-х гг. и хорошо себя показал для определения территории засухи 2010 г. относительно остальных рассматриваемых индексов засушливости [29].

Благодаря современным технологиям дистанционного зондирования земли появились новые подходы расчета индексов засушливости на основе данных, получаемых из спутниковых наблюдений. Например, *индекс температурных условий* (Temperature Condition Index, TCI) [30] разработан Коганом, США. За счет того, что используются тепловые каналы радиометра сверхвысокого разрешения, индекс TCI применяется для определения стресса растительности, вызванного температурой и избытком влажности. Условия оцениваются относительно максимальной и минимальной температур и модифицируются для отражения различных реакций растительности на температуру. Индекс рассчитывается из данных спутниковых наблюдений, используется совместно с *нормализованным разностным вегетационным индексом* (NDVI) и *индексом вегетационных условий* (VCI) для оценки

засушливости растений в ситуациях, когда сельскохозяйственные последствия являются основной проблемой. Достоинства: высокое разрешение и хороший пространственный охват. Недостатки: существует вероятность помех от облачности, а также непродолжительный период наблюдений.

Выводы. Сравнительный анализ самых широко распространенных в практике индексов засухи показал, что к критериям выбора показателей и индексов засухи относятся не только применимость индекса к интересующему типу засухи, но и доступность и простота в применении индекса, доступность данных для расчета выбранных индексов. Национальные метеорологические и гидрологические службы разных стран пользуются определенными, подходящими для них индексами. Так, согласно опросу Комиссии по сельскохозяйственной метеорологии ВМО за 2010–2014 гг. пять наиболее широко используемых индексов засушливости в Республике Беларусь включают: *Модели продуктивности сельскохозяйственных культур; индекс увлажнения Шашко; измерения влажности по Процерову; запасы влаги в почве; количество дней в месяце с относительной влажностью $\leq 30\%$* [22]. Необходимо подчеркнуть, что этот список не является исчерпывающим для всех используемых индексов засушливости, однако он дает хорошее представление о том, что в настоящее время используется и/или имеется в наличии.

Литература

1. Coffel E. D. Extreme heat and its impacts in a changing climate / E.D. Coffel. – Columbia University, 2018.
2. Zhang, W. Deadly Compound Heat Stress-Flooding Hazard Across the Central United States / Zhang, G. Villarini // *Geophys. Res. Lett.*, 47: e2020GL089185. <https://doi.org/10.1029/2020GL089185>
3. Land-atmospheric feedbacks during droughts and heatwaves: state of the science and current challenges / D.G. Miralles, P. Gentine, S.I. Seneviratne, A.J. Teuling // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2019. – V. 1436. – Issue 1. – pp. 19-35.
4. Land-atmosphere feedbacks exacerbate concurrent soil drought and atmospheric aridity / S. Zhou [et al] // *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2019, 116(38), 18848-18853.
5. Amplification of mega-heatwaves through heat torrents fuelled by upwind drought / D.L. Schumacher [et al] // *Nature Geoscience*, 2019, 12(9), 712-717.
6. A typology of compound weather and climate events / J. Zscheischler [et al] // *Nature reviews earth & environment*, 2020, 1(7), 333-347.
7. Mukherjee, S. Increase in compound drought and heatwaves in a warming world / S. Mukherjee, A.K. Mishra // *Geophysical Research Letters*, 2021, 48(1), e2020GL090617.
8. Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003 / P. Ciais [et al] // *Nature*, 2005, 437(7058), 529-533.
9. Atlas: Weather Hazards in Belarus / A. A. Volchak [and others]. – М. : All-Russian Research Institute for Hydraulic and Land Reclamation, 2017. – 70 p.
10. Сачок, Г. И. Пространственная и временная неоднородность рядов заморозков и засух на территории Беларуси / Г. И. Сачок, Г. А. Камышенко // *Вестник Полоцкого университета. Серия В.* –2005.– № 3. – С. 92–97.
11. Бровка, Ю. А. Циркуляционные условия формирования и пространственно-временное распределение атмосферных засух на территории Беларуси в период современного потепления климата / Ю.А. Бровка // *Природные ресурсы*. – 2022. – № 2. – С. 5–15.
12. Федосеева, А. В. Лесные пожары как результат антропогенной деятельности в Республике Беларусь / А.В. Федосеева // *Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий*. – 2016. – №. 4. – С. 364-366.

13. Сарасеко, Е. Г. Возникновение торфяных пожаров и способы их ликвидации / Е. Г. Сарасеко, С. В. Потапенко // Мелиорация. – 2019. – № 4(90). – С. 74-85.
14. Логинов, В. Ф. Современные изменения климата Беларуси / В. Ф. Логинов // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2022. – Т. 8, № 1. – С. 51-74.
15. Устойчивость земледелия и риски в условиях изменения климата : Резюме коллективной монографии / Г. А. Романенко, А. А. Завалин, В. П. Якушев [и др.] ; Российская Академия сельскохозяйственных наук Отделение земледелия, Отделение мелиорации, водного и лесного хозяйства, Агрофизический научно-исследовательский институт. – Санкт-Петербург : НОУ НПО "Салезианский Центр "Дон Боско", 2009. – 95 с..
16. Вихров, В. И. Гармонические составляющие многолетних колебаний сезонных показателей почвенной засухи в Беларуси / В.И. Вихров// Мелиорация. – 2018. – № 1. – С. 24–29.
17. Оценка влагозапасов и повторяемости почвенных засух на территории Белорусского Полесья в период современного потепления климата / В. И. Мельник, И. В. Буяков, Н. Г. Пискунович, Т. Г. Шумская // Природные ресурсы. – 2020. – № 2. – С. 104–114.
18. Левчук, О. В. Новые вызовы и угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций в Республике Беларусь в связи с изменением климата/ О.В. Левчук // Вестник университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3. – № 4. – С. 446–461.
19. Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций. Общие положения. Порядок функционирования системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций : ТКП 304-2011 (02300). – Введ. 2011. – Минск : Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2011.
20. Mukherjee, S. Climate change and drought: a perspective on drought indices / S. Mukherjee, A. Mishra, K.E. Trenberth // Current climate change reports. – 2018. – Т. 4. – С. 145-163.
21. Lloyd-Hughes B. The impracticality of a universal drought definition. Theor. Appl. Climatol. [Internet]. Springer Vienna; 2014 [cited 2018 Jan 16];117: 607–11. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00704-013-1025-7>.
22. Svoboda, M. World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP), 2016: Handbook of Drought Indicators and Indices / M. Svoboda, B.A. Fuchs // Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series. – Т. 2.
23. Guttman, N.B., 1999: Accepting the Standardized Precipitation Index: a calculation algorithm. Journal of the American Water Resources Association, 35:311–322.
24. Palmer, W.C. Meteorological drought / W.C. Palmer // Research Paper No. 45, 1965, 58 p. <https://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/docs/palmer.pdf>.
25. Alley, W.M., 1984: The Palmer Drought Severity Index: limitations and assumptions. Journal of Applied Meteorology, 23:1100–1109], [Palmer, W.C., 1965: Meteorological Drought. Research Paper No. 45, US Weather Bureau, Washington, DC.
26. A multiscalar drought index sensitive to global warming: the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index / S.M. Vicente-Serrano [et al] // J Clim. 2010; 23:1696–718. Режим доступа: <http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/2009JCLI2909.1>.
27. Селянинов, Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата/Г.Т. Селянинов // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. –1928. – Вып. 20. – С. 165–177.
28. Modarres, R. Streamflow drought time series forecasting / R. Modarres // Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 2007, 21:223–233.
29. Золотокрылин, А. Н. Экстремальные засухи на Европейской территории России в период 1936-2010 гг / А. Н. Золотокрылин, Е. А. Черенкова // Проблемы региональной экологии. – 2012. – № 5. – С. 41-46.
30. Совершенствование гидромелиоративных машин с автоматизацией процесса полива / А.А. Ахтямов, А.И. Рязанцев, О.П. Гаврилина [и др.] // Вестник РГАТУ. - 2019. - № 3. - С. 64-68.

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ПОЙМЕННЫХ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС

А.А. Павлов¹, А.В. Ильинский¹, К.Н. Евсенкин¹

¹Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, г. Рязань, РФ

Аннотация. В статье представлены результаты изучения динамики уровня грунтовых вод на стационарном участке мелиорированной аллювиальной почвы в период вегетации кукурузы на силос. Выполнен анализ изменения уровней грунтовых вод и высоты главного стебля кукурузы по декадам. Дана сравнительная оценка глубины залегания грунтовых вод и глубины потребления влаги корневой системой выращиваемой культуры.

Ключевые слова: кукуруза на силос, грунтовые воды, высота главного стебля, мелиорированные земли, аллювиальные почвы.

Summary. The article presents the results of studying the dynamics of the groundwater level on a stationary site of reclaimed alluvial soil during the growing season of corn for silage. The analysis of changes in groundwater levels and the height of the main corn stalk by decades are also presented. A comparative assessment of the depth of groundwater occurrence and the depth of moisture consumption by the root system of the cultivated crop is given.

Key words: corn for silage, groundwater, height of the main stem, reclaimed lands, alluvial soils.

Использование в сельском хозяйстве пойменных мелиорированных земель требует поддержания на них нужного для культур водного и питательного режимов почв. Периодическое подтопление в весенний период и иссушение почв в меженный период создают жесткие рамки для выбора возможных культур для выращивания на таких землях [1]. Требования растений к водно-воздушному режиму по фазам вегетации отличаются, поэтому уровень грунтовых вод должен устанавливаться в соответствии с ними [2]. С целью изучения динамики уровня грунтовых вод на стационарном участке мониторинговых наблюдений пойменных мелиорированных земель при выращивании кукурузы на силос был обустроен локальный створ, состоящий из трех наблюдательных скважин (рис.1). Территория мелиоративного объекта оборудована регулирующей сетью из пластиковых труб диаметром 6,3 см, сброс воды из которых производится в закрытые коллекторы, а затем в каналы. Глубина заложения коллекторов 1,5-1,1 м, дрен 1,2-0,9 м. Расстояние между дренами 15 м. Мелиоративная сеть исследуемой пойменной территории, построенная во второй половине прошлого столетия, нуждается в настоящее время в реконструкции.



Рисунок 1 – Схема расположения сети наблюдательных скважин в 2023 году

Ранее проведенные мониторинговые исследования состояния почвенного покрова данного агроландшафта показали, что за последние 30 лет наблюдается ухудшение агрохимических характеристик и развитие деградационных процессов, что требует проведение агромелиоративных мероприятий, направленных на повышение плодородия и продуктивности пойменных земель [3].

Дата начала бурения (07.06) связана с наступлением первых всходов кукурузы, так как скважины планировалось расположить в рядах посевов во избежание их случайной ликвидации при междурядных обработках посевов. Бурение наблюдательных скважин выполнялось ручным дисковым буром до появления грунтовых вод (рис. 2).

Обустройство пробуренных скважин представляло собой установку и закрепление оголовков с крышками. Измерение уровней воды в скважинах выполнялось уровнемером-хлопушкой. В течении вегетационного периода, по мере снижения установившегося уровня грунтовых вод до уровня дна скважины, выполнялось углубление наблюдательных скважин путем добуривания.

В период проведения исследований с июня по сентябрь, в первый месяц наблюдались обильные осадки в 1,5-2 раза выше месячной нормы. Остальные месяцы наблюдался острый дефицит осадков. Снижение грунтовых вод происходило стабильно во всех скважинах от замера к замеру, при этом недостаточное количество осадков в течение всего периода вегетации способствовало установлению данных уровней (рис. 3-5).

В скважине № 1 (рис. 3) начальное значение уровня грунтовых вод на дату первого измерения составляло 104 см. Уровень грунтовых вод за июнь снизился на 31 см, за июль снизился на 50 см, при этом общее снижение за два месяца составило 81 см. За август снижение составило 25 см, при этом общее снижение за три месяца составило 106 см. За первую неделю сентября уровень грунтовых вод понизился на 2 см. Таким образом, с момента обустройства скважин (07.06) до уборки урожая (07.09) снижение уровня грунтовых вод составило 104 см.



Рисунки 2 – Бурение и обустройство наблюдательных скважин на участке стационарных наблюдений (июнь 2023 года)

В скважине № 2 (рис. 4) начальное значение уровня грунтовых вод на дату первого измерения составляло 110 см. Уровень грунтовых вод за июнь снизился на 35 см, за июль снизился на 48 см, при этом общее снижение за два месяца составило 83 см. За август снижение составило 17 см, при этом общее снижение за три месяца составило 100 см. За первую неделю сентября уровень грунтовых вод снизился на 3 см. Таким образом, с момента обустройства скважин (07.06) до уборки урожая (07.09) снижение уровня грунтовых вод составило 109 см.

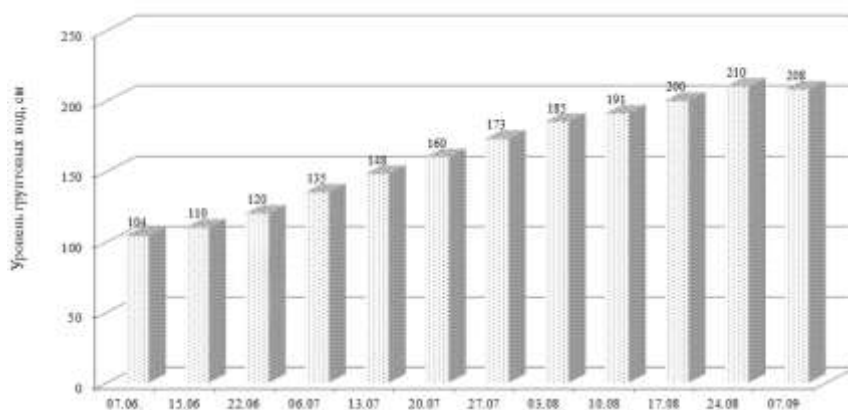


Рисунок 3 – Динамика УГВ в скважине №1 в 2023 году

В скважине № 3 (рис. 5) начальное значение уровня грунтовых вод на дату первого измерения составляло 110 см. Уровень грунтовых вод за июнь снизился на 42 см, за июль снизился на 42 см, при этом общее снижение за два месяца составило 84 см. За август снижение составило 19 см, при этом общее снижение за три месяца составило 103 см. За первую неделю сентября уровень грунтовых вод снизился на 2 см. Таким образом, с момента обустройства скважин (07.06) до уборки урожая (07.09) снижение уровня грунтовых вод составило 105 см.

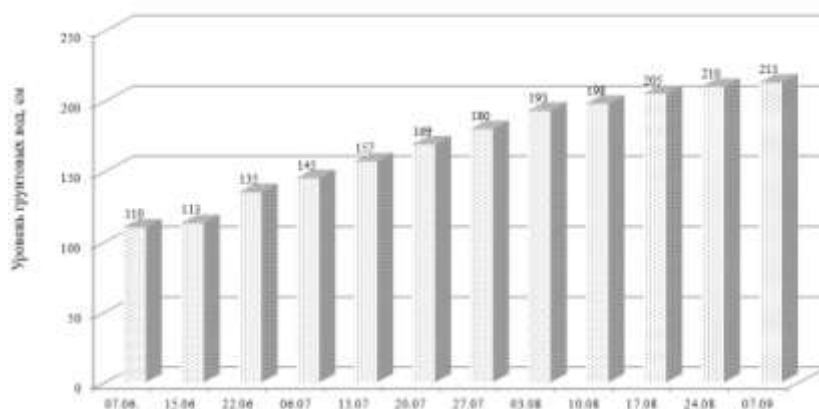


Рисунок 4 – Динамика УГВ в скважине №2 в 2023 году

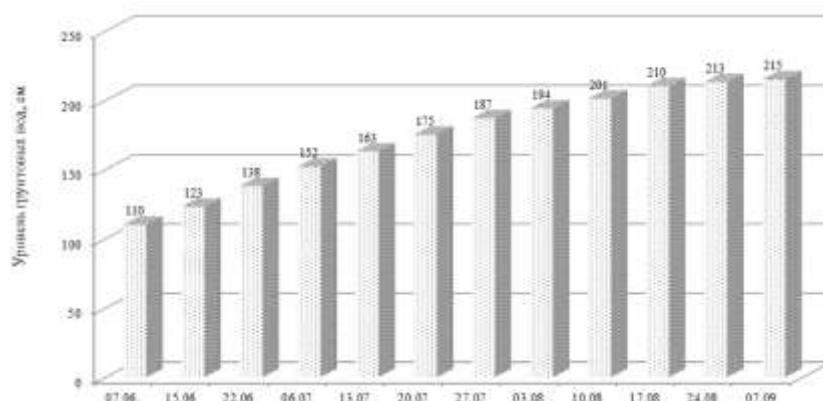


Рисунок 5 – Динамика УГВ в скважине №3 в 2023 году

Варьирование уровня грунтовых вод в скважинах на одну дату замеров могли составлять от 3 до 18 см, причем наибольшие различия наблюдались в начале вегетационного периода, а в конце различия вдвое снижались. В целом, за весь период наблюдений во всех

скважинах прослеживалась схожая динамика уровня грунтовых вод, что дало объективную оценку залегания грунтовых вод на исследуемой территории. Общее снижение уровня грунтовых вод в среднем на 106 см за три полных месяца на пойменных мелиорированных землях в первую очередь обуславливается дефицитом осадков.

Измерения уровня грунтовых вод пересекались с измерениями высоты главного стебля выращиваемой кукурузы на силос (рис. 6).



Рисунок 6 – Измерение высоты главного стебля растений кукурузы (август 2023 года)

Средняя высота главного стебля кукурузы на дату, предшествующую первому измерению уровня грунтовых вод составляла 3,1 см (фаза 2-ого листа). Наибольший скачок в линейном росте отмечен в период с 13.06 по 06.07 и составил 100,3 см. При этом только за 7 дней с 20.06 по 27.06 средняя высота увеличилась на 40,4 см. Весь следующий период до уборки урожая кукурузы на силос отмечается замедление прибавки высоты главного стебля в среднем с 20 до 9,6 см между измерениями (рис. 7).

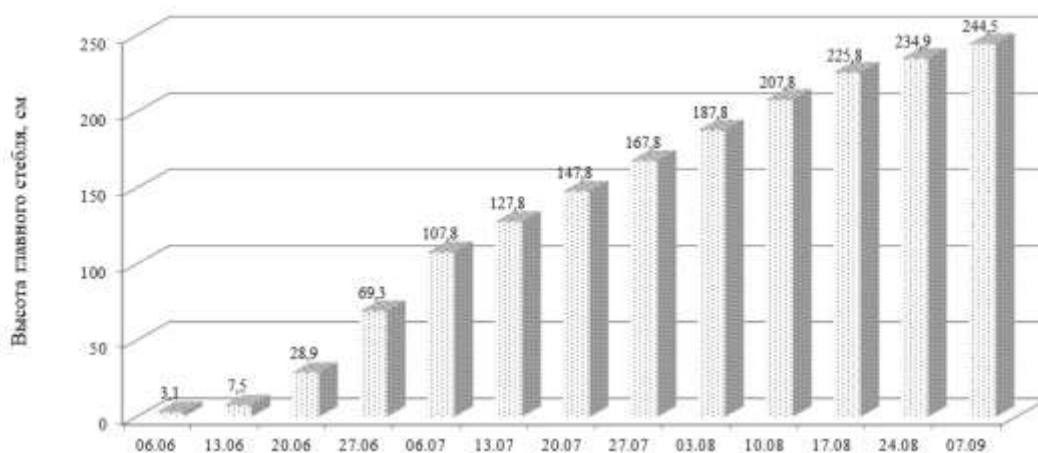


Рисунок 7 – Динамика изменения высоты главного стебля в период вегетации кукурузы в 2023 году

Кукуруза имеет хорошо развитую мочковатую корневую систему, проникающую на глубину более 1,5 м. Основная масса корней расположена до 1 м. Несмотря на то, что кукуруза относится к категории культур с большим водопотреблением, корневая система благополучно развивается в условиях с умеренным увлажнением почвенного слоя [4,5]. В начальный период роста кукурузы влага расходуется преимущественно из интервала 0-30 см. С развитием корневой системы и повышением температуры атмосферного воздуха

увеличивается потребление воды из низлежащих слоев почвы. В периоды вегетации, начиная от всходов до выметывания метелки (июнь-июль) основное водопотребление происходит с интервала 20-40 см, далее до фазы молочной спелости (август), основное водопотребление происходит с интервала 30-55 см, и к концу периода вегетации текущий параметр увеличивается до 60 см [6].

Таким образом, мощная корневая система кукурузы, обеспечивая питание растений влагой с большой глубины, способствовала обеспечению благоприятных условий для роста и развития кукурузы на силос с урожаем на уровне 36,1 т/га.

Литература

1. Евсенкин, К. Н. Исследование запасов воды в снежном покрове аллювиальных почв мелиорированных земель Окской поймы / К. Н. Евсенкин, А. В. Ильинский // Евразийский союз ученых. – 2020. – № 6-6(75). – С. 10-13. – DOI 10.31618/ESU.2413-9335.2020.6.75.874.
2. Оптимизация параметров почвенных режимов лугов Окской поймы / Ю. А. Мажайский, Ю. А. Томин, С. В. Тазина [и др.] // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2017. – № 3(32). – С. 3-7.
3. Ильинский, А. В. Обоснование повышения урожайности кормовых культур на мелиорированных аллювиальных почвах окской поймы/ А. В.Ильинский, К.Н. Евсенкий // Евразийский союз ученых. – 2020.– № 7-8(76).– С. 25-27. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.8.76.956.
4. Семина, С. А. Водный режим и водопотребление кукурузы в зависимости от приемов возделывания / С. А. Семина // Нива Поволжья. – 2015. – № 2(35). – С. 63-68
5. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на динамику влажности почвы, водопотребление и урожайность кукурузы при выращивании на силос / В. Н. Фомин, М. М. Нафиков, В. В. Медведев, Д. В. Якимов // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 12. – С. 12-16.
6. Установление слоя увлажнения по корневой системе кукурузы / А. В. Кравчук, В. В. Корсак, И. Р. Кудайбергенова, А. Г. Улданов // Евразийский союз ученых. – 2020. – № 5-10(74). – С. 34-36. – DOI 10.31618/ESU.2413-9335.2020.10.74.806.
7. Коченов, В. В. Методика и результаты определения влияния степени уплотнения на силосную массу / В. В. Коченов, Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 5. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 222-228.
8. Перегудов, В. И. Технология производства продукции растениеводства Центрального региона Нечерноземной зоны России : Учебное пособие по агрономическим специальностям / В. И. Перегудов, А. С. Ступин, П. Н. Ванюшин. – Рязань : Рязанская государственная сельскохозяйственная академия, 2005. – 764 с.
9. Захарова, О.А. Микробиологическая оценка грунтовых вод в зоне влияния свинокомплекса и прогнозирование их самоочищения/ О.А. Захарова, О.В. Евдокимова, Бакаева Н.П. // Вестник РГАУ, 2023 – То 15. - №3. – С. 26-37.
10. Худякова, А.Н Классификация запасов подземных вод / А.Н. Худякова, С.А. Симбирцев, Д.В. Колошеин // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: материалы международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 17 февраля 2021 года - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 319-323.

ОЦЕНКА МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТОРФА В ВЕГЕТАЦИОННОМ ОПЫТЕ

П.И. Пыленок¹, Р.О. Ефремов¹

¹ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова» – Мецкерский филиал, г. Рязань, РФ

Аннотация. В вегетационном опыте с торфяной почвой под галегой восточной (козлятником) в условиях светодиодного освещения и лазерного облучения оросительная норма составили 100 мм. Лазерное облучение повысило всхожесть семян и рост биомассы растений на 27,3 % по сравнению с контролем без облучения. Рост продуктивности сопровождался усилением минерализации торфа с потерей его массы на контроле 3,8 кг/м², а при лазерном облучении - 4,31 кг/м². Соответственно возросли потери органического вещества торфа с 2,66 до 3,01 кг/м², или на 11,3%.

Ключевые слова: торфяная почва, галега восточная, светодиодное освещение, лазерное облучение, потери органического вещества, вегетационный опыт.

Summary. In the vegetative experiment with peat soil under the eastern galega (goat) under conditions of LED lighting and laser irradiation, the irrigation norm was 100 mm. Laser irradiation increased seed germination and plant biomass growth by 27.3% compared to the control without irradiation. The increase in productivity was accompanied by increased mineralization of peat with a loss of its mass at the control of 3.8 kg/m², and at laser irradiation - 4.31 kg/m². Accordingly, the losses of peat organic matter increased from 2.66 to 3.01 kg/m², or by 11.3%.

Key words: peat soil, eastern galega, LED lighting, laser irradiation, loss of organic matter, vegetation experience.

Актуальность исследований обусловлена необходимостью снижения антропогенного мелиоративного воздействия на окружающую природную среду (ОПС), сокращения эмиссии углерода, уменьшения минерализации торфяно-болотных почв и продления их жизни. Торфяно-болотные почвы при их осушении и сельскохозяйственном использовании являются высоко продуктивными, но наиболее уязвимыми с экологической точки зрения. При осушении болот естественный биогеоценоз, в котором в анаэробных условиях происходит накопление торфа с интенсивностью около 1 мм в год, трансформируется в агрофитоценоз с аэробным разложением органического вещества с интенсивность от 2-4 до 10 см в год. В результате болото из резервуаров стока углерода превращаются в источники его эмиссии, что приводит к загрязнению атмосферы и водных объектов [1,2]. Осушаемый торф уплотняется, происходит понижение поверхности, изменяются его водно-физические свойства, что может привести к превращению торфяно-болотной почвы в оторфованный агрозем и полному исчезновению торфа [2,3,4].

Для объективной оценки минерализации торфа и потерь углерода наряду с камерными методами применяется мониторинг изменения свойств торфяно-болотных почв в процессе осушения и оценка потерь массы торфа [1,4]. В основе настоящей научно-исследовательской работы, выполненной с учетом методики опытного дела, лежит опыт с торфяной почвой в вегетационных сосудах под культурой галеги восточной под светодиодным освещением [3,5].

С 20 марта по 13 июня 2023 г. был проведен тестовый опыт с торфяной почвой под культурой галеги восточной (козлятника), который включал варианты лазерного облучения семян перед посевом (3 суток, 5 суток и 7 суток) и контроль без облучения. Выбор вариантов с лазерным облучением был связан с плохой всхожестью семян данной культуры без стратификации.

Опыт проводился на установке со светодиодными лампами (рис. 1). Режим освещения устанавливался с помощью таймера – 16 ч освещение и 8 без освещения.



Рисунок 1 –Сосуды с торфом под галегой восточной в светоустановке: слева - всходы на 27.03.2023; справа – состояние растений на 6.06.2023.

В опыте использовался готовый универсальный грунт, включающий торф, раскисляющие вещества (известь, доломитовая мука) и минеральные удобрения. Состав и показатели готового грунта приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Состав используемого в опыте торфа

Показатели	Значение
Азот (сумма аммонийного, нитратного и амидного азота)	не менее 180 мг/л
Фосфор (в пересчете на P ₂ O ₅)	не менее 290 мг/л
Калий	мг/л
Реакция среды (рН _{KCl})	от 5,4 до 6,6 ед.
Содержание органического вещества	не менее 70%

Сосуды емкостью 500 мл заполнялись торфом, равномерно уплотнялись, производилось определение влажности и взвешивание в начале опыта и после его завершения с точностью 0,1 г. Посев проводился сухими семенами с учетом рекомендуемых норм высева по 8 семян на каждый сосуд.

Нормы полива приняты с учетом объема сосудов и составили 50-60 мл на один сосуд. Сроки полива устанавливались по изменению массы контрольных сосудов в каждом варианте опыта при достижении предполивной влажности. Учет биомассы производился сплошным способом путем срезания надземной части растений. Повторность в опытах восьмикратная.

Всего за период с 21.03 по 6.06.2023 было произведено 12 поливов (табл. 2). Оросительная норма составили 100 мм.

Динамика всходов и продукция биомассы галеги восточной показаны в табл. 3. Рост энергии прорастания от лазерного облучения по учету появления всходов проявился только на 7 сутки после посева. Всхожесть семян в вариантах с лазерным облучением по сравнению с контролем увеличилась на 2,6-5,2% в вариантах 3-5 суток облучения и достигла 10,5% в варианте облучения 7 суток.

Таблица 2 – Сроки и нормы поливов в вегетационном опыте, 2023 г.

№ п/п	Даты полива, мл на сосуд	Варианты опыта	
		Контроль без облучения	Лазерное облучение семян
1	21.03.2023	50	50
2	30.03.2023	50	50
3	05.04.2023	60	60
4	12.04.2023	60	60
5	18.04.2023	60	60
6	24.04.2023	60	60
7	30.04.2023	60	60
8	10.05.2023	60	60
9	15.05.2023	60	60
10	22.05.2023	60	60
11	30.05.2023	60	60
12	06.06.2023	60	60

Таблица 3 – Динамика всходов и продукция биомассы галеги восточной в вегетационном опыте (закладка опыта 20.03.2023)

Варианты опыта	Количество всходов					Биомасса, г на 13.06.2023	
	24.03.2023	25.03.2023	26.03.2023	27.03.2023	28.03.2023	сырая	воздушно сухая
Контроль	9	27	35	38	38	45,3	11,0
Лазер 3 сут	3	26	37	40	40	61,4	15,0
Лазер 5 сут	8	31	36	39	39	55,1	13,7
Лазер 7сут	7	24	36	39	42	54,6	13,3

Рост биомассы галеги восточной от лазерного облучения в опыте возрастал обратно пропорционально продолжительности облучения: максимально на 35% в варианте 3 суток облучения, на 21,6% в варианте 5 суток облучения и на 20,5% в варианте 7 суток облучения, что видно из рис. 2.

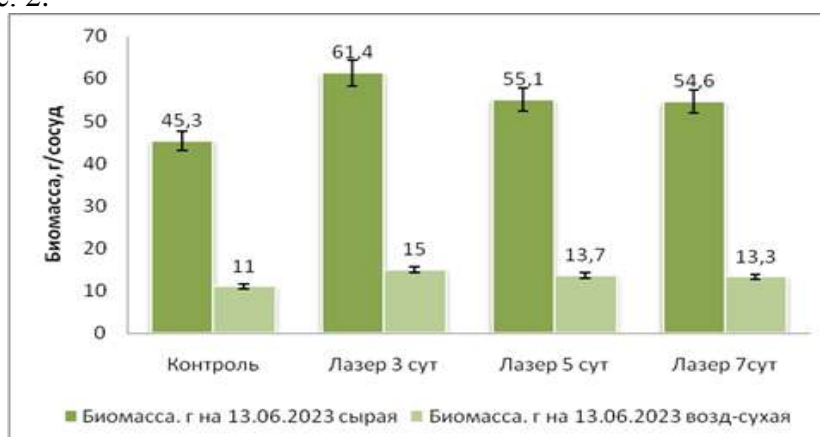


Рисунок 2 - Влияние лазерного облучения семян на продуктивность галеги восточной (козлятника)

Результаты оценки потерь массы торфа и минерализация органического вещества (ОВ) представлены в табл. 4. Из таблицы видно, что потери массы торфа и органического вещества минимальны на контроле, соответственно 3,8 и 2,66 кг/м².

Таблица 4 – Оценка потерь массы торфа в вегетационном опыте, 2023 г.

Варианты опыта	Масса торфа при закладке опыта, г/сосуд	Масса воды в торфе, г/сосуд	Масса торфа в конце опыта, г/сосуд	Потери массы торфа			Потери ОВ, кг/м ²
				г/сосуд	г/см ³	кг/м ²	
Контроль	239,1	149,7	68,5	20,9	0,0418	3,8	2,66
Лазер 3 сут	238,8	149,3	67,6	21,9	0,0438	3,98	2,77
Лазер 5 сут	241,9	148,9	68,8	24,2	0,0484	4,4	3,08
Лазер 7сут	242,2	148,4	68,3	25,0	0,05	4,54	3,18

В вариантах с лазерным облучением рост биомассы сопровождается ростом потерь торфа и органического вещества: в варианте 3 суток облучения 3,98 и 2,77 кг/м², в варианте 5 суток облучения 4,4 и 3,08 кг/м² и варианте 7 суток 4,54 и 3,18 кг/м².

Заключение

1. В вегетационном опыте торфяной почвой под культурой галеги восточной с лазерным облучением и светодиодным освещением было произведено 12 поливов, оросительная норма составила 100 мм.

2. Всхожесть семян в вариантах с лазерным облучением по сравнению с контролем увеличилась на 2,6-5,2% в вариантах 3-5 суток облучения и достигла 10,5% в варианте облучения 7 суток. Продукция воздушно-сухой биомассы в среднем увеличивалась на 27,3%.

3. Рост продуктивности сопровождался усилением минерализации торфа с потерей его массы на контроле 3,8 кг/м², а при лазерном облучении в среднем 4,31 кг/м², или больше на 13,4%. Соответственно возрастали потери органического вещества торфа с 2,66 до 3,01 кг/м².

Литература

1. Залесов, С.В. Роль болот в депонировании углерода/ С.В. Залесов // Международный научно-исследовательский журнал. Биологические науки. –2021.–Вып №7 (109).– с. 6-9.

2. Пыленок, П. И. Агротелиоративное природопользование. Научно-технологические и экологические основы / П. И. Пыленок. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2022. – 215 с. DOI: [10.37738/VNIIGIM.2022.94.88.001](https://doi.org/10.37738/VNIIGIM.2022.94.88.001).

3. Пыленок, П. И. Влияние биоорганических удобрений на воднофизические свойства торфяной почвы и продуктивность сидератов / П. И. Пыленок // Научные подходы к современному развитию мелиорации земель : Сборник научных трудов / Рассмотрено и одобрено на Ученом Совете ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова». – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2023. – С. 333-337.

4. Мелиорация земель/ А.И. Голованов, И.П. Айдаров, М.С. Григоров и др.; Под ред. А.И. Голованова. – М.: КолосС, 2011.- 824 с.

5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. – 336 с.

6. Наумкин, В. Н. Технология растениеводства / В. Н. Наумкин, А. С. Ступин. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2014. – 592 с.

СКОРОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ЛЬНЯНОГО ПОЛОТНА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

И.И. Садовая¹, О.А. Захарова¹, О.В. Евдокимова²

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

²ФГБОУ ВО РГМУ при Минздраве РФ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Внесение органического удобрения на основе отходов животноводства ускоряет разложение льняного полотна. Расчлененность рельефа способствует развитию эрозионных процессов. Приемы комплексной мелиорации земель позволяют получить максимальную стабильную урожайность культуры.

Ключевые слова: почва, органическое удобрение, эрозионные процессы, разложение льняного полотна, мелиорация

Summary. The introduction of organic fertilizer based on animal husbandry waste accelerates the decomposition of linen. The dissection of the relief contributes to the development of erosion processes. Methods of complex land reclamation allow obtaining the maximum stable crop yield.

Key words: soil, organic fertilizer, erosion processes, decomposition of linen, land reclamation

Одной из задач сельскохозяйственного производства является повышение продуктивности земель при внесении комплекса удобрений [1, с. 23]. Добиться этого на землях низкого уровня плодородия и с элементами развитой эрозии без применения комплексной мелиорации невозможно. В современных рыночных условиях проблематично улучшить качественные показатели почвы только за счет приемов земледелия, необходимо внесение минеральных и органических удобрений при проведении почвозащитных противоэрозионных мероприятий. Одним из показателей плодородия почвы является ее биологическая активность, в частности разложение микроорганизмами целлюлозы [2, с. 111].

Цель исследований – изучение скорости разложения льняного полотна при проведении мелиоративных мероприятий.

Исследования проведены в ООО «ЛАГ Сервис - АГРО» Захаровского района Рязанской области при постановке мелкоделяночного полевого опыта. Противоэрозионная мелиорация актуальна в ООО «ЛАГ Сервис - АГРО» Захаровского района Рязанской области, для которого характерна эрозия почв в виде наличия склонов, вызывающих образование промоин (рисунок 1) и разрушение почвы.

Рельеф поля с уклоном в 3,0...5,0°, что по шкале уклонов земной поверхности по Осипову имеет градацию от очень пологих склонов до довольно пологих склонов; эти же склоны по Жучковой и Раковской отнесены к градации склоны пологие (наклонные равнины) – слабопокатые [3, с. 46].

В статье приводятся результаты исследований по опыту №1 с возделыванием овса на зерно сорта Буланный в севообороте на черноземе выщелоченном низкого уровня плодородия (Патент на изобретение № 2784389 (2022). Авторы: И.И. Садовая, О.А. Захарова, О.В. Черкасов, Ф.А. Мусаев, М.И. Голубенко, Д.Е. Кучер, Ю.В. Ломова, Е.Р. Коняев) [4, с. 164].

Схема опыта включала разные варианты с внесением органического удобрения на основе отходов животноводства, без них, с внесением конского навоза, минеральных удобрений и без них. Объекты исследований – почва, целлюлозоразрушающие микроорганизмы. Метод определения целлюлозоразрушающей активности поставлен с использованием льняного полотна, градация результатов - по Звягинцеву.

Погодные условия в годы проведения исследований отличались внутри вегетационного периода, но в целом имели тенденцию к засушливости с гидротермическим коэффициентом по Селянинову 0,98.

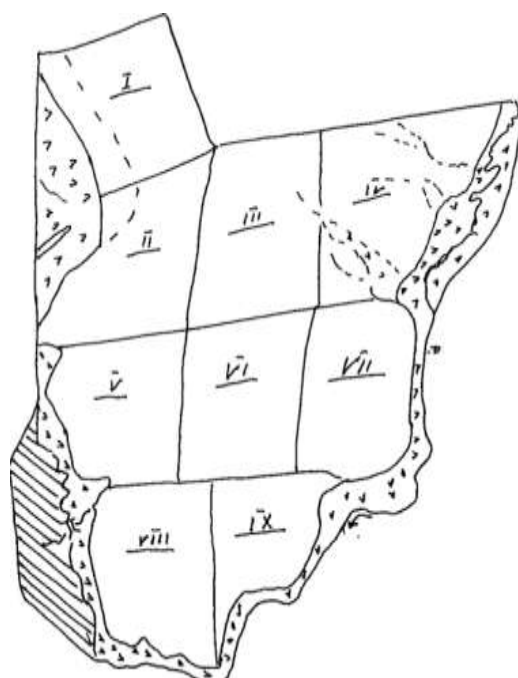
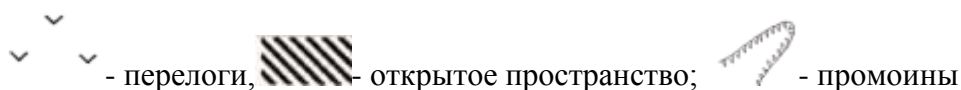


Рисунок 1 – План размещения полей в 6-ти польном зернотравянопропашном севообороте.
На поле №5 заложен мелкоделяночный полевой опыт



При внесении органического удобрения на основе отходов животноводства в почве складывается определенная микрофлора, представленная собственно почвенными микроорганизмами, микроорганизмами ризосферы растений и микроорганизмами перепревшего конского навоза, торфа и микробиологического препарата «Байкал ЭМ-1»; одной из составляющих удобрения является известь.

Результаты исследований показали, что на контроле разложилось чуть более 45% полотна, а при внесении конского навоза – чуть более 73%, при внесении конского навоза на общем фоне $N_{35}P_{45}K_{24}$ – на 5,3% больше.

Наивысшее значение отмечено на варианте 5 при внесении органического удобрения на основе отходов животноводства на фоне $N_{35}P_{45}K_{24}$ – 87% (рисунок 2). При внесении этой же дозы удобрения без фона – на 1,5% ниже. Повышение дозы органического удобрения не вело к усилению процесса разложения льняного полотна, что, по-видимому, способствовало развитию антагонистических внутри- и межвидовых отношений между микроорганизмами из-за высокой численности за пищу. Динамика процесса разложения льняного полотна по месяцам экспозиции выглядит следующим образом:



Рисунок 2 - Скорость разложения льняного полотна на варианте 5

-за первый месяц разложение льняного полотна на варианте 5 составило около 30%, за второй – больше на 38% и за третий – почти на 20% по сравнению со вторым месяцем, то есть пик разложения наблюдался в июле.

Органическое удобрение вносилось однократно в три года осенью. Если анализировать динамику процесса по годам, то максимум наблюдался на следующий год после внесения в почву органического удобрения на основе отходов животноводства, что составило 84,15%, на второй год – 81,60% и на третий – 79,05%, что по шкале Звягинцева характеризовалось как сильная.

В хозяйстве проводятся противоэрозионные мероприятия, к примеру, вспашка поперек склона, введение почвозащитных севооборотов, щелевание, что способствует, наряду с внесением органического удобрения на основе отходов животноводства, получению высоких стабильных урожаев овса.

Итак, активность целлюлозоразрушения зависит от многих факторов, в частности, от дозы вносимого органического удобрения на основе отходов животноводства, в основе которого лежит перепревший конский навоз. При однократном внесении дозой 10 т/га на фоне $N_{35}P_{45}K_{24}$ под овес наблюдается очень сильная активность целлюлозоразрушающих бактерий 87%. Однако при повышении дозы удобрения активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов стабилизируется и затухает из-за развития конкурентных отношений между населением микромира.

Литература

1. Захарова, О. А. Микробиологическая индикация мелиорированных торфяных почв / О. А. Захарова, О. В. Черкасов, К. Н. Евсенкин // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет), 2022. – № 1(62). – С. 23-30.
2. Общия, Е.Н. Целлюлозразлагающая активность почвы в условиях склоновых земель ландшафтов как один из элементов её биологической активности / Е.Н. Общия, А.И. Хрипунов // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса: Коллективная монография / Под редакцией В.В. Окоркова.– Иваново, Издательство: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Верхневолжский федеральный аграрный научный центр", 2019. – С. 111-113.
3. Осипов, С.В. Шкалы уклонов земной поверхности и способы их разработки / С.В. Осипов // Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология. – 2016,. - № 3. – С. 45 – 50.
4. Садовая, И.И. Биолого-экологический мониторинг чернозема выщелоченного при внесении органического удобрения на основе отходов животноводства / И.И. Садовая, О.А. Захарова // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова. – Рязань : РГАТУ, 2022 – Часть I. - с. 163-169.
5. Use of straw in organic farming / I. Y. Bogdanchikov, N. V. Byshov, A. N. Bachurin, M. A. Yesenin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City, Western Siberia, 04–05 июля 2020 года. – Omsk City, Western Siberia, 2021. – P. 012220.
6. Патент № 2731577 С1 Российская Федерация, МПК G01N3/40 Устройство для измерения твердости почвы: № 2022120371: заявл. 25.07.2022: опубл. 25.10.2022 / С. Н. Борычев, Д.В. Колошеин, А.А. Голиков [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ РЕКИ ЧОН-КЕМИН (КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

Г.П. Фролова¹, Н.В. Ершова¹, О.В. Атаманова²

¹Кыргызско-Российский Славянский университет, г. Бишкек, Кыргызская Республика

²Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А., г. Саратов, РФ

Аннотация. Приведена информация о местоположении и основных характеристиках реки Чон-Кемин. Установлены основные гидрологические характеристики, позволяющие судить о гидрологической изученности реки Чон-Кемин. Гидрологические наблюдения р. Чон-Кемин на территории национального природного парка Чон-Кемин осуществлялись с 1928 г. по настоящее время, что составляет период почти 100 лет и является достаточным для подготовки обоснования водохозяйственных и др. мероприятий, проводимых в акватории р. Чон-Кемин на территории природного парка.

Ключевые слова: река, малая ГЭС, гидрологические характеристики, створ наблюдений.

Summary. Information is provided on the location and main characteristics of the Chon-Kemin River. The main hydrological characteristics have been established, allowing one to judge the hydrological knowledge of the Chon-Kemin River. Hydrological observations of the river. Chon-Kemin on the territory of the Chon-Kemin National Natural Park have been carried out from 1928 to the present, which is a period of almost 100 years and is sufficient to prepare a justification for water management and other activities carried out in the water area of the river. Chon-Kemin on the territory of the natural park.

Key words: river, small hydroelectric power station, hydrological characteristics, observation site.

Для решения энергетической проблемы в г. Кемин (Кыргызская Республика) было решено запроектировать и построить малую ГЭС на реке Чон-Кемин в Кеминском районе Чуйской области Киргизии.

Участок проектируемого строительства расположен в 31 км от впадения в р. Чон-Кемин в р. Чу. Расстояние по автомобильной дороге до города Кемин составляет 58 км (рис.1).

Река Чон-Кемин является самым крупным притоком р. Чу, впадает в р. Чу с правой стороны в среднем течении при выходе р. Чу из узкого Боомского ущелья. Протекает р. Чон-Кемин в узком ущелье V-образной формы (рис.2). Имеет длину от истока до устья 112,5 км. Ширина бассейна 25,4 км. По мере течения принимает большое количество мелких притоков. Бассейн р. Чон-Кемин ограничен двумя протяженными хребтами Тянь-Шаня – Кунгей Ала-Тоо и Заилийским Ала-Тоо [1-3].

Река Чон-Кемин в гидрологическом отношении является хорошо изученной. В створе гидропоста «устье р. Карагайлибулак» - проводились, а в створе «устье» - в настоящее время ведутся наблюдения Кыргызским Управлением Гидрометеослужбы (табл. 1).

В основании изучения материалов наблюдений на гидропосту «Чон-Кемин-устье р. Карагайлибулак» за весь период наблюдений был проведен анализ и установлены основные гидроморфометрические характеристики р. Чон-Кемин в нескольких створах наблюдений [4-6]. Основные гидроморфометрические характеристики р. Чон-Кемин приводятся в таблице 2.

Одним из важнейших моментов при изучении гидрологического режима р. Чон-Кемин являлся анализ водного режима реки [7].



Рисунок 1 – Относительное размещение гидроэнергетических сооружений малой ГЭС от г. Кемин



Рисунок 2 – Река Чон-Кемин

Таблица 1 – Гидрологическая изученность р. Чон-Кемин

Створ	Периоды наблюдений					
	Характерными уровнями	Средними и характерными расходами	Температурой воды	Ледовыми явлениями	Расходом и стоком взвешенных наносов	Химическому составу воды
Устье р. Карагайлибулак	1951	1950	1953	1950	1960-1980	-
устье р. Чон-Кемин	1943	1929-2022	1953	1928	1931-35, 38-42, 44, 49- н.в.	1938-42

Водный режим рек в условиях Кыргызстана во многом определяется высотным расположением речного бассейна, ориентацией склонов водосборного бассейна относительно влагонесущих воздушных масс и др. факторов. Бассейн р. Чон-Кемин открыт для проникновения воздушных масс с запада и северо-запада, что обуславливает его значительное увлажнением.

Таблица 2 – Гидроморфометрические характеристики р. Чон-Кемин

Створ на р. Чон-Кемин	Расстояние от устья, км	Площадь F, км ²	Расстояние от истока	Н _{ср.взв.} , м	Н _{створа} , м	Координаты	
						Долгота λ	Широта φ
В 0,3 км от устья	0,3	1890	112,2	3010	1289	75°53'40"	42°41'29"
Водозабор для ГЭС1	30,5	1251	82,0	3170	1780	76°15'52"	42°45'27"
Карагайлибулак	39,6	1070	74,0	3400	2078	76°22'54"	42°47'26"

Основными источниками питания р. Чон-Кемин являются ледники и вечные снега, которые находятся на водораздельной полосе хребтов Терской, Кунгей Ала-Тоо. Значительную роль играют также сезонный снег, весенне-летние дожди и подземные воды.

Река Чон-Кемин в створе гидропоста «Чон-Кемин-устье р. Карагайлибулак» имеет средневзвешенную высоту водосбора $N_{ср.взв.}=3,170$ км, для которой характерно среднее оледенение (около 10%).

В годовом стоке реки можно выделить три основных фазово-однородных периода:

- снегового половодья, формируемого преимущественно талыми водами сезонных снегов нижних и средних ярусов гор, при этом объем половодья хорошо коррелируется с величиной выпавших осадков в предшествующий осенне-зимний период. Начало половодья определяется наступлением устойчивых положительных температур воздуха. Временные границы снегового половодья – март-июнь месяцы. В этот период отмечаются и максимальные расходы воды. Нарастание волны половодья происходит интенсивно и занимает более короткий период по сравнению с волной спада половодья;

- снегово-ледникового половодья, формируемого преимущественно талыми водами высокогорных снегов, снежников. Данный период приходится на наиболее жаркий период года, приходится на июль-август месяцы и выражен гораздо слабее, чем период снегового половодья, поскольку в бассейне отсутствуют ледники. Волна половодья имеет меньшую продолжительность подъема и длительность половодья по сравнению с реками ледниково-снегового питания. Что связано с резким увеличением температуры воздуха в весеннее время, приводящего к интенсивному таянию сезонных снеготалых запасов, практически отсутствием ледников на водосборной площади бассейна;

- период осенне-зимней межени, когда река питается водами, аккумулярованными активной поверхностью водосбора, т.е. грунтовыми водами. Для этого периода характерны небольшие расходы, которые плавно снижаются к началу следующего периода половодья, отсутствие внутри суточных колебаний расходов. Период осенне-зимней межени длится с сентября по февраль месяцы. В осеннее время нередки небольшие паводки, вызванные дождевыми осадками.

Важным гидрологическим показателем реки являются максимальные расходы воды в реке. Максимальные расходы воды реки представляют собой наибольшие в году значения мгновенных или срочных расходов, наблюдаемые во время весенних половодий или дождевых паводков. Максимальные расходы в р. Чон-Кемин отмечаются во время половодья обычно в апреле-мае-июле месяцах в зависимости от климатических условий периода половодья, которые определяют сроки начала, продолжительность и дружность таяния сезонных снеготалых запасов. Выдающиеся максимальные расходы формируются также при совокупном воздействии жидких осадков и высокогорного талого стока.

Расчет максимальных расходов в створе гидропоста «Чон-Кемин-устье р. Карагайлибулак» был произведен по методу гидрологической аналогии, выражающейся формулой [8]:

$$Q_{p\%}=[q_{p\%,a}(h_{p\%,г.}/h_{p\%,г,a})(A_a+1/A+1)^{0,15}\delta/\delta_a]A, \quad (1)$$

где $q_{p\%,a}$ - модуль максимального расхода воды вероятностью превышения $P\%$ реки-аналога, $m^3/(c \text{ км}^2)$;

$h_{p\%,r}$ и $h_{p\%,r,a}$ - соответственно для исследуемой реки и реки-аналога расчетный слой годового стока вероятностью превышения $P\%$, мм;

A_a - площадь водосбора реки-аналога км^2 и приводятся в таблице 3.

Таблица 3 - Максимальные расходы воды р. Чон-Кемин

F, км^2	$Q_{0\text{max}}$	C_v/C_s	Максимальные расходы, $\text{м}^3/\text{с}$ обеспеченностью, %					
			0,1	1	3	5	10	20
1251	113	$0,2/2C_v$	187,7	175,3	162,1	155,5	145,6	134

При этом в качестве аналога был выбран створ гидропоста «Карагайлибулак» на реке Чон-Кемин. Для которого предварительно были определены максимальные расходы методом статистической обработки имеющегося ряда наблюдений.

Выводы:

1. Установленные максимальные расходы воды в р. Чон-Кемин позволяют рассчитать другие гидрологические характеристики стока реки и будут положены в основу инженерного расчета проектируемой малой ГЭС в Кеминском районе Чуйской области Киргизии.

2. Гидрологические наблюдения состояния р. Чон-Кемин осуществлялись с 1928 г. по настоящее время, что составляет период почти 100 лет и является достаточным для выполнения гидрологического обоснования и водохозяйственных расчетов, проводимых с целью строительства на р. Чон-Кемин малой ГЭС.

Литература

1. Hydraulic structures for small hydropower engineering of mountain and submountain area / N.P. Lavrov and others: Edited by N.P. Lavrov. - Bishkek: KRSU, 2009. - 492 p.

2. Фролова, Г.П. Гидрологическая изученность рек Кыргызстана / Г.П. Фролова, О.В. Атаманова // Экологические проблемы промышленных городов: сб. науч. тр. по материалам 9-й Межд. науч.-практич. конф. - Саратов. Изд-во СГТУ, 2017. – С.216-220.

3. Ершова, Н.В. Режим засух в центральной части Чуйской долины Кыргызстана / Н.В. Ершова, Г.П. Фролова, О.В. Атаманова // Научные труды Национального парка «Хвалынский»: Вып. 8: Матер. III Всерос. науч.-пр. конф. «Особо охраняемые природные территории: прошлое, настоящее, будущее» Сб. науч. статей. – Саратов-Хвалынк: Амирит, 2016. –С. 10-14.

4. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. - Т. XI Кыргызская ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 450 с.

5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 14. Выпуск 2. Бассейн оз. Иссык-Куль, рек Чу, Талас, Тарим/ Под ред. чл.-корр. Кирг. ССР М.Н. Большакова. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 308 с.

6. Гидрологическая изученность. Том 14. Выпуск 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 441 с.

7. Фролова, Г.П. Гидрологическая изученность реки Ала-Арча на территории национального природного парка Ала-Арча (Киргизская Республика) / Г.П. Фролова, Н.В. Ершова, О.В. Атаманова // Научные труды Национального парка «Хвалынский»: сборник научных статей. – Саратов – Хвалынк: ООО «Амирит», 2021. – Вып. 13. – С.173-178.

8. СП 33-101-2003 Определение основных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой РФ, 2003. 203 с.

9. Худякова, А.Н Классификация запасов подземных вод / А.Н. Худякова, С.А. Симбирцев, Д.В. Колошеин // Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: материалы международной студенческой научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 319-323.

СЕКЦИЯ
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ В НАЦИОНАЛЬНОМ ТРАНСФЕРЕ
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УДК 631.8:633.432

ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОРКОВИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ФОРМ АЗОТА

Л.А. Антипкина¹, В.И. Левин¹, А.А. Слободскова¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Изучено влияние частичной замены нитратов аммонием в качестве источника азота на продуктивность и химический состав моркови в вегетационном опыте. Наиболее благоприятные условия для роста, продуктивности и биохимического состава корнеплодов моркови создаются в том случае, когда доля аммонийного азота составляет 20-30% от общего его содержания в питательной среде. Если значительная часть азота поглощается растением в форме катиона, содержание азота и фосфора в листьях увеличивается, кальция и магния снижается, что в некоторой мере зависит от рН среды. При частичной замене нитратного питания аммонийным происходит снижение рН среды.

Ключевые слова: морковь, нитратное питание, аммонийное питание, продуктивность, качество культуры, антагонизм ионов.

Summary. The effect of partial replacement of ammonium nitrates as a nitrogen source on the productivity and chemical composition of carrots in the growing experiment has been studied. The most favorable conditions for the growth, productivity and biochemical composition of carrot roots are created when the proportion of ammonium nitrogen is 20-30% of its total content in the nutrient medium. If a significant part of nitrogen is absorbed by the plant in the form of a cation, the nitrogen and phosphorus content in the leaves increases, calcium and magnesium decrease, which to some extent depends on the pH of the medium. When nitrate nutrition is partially replaced with ammonium, the pH of the medium decreases.

Key words: carrots, nitrate nutrition, ammonium nutrition, productivity, crop quality, ion antagonism.

Содержание элементов питания в растении сильно зависит от их количества в зоне корнеобитания. Вместе с тем внутренняя концентрация каждого из этих элементов, по-видимому, часто связана с содержанием других элементов как в наружной среде, так и в самом растении. Есть данные о большом количестве взаимодействий между питательными элементами, когда антагонизм между катионами или анионами вызывал недостаток отдельных элементов питания [1, с. 176; 2, с. 102; 3, с. 163]. Большая и, часто, разнонаправленная изменчивость химического состава растений наблюдалась при внесении азота. Например, азотные удобрения увеличивали, не влияли или уменьшали концентрацию фосфора в растениях, что можно объяснить, в какой-то мере, использованием в опытах разных форм азотных удобрений. Если азот поглощается в форме катиона, он обычно снижает поглощение магния и кальция [4, с. 485; 5, с. 148], а по другим данным и калия [2, с. 102]. В то же время возрастает поглощение анионов, особенно фосфора [7, с. 470; 8, с. 736; 9, с. 24-28].

Цель наших исследований состояла в том, чтобы изучить влияние частичной замены нитратов аммонием в качестве азота на биохимический состав листьев и корнеплодов моркови, продуктивность.

Вегетационные опыты проведены в сосудах Митчерлиха. Морковь выращивали на кварцевом песке. Каждый вариант включал по 6 сосудов. Субстраты поливали питательными раствором, в одном литре которого содержалось (мг): N-140, P-31, K-117, Ca-190, Mg-30, Cl-

25. Количество серы варьировало от 60 до 156 мг/л в зависимости от источника и доли аммиачного азота в растворе.

Во время вегетации растений наблюдали за их ростом, проводили учет продуктивности, отбирали растительные образцы для биохимического исследования. Качество корнеплодов моркови и химический состав листьев определяли на «Станции агрохимической службы «Рязанская».

Исследования показали, что частичная замена нитратного питания аммонийным не оказывает существенного влияния на скорость роста растений моркови, если содержание $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ не превышает 40% от общего количества этого элемента в субстрате. Когда доля аммонийного азота в субстрате достигала 60%, то высота, число и площадь листьев на растениях были практически такими же, как и при преимущественно нитратном питании, но урожай и величина плодов уменьшились (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ в субстрате на рост растений томата

Вариант опыта	Доля $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ в субстрате в % от общего N	pH водн. субстрата	Высота растений, см	Число листьев, шт.	Площадь листьев, cm^2
1	<u>10</u>	<u>7,52</u>	<u>34,1</u>	<u>7,3</u>	<u>975,6</u>
	30	7,07	34,4	7,8	998,2
2	<u>15</u>	<u>7,45</u>	<u>35,3</u>	<u>8,3</u>	<u>1132,4</u>
	30	7,03	35,5	8,9	1187,6
3	<u>8</u>	<u>7,56</u>	<u>36,6</u>	<u>7,6</u>	<u>1049,7</u>
	31	7,01	35,9	7,4	1108,4
4	<u>10</u>	<u>7,44</u>	<u>37,2</u>	<u>8,4</u>	<u>1069,0</u>
	30	7,08	38,7	8,5	1097,9
5	<u>40</u>	<u>6,97</u>	<u>3,42</u>	<u>8,2</u>	<u>1113,8</u>
	60	6,55	3,57	8,0	1187,9

*В числителе показатели при широком (8,1:1), в знаменателе – при узком (2,33:1) соотношениях нитратного азота к аммонийному в питательной среде

При узком отношении $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ в субстрате концентрация азота в листьях увеличилась из-за более интенсивного по сравнению с нитратами поглощения аммония и в результате повышения относительной активности аниона NO_3 с подкислением субстрата. Содержание фосфора тоже увеличивалось, а кальция и магния – снижалось (табл. 2).

Таблица 2 – Химический состав листьев моркови под влиянием $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ в субстрате

Вариант опыта	Доля $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ в субстрате в % от общего N	pH водн. субстрата	Содержание в листьях (в % на абсолютно сухое вещество)				
			N	P	K	Ca	Mg
1	<u>10</u>	<u>7,52</u>	<u>3,30</u>	<u>3,332</u>	<u>1,76</u>	<u>3,83</u>	<u>0,754</u>
	30	7,07	3,34	3,386	1,72	3,73	0,728
2	<u>15</u>	<u>7,45</u>	<u>3,37</u>	<u>3,357</u>	<u>1,44</u>	<u>3,63</u>	<u>0,705</u>
	30	7,03	3,45	3,398	1,46	3,42	0,675
3	<u>8</u>	<u>7,56</u>	<u>3,64</u>	<u>3,368</u>	<u>1,77</u>	<u>3,06</u>	<u>0,585</u>
	31	7,01	3,93	3,416	1,74	2,81	0,583
4	<u>10</u>	<u>7,44</u>	<u>3,27</u>	<u>3,334</u>	<u>2,02</u>	<u>4,32</u>	<u>0,667</u>
	30	7,08	3,47	3,350	1,90	4,19	0,689
5	<u>40</u>	<u>6,97</u>	<u>3,42</u>	<u>3,425</u>	<u>1,78</u>	<u>3,22</u>	<u>0,931</u>
	60	6,55	3,57	3,482	1,92	3,96	0,825

*В числителе показатели при широком (8,1:1), в знаменателе – при узком (2,33:1) соотношениях нитратного азота к аммонийному в питательной среде

Снижение в накоплении кальция и магния происходила, по-видимому, вследствие антагонистического взаимодействия между катионами. Аммоний тормозил поглощение этих элементов корнями (первичный антагонизм) и ограничивал перемещение их внутри растения (вторичный антагонизм). В отношении калия общий антагонистический эффект сглаживался в силу повышенной скорости транспорта этого элемента в растительных тканях по сравнению с другими катионами. Увеличение же концентрации фосфора происходило из-за подкисления субстрата и снижения антагонизма со стороны иона NO_3^- . Таким образом, антагонизм между катионами или между анионами может приводить к возникновению недостатка отдельных элементов. Так, при внесении больших доз азотных удобрений в нитратной форме может проявляться недостаток фосфора даже на почвах со средней обеспеченностью этим элементом.

Некоторое снижение урожая корнеплодов моркови (серия опытов 3) обуславливалось пониженным уровнем кальциевого питания (таблица 3). В этих случаях содержание кальция в листьях было ниже «критического уровня».

Таблица 3 – Урожайность моркови под действием $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ в субстрате

Вариант опыта	Доля $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ в субстрате в % от общего N	рН водн. субстрата	Урожайность, г/сосуд		Вес корнеплода, % от веса целого растения
			корнеплоды	вся биомасса	
1	10	7,52	371	478	79,1
	30	7,07	378	489	75,8
2	15	7,45	335	431	77,7
	30	7,03	325	422	77,7
3	8	7,56	318	435	72,6
	31	7,01	286	406	70,4
4	10	7,44	365	471	74,5
	30	7,08	382	492	76,3
5	40	6,97	394	458	75,8
	60	6,55	344	390	73,9

*В числителе показатели при широком (8,1:1), в знаменателе – при узком (2,33:1) соотношениях нитратного азота к аммонийному в питательной среде

При замене в субстрате части нитратного азота аммонийным урожай корнеплодов, процентное содержание в них сухого вещества, моносахаров изменялись незначительно, но увеличивалось количество каротина (табл. 4).

Таблица 4 – Изменение биохимических показателей корнеплодов моркови под влиянием $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ в субстрате

Вариант опыта	Доля $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ в субстрате в % от общего N	рН водн. субстрата	Содержание веществ в корнеплодах			
			сухое вещество, %	моносахариды, %	сумма сахаров, %	каротин, мг%
1	10	7,52	11,91	4,74	5,87	7,77
	30	7,07	11,24	4,37	5,78	7,90
2	15	7,45	11,54	5,95	6,89	4,70
	30	7,03	11,13	5,79	6,92	5,35
3	8	7,56	12,38	5,65	6,97	4,10
	31	7,01	12,47	5,75	7,27	5,29
4	10	7,44	11,05	3,45	4,77	10,40
	30	7,08	11,09	3,82	4,58	10,66

Продолжение табл. 4

5	$\frac{40}{60}$	$\frac{6,97}{6,555}$	$\frac{12,87}{12,78}$	$\frac{4,48}{4,33}$	$\frac{6,18}{6,07}$	$\frac{8,78}{8,88}$
---	-----------------	----------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	---------------------

*В числителе показатели при широком (8,1:1), в знаменателе – при узком (2,33:1) соотношениях нитратного азота к аммонийному в питательной среде

В опытах также изучалось действие соотношения в наружной среде различных уровней фосфорного питания. Исследования показали, что при недостатке фосфора в субстрате уменьшалось содержание фосфора, а также азота и магния в листьях, но увеличивалось количество калия при любом соотношении $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ в наружной среде. В то же время снижался урожай корнеплодов, а содержание в них сухого вещества, сахаров и каротина повышалось (табл. 5, 6).

Таблица 5 – Химический состав листьев моркови под влиянием доз фосфора и соотношения $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ в субстрате

Количество фосфора в субстрате, мг/л	рН водн. субстрата	Содержание в листьях (в % на абсолютно сухое вещество)				
		N	P	K	Ca	Mg
7,75	$\frac{7,45}{7,06}$	$\frac{2,92}{3,08}$	$\frac{0,171}{0,194}$	$\frac{1,98}{1,78}$	$\frac{4,25}{4,09}$	$\frac{0,667}{0,697}$
	$\frac{7,55}{7,03}$	$\frac{3,17}{3,22}$	$\frac{0,228}{0,257}$	$\frac{1,75}{1,71}$	$\frac{4,00}{4,00}$	$\frac{0,755}{0,728}$
31,0	$\frac{7,51}{7,01}$	$\frac{3,31}{3,37}$	$\frac{0,298}{0,338}$	$\frac{1,60}{1,68}$	$\frac{4,03}{4,00}$	$\frac{0,773}{0,748}$

*В числителе показатели при широком (8,1:1), в знаменателе – при узком (2,33:1) соотношениях нитратного азота к аммонийному в питательной среде

При замене в субстрате части нитратного азота аммонийным возрастала концентрация фосфора в листьях. Однако при достаточно высоком уровне фосфорного питания, это не имело существенного биологического значения. Концентрация других элементов в листьях, урожай и содержание веществ в корнеплодах, кроме каротина изменялись незначительно.

Таблица 6 – Урожайность и качество моркови под действием доз фосфора и соотношения $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ в субстрате

Количество фосфора в субстрате, мг/л	рН водн. субстрата	Содержание в корнеплодах (в % на абсолютно сухое вещество)				Урожайность корнеплодов, г/сосуд
		сухое вещество, %	моносахариды, %	сумма сахаров, %	каротин, мг%	
7,75	$\frac{7,45}{7,06}$	$\frac{12,81}{13,04}$	$\frac{4,91}{5,15}$	$\frac{6,40}{6,71}$	$\frac{8,12}{9,06}$	$\frac{298}{322}$
	$\frac{7,55}{7,03}$	$\frac{12,08}{11,55}$	$\frac{4,68}{4,69}$	$\frac{5,98}{5,90}$	$\frac{7,40}{8,42}$	$\frac{350}{360}$
31,0	$\frac{7,51}{7,01}$	$\frac{11,78}{11,47}$	$\frac{4,65}{4,58}$	$\frac{5,81}{5,85}$	$\frac{7,29}{7,95}$	$\frac{376}{370}$

*В числителе показатели при широком (8,1:1), в знаменателе – при узком (2,33:1) соотношениях нитратного азота к аммонийному в питательной среде

В условиях же фосфорного голодания замена в субстрате нитратного азота аммонийным увеличила содержание фосфора и азота в листьях, но снизила количество

калия. При этом урожай корнеплодов, содержание сахаров и каротина в них повышалось. Т.е., при дефиците фосфора роль соотношения $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ в субстрате существенно возрастает.

Таким образом, при частичной замене нитратного питания аммонийным происходит снижение рН среды. Если значительная часть азота поглощается растением в форме катиона, содержание азота и фосфора в листьях увеличивается, кальция и магния снижается, что в некоторой мере зависит от рН среды. При дефиците фосфора снижается также концентрация калия. Наиболее благоприятные условия для роста, продуктивности и биохимического состава корнеплодов моркови создаются в том случае, когда доля аммонийного азота составляет 20-30% от общего его содержания в питательной среде.

Литература

1. Трапезников, В.К. Физиологические основы локального применения удобрений / В.К. Трапезников. - М.: Наука, 1983. – 176 с.
2. Балакай, Г.Т. Современные технологические приемы возделывания овощных культур: научный обзор / Г.Т. Балакай. – Новочеркасск, 2011. – 102 с.
3. Антипкина, Л.А. Практикум по физиологии и биохимии сельскохозяйственных растений: учебное пособие / Л.А. Антипкина, В.И. Левин. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2020. – С. 163.
4. Минеев, В.Г. Агрохимия: учебник для университетов / В. Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 485 с.
5. Овощеводство. Ч. 2.: учебник / М.С. Пивоварова, А.В. Добродей, Ю.В. Однодушнова, Л.А. Таланова, ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань, 2006. – С. 148.
6. Антипкина, Л.А. Обоснование эффективности применения органоминеральных удобрений на деградированных землях при выращивании рапса / Л.А. Антипкина, К.Н. Евсенкин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : материалы Национальной науч.-практ. конф., ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань, 2016. – С. 19-24.
7. Овощеводство : учеб. для студентов вузов по агроном. специальностям / Г.И. Тараканов, В.Д. Мухин, К.А. Шуин и др.; Под ред. Г.И. Тараканова и В.Д. Мухина. - 2. изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2002. – 470 с.
8. Кузнецов, В.В. Физиология растений: учеб. для вузов / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. - М.: Высшая школа, 2005. - 736 с.
9. Волобуева, А.В. Фитогормоны как факторы, регулирующие рост, развитие и устойчивость сельскохозяйственных культур / А.В. Волобуева, Л.А. Антипкина // Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем. Актуальные вопросы производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы по итогам работы круглого стола, материалы научной студенческой конференции. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2018. – С. 24-28.
10. Медведев, С.С. Физиология растений: учебник / С.С. Медведев. - СПб.: БХВ.-Петербург, 2012. - 512 с.
11. Лукьянова, О.В. Перспективы применения биопрепаратов в сельскохозяйственной практике / О.В. Лукьянова, А.С. Ступин, О.А. Антошина, В.С. Конкина // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 5 (389). С. 502-506.

ПОИСК ИНФОРМАТИВНЫХ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ МАРКЕРОВ ХЛОРОПЛАСТНОГО ГЕНОМА ДЛЯ АНАЛИЗА РАЗНООБРАЗИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ГЕНОТИПОВ КАРТОФЕЛЯ

С.В. Горюнова¹, Д.В. Горюнов¹

¹ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», п. Коренево, РФ

Аннотация. Создание генетических паспортов сортов картофеля позволит улучшить охрану интеллектуальной собственности селекционеров, а также решать спорные вопросы при субсидировании семеноводства. Поиск информативных ДНК-маркеров для анализа разнообразия и идентификации генотипов картофеля является важным шагом на пути к разработке генетических паспортов сельскохозяйственных культур. Микросателлитные локусы хлоропластного генома (cpSSR) широко используется для исследования внутривидовой изменчивости видов растений. На основе анализа десяти полных последовательностей хлоропластных геномов образцов вида *Solanum tuberosum* из базы данных GenBank было выявлено 25 полиморфных SSR-локусов. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем для исследований разнообразия и паспортизации образцов картофеля.

Ключевые слова: картофель, генетический паспорт, микросателлитные маркеры, хлоропластный геном.

Summary. Genetic passportisation of potato varieties will improve the protection of intellectual property of breeders, as well as resolve controversial issues when subsidizing seed production. The search for informative DNA markers for the analysis of diversity and identification of potato genotypes is an important step towards the development of genetic passports of agricultural crops. Microsatellite markers of the chloroplast genome (cpSSR) are widely used to study intraspecific variability of plant species. 25 polymorphic SSR loci were identified based on the analysis of ten complete sequences of chloroplast genomes of *Solanum tuberosum*. The results obtained can be used to study the diversity and certification of potato samples.

Key words: potato, genetic passport, microsatellite markers, chloroplast genome.

Для картофеля (*Solanum tuberosum* L.) как вегетативно-размножаемой культуры сохранение сортовой идентичности в процессе ведения семеноводческого процесса имеет большое значение. Для технологического развития отрасли картофелеводства актуальной задачей является проведение паспортизации сортов, которое позволит сохранить разнообразия сортового ресурса по культуре картофеля и развивать подходы к документированию образцов в соответствии с федеральным проектом «Аграрная наука – шаг в будущее развитие АПК». Кроме того, создание генетических паспортов сортов картофеля позволит улучшить охрану интеллектуальной собственности селекционеров, а также решать спорные вопросы при субсидировании семеноводства. В связи с тем, что картофель является одной из важнейших культур в РФ, а также в мире, генетическая паспортизация сортов данной культуры является весьма актуальной задачей. Поэтому важным шагом на пути к разработке генетических паспортов является поиск информативных ДНК-маркеров для анализа разнообразия и идентификации генотипов картофеля.

Маркеры хлоропластного генома широко используются для анализа эволюции т разнообразия растений. Микросателлитные локусы хлоропластного генома (cpSSR) являются высоко полиморфными у разнообразных групп растений и характеризуются гаплоидной природой, отсутствием рекомбинации и материнским типом наследования [1]. Все это делает данный тип маркеров перспективным для исследования внутривидовой изменчивости. На сегодняшний день исследователи выделяют 6 основных типов цитоплазм картофеля: А, М, Р,

T, W, D. Из них три типа (T, W и D) ассоциированы с проявлением признака мужской стерильности [2]. Различия по типам цитоплазмы связаны с различиями по комплексу хозяйственно-полезных признаков, включая фертильность пыльцы и урожайность.

Для поиска информативных локусов хлоропластного генома картофеля было проведено сравнение десяти полных последовательностей хлоропластных геномов образцов вида *Solanum tuberosum* из базы данных GenBank. В работе были использованы образцы MW307947 (сорт Atlantic), DQ386163 (сорт Desiree), NC_008096, MW307949 (сорт Spherody), MW307948 (сорт Favorita), MW307946 (сорт Yanshu 4), MT511703 (клон 08675-21), KM489056, MT120865 (образец TBR), DQ231562. Выравнивание проводили использованием программы MAFFT.

Общая длина выравнивания составила 155 672 п.н. Длина проанализированных последовательностей варьировала от 155 296 п.н. до 155 564 п.н. В результате анализа было выявлено двадцать пять полиморфных SSR локуса (Таблица 1).

Таблица 1 – Полиморфные микросателлитные локусы хлоропластного генома *Solanum tuberosum*

Тип	Левая граница повтора в выравнивании	Правая граница повтора в выравнивании	Длина	Количество аллелей
A	114497	114510	14	2
A	83095	83107	13	2
T	74514	74519	6	2
T	71715	71726	12	2
T	67304	67312	9	2
T	62608	62619	12	2
T	49417	49422	6	2
A	47772	47782	11	2
A	33695	33698	4	2
T	32332	32345	14	2
T	31426	31442	17	2
T	23177	23180	4	2
A	23038	23049	12	2
T	14687	14701	15	2
T	12669	12679	11	2
A	10203	10213	11	2
T	10170	10181	12	2
T	9795	9808	14	2
A	8466	8475	10	2
A	7170	7180	11	2
T	6974	6981	8	2
T	6701	6713	13	2
A	4634	4646	13	2
T	3810	3820	11	2
A	450	462	13	3

Все выявленные полиморфные SSR локусы являлись мононуклеотидными повторами, что характерно для хлоропластных геномов цветковых растений [1]. При этом все полиморфные повторы относились только к A- и T- повторам. В большинстве случаев было выявлено только по два аллеля на локус. Три аллеля было выявлено для локуса, расположенного в координатах 450-462 выравнивания. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем для исследований разнообразия и паспортизации образцов картофеля.

Литература

1. Ebert, D., Peakall R. Chloroplast simple sequence repeats (cpSSRs): technical resources and recommendations for expanding cpSSR discovery and applications to a wide array of plant species / D. Ebert, R. Peakall // *Molecular Ecology Resources* – 2009. – Vol. 9. P. 673–690.
2. Hosaka, K. Development of a rapid identification method for potato cytoplasm and its use for evaluating Japanese collections / K. Hosaka, R. Sanetomo // *Theor Appl Genet.* – 2012. – Vol. 125. P. 1237–1251.
3. Исследование размерных характеристик растительных остатков после механической уборки картофельной ботвы / С. Н. Борычев, С. Е. Крыгин, В. М. Передвенцев, И. А. Успенский // *Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства* : Сборник научных трудов. Том Выпуск 3, Часть 2. – Рязань : РГАТУ, 1999. – С. 38-40.

УДК 579.64

ВЫДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЭНДОФИТОВ ИЗ СЕМЯН ГАЛОФИТОВ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ПОТЕНЦИАЛА

К.В. Кондрашева¹, Р.А. Суярова¹, А.Е. Демкова²

¹*Институт микробиологии АН РУз, г. Ташкент, Республика Узбекистан*

²*ТГТУ им. И.Каримова, г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация. Из семян шести солеустойчивых растений, произрастающих на территории высохшего дна Аральского моря, выделено около 50 галотолерантных бактериальных эндофитов, среда питательный бульон/агар определена как оптимальная среда культивирования. 33 культуры отобраны как стабильно растущие в лабораторных условиях для исследования их потенциала. Изучена ферментативная активность отобранных изолятов в отношении амилазы, протеазы, целлюлазы и уреазы, а также их способность к фосфатмобилизации. Установлено, что для большинства культур характерны одна или несколько из изученных активностей, что говорит о перспективности их дальнейших исследований, как объектов для разработки бактериальных препаратов.

Ключевые слова: галофиты, Аралкумы, солестойчивость, эндофитные бактерии, ферментативная активность, фосфатмобилизация.

Summary: About 50 halotolerant bacterial endophytes were isolated from the seeds of six salt-resistant plants growing on the territory of the dried bottom of the Aral Sea, nutrient broth/agar medium has been identified as the optimal culture medium. 33 cultures were selected as steadily growing in laboratory conditions to study their potential. The enzymatic activity of the selected isolates in relation to amylase, protease, cellulase and urease, as well as their ability to phosphate solubilization, was studied. It has been established that most cultures are characterized by one or more of the studied activities, which indicates the prospects for their further research as objects for the development of bacterial preparations.

Key words: halophytes, Aralkums, salinity tolerance, endophytic bacteria, enzymatic activity, phosphate solubilization.

Введение. Беспорядочное использование удобрений в сельском хозяйстве, особенно азотных и фосфорных, привело к существенному загрязнению почвы, воздуха и воды. Помимо дороговизны, чрезмерное использование этих химикатов отрицательно влияет на почвенные микроорганизмы, состояние плодородия почвы, представляет опасность для человека и окружающей среды [1, 2]. В последнее время бактериальные эндофиты стали

использовать в качестве биоудобрений для улучшения урожайности сельскохозяйственных культур и значительного снижения попадания химических веществ в окружающую среду [3]. Бактериальные эндофиты, способствующие росту растений (PGPE), колонизируют здоровые ткани растений, не вызывая видимой инфекции [4]. Также была установлена защитная функция эндофитных микроорганизмов для хозяина во время биотических и абиотических стрессовых ситуаций [5, 6]. Эти стрессы включают засоление, засуху, температуру, тяжелые металлы и фитопатогенные инфекции, которые являются характерными для территории, вновь образованной после усыхания Аральского моря, пустыни Аралкумы.

Ранее в ряде работ показано, что влияние стресса на растительную клетку снижалось за счет продукции эндофитами необходимых биохимических соединений [7]. Было обнаружено, что помимо производства ростстимулирующих гормонов, эндофиты также производят различные типы внеклеточных ферментов, включая фосфатазу, амилазу, протеазу, целлюлозу, ксиланазу и др. [8].

Ранее мы начали работу по изучению сообществ грибных эндофитов из семян шести растений-галофитов: черкез (*Salsola Richteri*), саксаул черный (*Haloxylon aphyllum (Minkw)*), кандым (*Calligonum caput-medusae*), изень (*Kochia prostrata*), терескен серый (*Ceratoides latens*), чогон (*Aellenia subaphylla*) [9]. Данные растения успешно используются для создания лесонасаждений на территории Аралкумов группой ученых и специалистов под руководством д.с.-х.н., акад. З.Б. Новицкого, которым и были предоставлены образцы семян.

Целью настоящего исследования стало изучение сообществ бактериальных эндофитов, обитающих в семенах солеустойчивых и засухоустойчивых растений с целью оценки их роли в приспособлении к суровым условиям среды обитания и потенциала для биотехнологического и сельскохозяйственного применения.

Материалы и методы

Условия выделения и подбор среды для культивирования эндофитных бактерий

Семена очищали от оболочки, тщательно промывали водопроводной водой, дезинфицировали 1 мин раствором гипохлорита натрия (0,1%), затем 30 сек этанолом (70%). После этого отмывали несколькими порциями стерильной дистиллированной воды, слегка просушивали, разминали каждое семя в асептических условиях и выкладывали по 10 семян в чашки Петри со средами питательный агар (HiMedia) и Сусло (7%) агар. Среда содержали 5% натрия хлорида. Чашки с семенами инкубировали при $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 7 дней. Эксперимент проводили в трех повторностях.

Определение способности к фосфатмобилизации

Определение растворения нерастворимых форм фосфора ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) проводили по изменению цвета среды Пиковской с индикатором вокруг колоний [10].

Определение ферментативной активности бактерий

В соответствующие питательные среды добавляли субстраты: растворимый крахмал (1%), казеин (2%), карбоксиметилцеллюлозу (1%), мочевины (2%) для определения амилазной, протеазной, целлюлазной и уреазной активности соответственно. Способность эндофитов разлагать субстраты определяли по образованию гало зон вокруг колоний или по изменению цвета среды (для уреазы) [11].

Результаты и обсуждения. Эндофиты из семян растений в настоящее время изучены меньше других симбионтов, хотя именно эта группа микроорганизмов является первыми, кто колонизирует молодые саженцы и часто в дальнейшем определяет судьбу растения [12].

В результате эксперимента по выделению бактериальных эндофитов из семян показано, что степень их выделения отличается друг от друга, а также зависит от среды культивирования (табл. 1). Для дальнейших исследований выбраны среда питательный бульон/агар.

Таблица 1 –Процент выделения бактерий из семян галофитов

№	Растение	Бактерии	
		Суло- агар	Питательный агар
1	Кандым	60%	100%
2	Черкез	0%	60%
3	Чогон	10%	60%
4	Саксаул черный	40%	100%
5	Изень	10%	70%
6	Терескен серый	10%	90%

При многократных пассажах (не менее 5) рост некоторых эндофитов, выделенных из семян, прекратился, что может свидетельствовать о неспособности бактерий выживать в условиях аксенического культивирования и зависимости их от растения-хозяина (рис.1.А.). Напротив, из саксаула черного и кандыма при многократных пассажах все выделенные эндофиты сохранили способность к росту, не меняя морфологических признаков. Такие культуры, при обнаружении других полезных свойств, могут быть перспективны для использования.

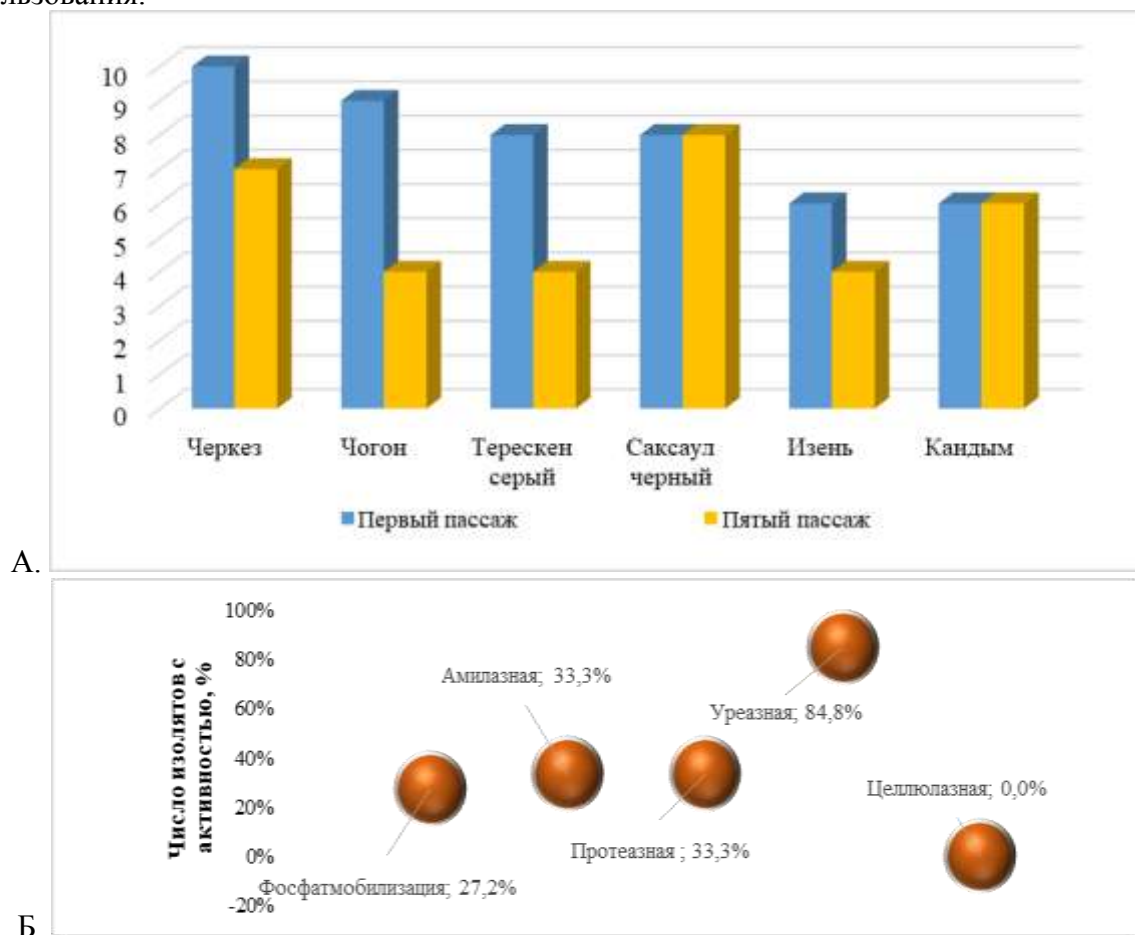


Рисунок 1 – Количественная оценка бактериальных эндофитов, выделенных из семян галофитов (А) и их биоактивность (Б)

В результате эксперимента, в чистую культуру выделено 47 изолятов, из которых для дальнейших исследований отобраны 33 эндофита, способных стабильно расти на среде с добавлением 5% NaCl. Следует отметить, что, по первичной оценке, многие из выделенных бактерий относятся к роду *Bacillus* или близким к нему представителям. В то же время,

методом Maldi-Tof удалось достоверно идентифицировать лишь 10 эндофитов, 4 из которых отнесены к роду *Bacillus*.

Далее был проведен скрининг изолятов по фосфатмобилизующей и гидролитической активности (рис.1. Б). Известно, что большинство фосфорных удобрений, вносимых в почву, осаждается в форме нерастворимых соединений, а некоторые микроорганизмы, способные к фосфатмобилизации, активно превращают их в доступные для растения растворимые формы [10]. Гидролитические ферменты, продуцируемые ассоциированными с растениями, бактериями, способствуют прорастанию семян, адаптации проростков к неблагоприятным условиям среды, а также могут использоваться для защиты от патогенов [11].

В результате первичного скрининга показано, что 31 из 33 эндофитов обладали в той или иной степени способностью к разложению субстратов или нерастворимых фосфатов. При этом следует отметить, что ни один изолят не обладал целлюлазной активностью, тогда как 28 эндофитов (около 85%) были способны разлагать мочевины (рис.2). Амилазной и протеазной активностью характеризовались 11 изолятов (по 33%). Фосфатмобилизация обнаруживалась у 9 культур (27%). 7 эндофитов обладали по меньшей мере тремя активностями одновременно, при этом самый активный изолят - BC1 02-R из терескена обнаруживал все активности кроме целлюлазной.



Рисунок 2 – Уреазная активность бактериальных эндофитов на среде Кристенсена (покраснение среды свидетельствует о положительной активности)

Изучение ферментов, в частности гидролитических, долгие годы в основном было связано с фитопатогенами и способами их колонизации, включая деградацию тканей растений на конечных стадиях. В настоящее время все больше внимания привлекают внеклеточные ферменты эндофитов (амилазы, протеазы, целлюлазы, липазы, пектиназы, хитиназы, ксиланазы), которые, помимо вышеописанной функции, к тому же играют значительную роль в адаптации растений-хозяев и прорастании их семян в стрессовых условиях [8]. Способность разлагать мочевины в первую очередь является специфическим признаком, используемым для характеристики бактерий при их идентификации. С другой стороны, уреазы эндофитов вместе с почвенными фосфатазами, может напрямую модулировать органический углерод почвы (SOC), почвенный азот и микробную биомассу [13]. Поэтому эндофиты с гидролитической активностью весьма перспективны для более детального изучения роли ферментов в мутуалистических отношениях эндофит-растение-хозяин и их прикладного применения.

Несмотря на скромное разнообразие микробных сообществ семян галофитов, произрастающих на территории Аралкумов, а также небольшое число чистых культур, стабильно растущих на синтетических питательных средах, выделенные эндофиты представляют собой ценный объект для исследования, поскольку именно эти культуры, являясь наследуемой частью микробиома, могут населять все ткани растений, играющие большую роль в их адаптации и питании. А оценка ферментативной и фосфатмобилизующей активности показала, что культуры могут быть интересны не только с фундаментальной, но и с практической точки зрения, и в дальнейшем стать объектами для разработки бактериальных препаратов сельскохозяйственного назначения.

Литература

1. Youssef, M.M.A. Biofertilizers and their role in management of plant parasitic nematodes / M.M.A. Youssef, M.F.M. Eissa // E. J. Biotechnol. Pharm. Res. 2014. №5: 1-6.
2. Effect of chemical fertilizer adaptive variants, *Pseudomonas aeruginosa* GRC2 and *Azotobacter chroococcum* AC1 on *Macrophomena phaseolina* causing charcoal rot of *Brassica juncea* / K.K. Joshi, V. Kumar, R.C. Dubey, D.K. Maheshwari // Korean J. Environ. Agric. 2006. №25: 228-235.
3. Endophyte-assisted promotion of biomass production and metal-uptake of energy crop sweet sorghum by plant-growth-promoting endophyte *Bacillus* sp. SLS18 / S.L. Luo [et al] // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2012. №93: 1745–53.
4. Bacon, C.W. Bacterial endophytes: the endophytic niche, its occupants, and its utility / C.W. Bacon, D.M. Hinton // Plant-Assoc. Bacteria. 2006. 155-194.
5. White, J.F. Is plant endophyte-mediated defensivemutualism the result of oxidative stress protection? / J.F. White, Jr., M.S. Torres // Physiol. Plant. 2010. №138:440–446.
6. Leitão, A.L. Gibberellins in *Penicillium* strains: Challenges for endophyteplant host interactions under salinity stress / A.L. Leitão, F.J. Enguita // Microbiol. Res. 2016. №183: 8–18.
7. Endophytic fungi: resource for gibberellins and crop abiotic stress resistance / A.L. Khan [et al] // Crit. Rev. Biotechnol. 2015. №35: 62–74.
8. Carro, L. Knock, knock-let the bacteria in: enzymatic potential of plant associated bacteria / L. Carro, E. Menéndez // Molecular Aspects of Plant Beneficial Microbes in Agriculture, 2020, 169–178.
9. Семена солеустойчивых растений Аралкумов как источник выделения эндофитных грибов/ К.В. Кондрашева, Р.А. Суярова, З.Б. Новицкий, Т.Г. Гулямова // Сохраним почву нашим потомкам : Материалы международной научно-практической конференции. - Астана, 2022. – С . 80-84
10. Поиск фосфатмобилизующих бактерий в почвах Узбекистана / С. И. Закирьяева [и др.] // Universum: химия и биология. – 2021. – № 9(87). – С. 5-10. - URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/12238>
11. Samiksha, Joshi. Enzymatic Activity and Plant Growth Promoting Potential of Endophytic Bacteria Isolated from *Ocimum sanctum* and *Aloe vera* / Samiksha Joshi, Ajay Veer Singh, Birendra Prasad // Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 2018. 7(6): 2314-2326.
12. Li, H.-Y. White Seed Endophytes and Their Potential Applications / Li H.-Y., Sh. Parmar, V. Sharma, J. // In: Verma S., White, Jr J. (eds) Seed Endophytes. Springer, Cham, 2019, 35-39.
13. *Epichloë gansuensis* endophyte-infection alters soil enzymes activity and soil nutrients at different growth stages of *Achnatherum inebrians* / W.P. Hou [et al] // Plant Soil. 2020. №455(1):227–240.
14. Ступин, А. С. Микрофлора на семенах зерновых культур / А. С. Ступин // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. - Рязань, 2023. – С. 414-419.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОСЛЕУБОРОЧНОГО ХРАНЕНИЯ СТРЕССИРОВАННЫХ СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ГИПОКСИИ

В.И. Левин¹, Л.А. Антипкина¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В работе дается обзор и сравнительная оценка способов длительного хранения семян сельскохозяйственных растений. Приводится обоснование эффективности хранения стрессированных семян в условиях гипоксии. Ограничение поступления атмосферного кислорода в зерновую массу при хранении в замкнутых кислородонепроницаемых емкостях блокирует развитие окислительного стресса и выделение ингибирующего фитогормона этилена, повышая стойкость хранения семян.

Ключевые слова: гипоксия, способы хранения семян, стрессированные семена, этилен, активные формы кислорода.

Summary. The paper provides an overview and comparative assessment of methods of long-term storage of seeds of agricultural plants. The substantiation of the effectiveness of storing stressed seeds in hypoxia conditions is given. Limiting the supply of atmospheric oxygen to the grain mass when stored in closed oxygen-tight containers blocks the development of oxidative stress and the release of the inhibitory phytohormone ethylene, increasing the durability of seed storage.

Key words: hypoxia, seed storage methods, stressed seeds, ethylene, reactive oxygen species.

В растениеводстве и семеноводстве при формировании страховых и переходящих фондов семенного материала и ценных коллекционных образцов приоритетная роль отводится разработке и использованию эффективных методов по сохранению и улучшению посевных качеств, технологических свойств и стойкости семян [1, с. 467-476].

Значительное влияние на сохранность и качество семян оказывает не только режим послеуборочного хранения, но и комплекс факторов при выращивании растений, включая погодные условия, почвенное плодородие, фитосанитарное состояние посевов [2, с. 18-21], технология уборки урожая. Благоприятные агроклиматические условия в период формирования зерна способствуют образованию зерна с хорошими посевными качествами, которые обеспечивают высокую сохранность и долговечность.

Метеорологические условия выращивания растений также влияют на химический состав, физико-механические свойства, поражения семян микроорганизмами, но что не менее важно - на физиологические особенности их прорастания, роста и урожайные свойства [3, с. 19].

Отмечается, что сухая и теплая погода сопровождается формированием семян с завершенным периодом физиологической зрелости семян и в отличие от зерновок с незавершенным периодом зрелости при повышенной влажности и прохладной погоде, повышенной активностью дыхания семян и микроорганизмов, что обеспечивает их более высокую стойкость хранения.

В ряду факторов, влияющих на сохранность качества семян, доминирующее значение принадлежит влажности и наличию у зерновок механических повреждений, вызванных воздействием рабочих органов машин и орудий уборки, послеуборочной обработке, транспортировке и сушке. На фоне повышенной влажности механические микро- и макротравмы индуцируют состояние стресса у семян [4, с. 73-77; 5, с. 229-232; 6, с. 51-53], что ведет к ускорению старения семян и резкому ухудшению качества семян.

Получены убедительные доказательства высокой эффективности хранения семян при отрицательных температурах. Криоконсервация способствует многолетнему длительному

сохранению всхожести семян пшеницы, ржи, ячменя, при этом их долголетие находится в зависимости от качества закладываемых на хранение семян [7, с. 22]. Основным принципом сохранения качества замороженных семян – это их низкая влажность и герметичные условия хранения.

Результатами наших исследований установлено, что агентом биологического окисления липопротеидных комплексов жизненно-важных структур растительной клетки воздушно-сухих семян выступает кислород атмосферного воздуха, инициирующий сложную цепь метаболических процессов, сопровождающихся ускорением старения, ухудшением посевных качеств и снижением стойкости к хранению [8, с. 15-19].

С этой целью поврежденные семена изолируют от внешней среды пленкообразующими воздухо- и водонепроницаемыми веществами или помещают в замкнутые емкости [9]. Герметичные емкости и вакуумная среда обеспечивают накопление углекислого газа за счет дыхания семян и снижение концентрации кислорода, происходит подавление интенсивности метаболических процессов и уменьшение расхода запасных питательных веществ, сохраняются высокие качества семян.

Вся совокупность рассмотренных методов длительного хранения ценного семенного, коллекционного и продовольственного зерна характеризуется, однако, целым рядом организационно-технических недостатков по их реализации: наличие автоматизированных систем контроля за сохранением герметичности и вакуума воздушной среды, холодильных установок, дорогостоящих материалов и насосов, обеспечивающих вакуум. Еще более существенным недостатком данных способов хранения является ограничение возможности их применения в масштабах сельскохозяйственного производства.

Альтернативным решением криоконсервации (регулирование газовой среды, вакуумизации, герметизации может быть энергоресурсосберегающим приемом хранения семян, включая стрессированные в условиях гипоксии (пониженного содержания кислорода), которое достигается помещением семян в воздухо- и этиленонепроницаемые емкости, исключающие воздухообмен зерновой массы с внешней воздушной средой и полного заполнения всего объема воздушной среды семенами с кондиционной влажностью. Гипоксия блокирует и минимизирует развитие двух важнейших взаимосвязанных физиологических процессов – образование активных форм кислорода (АФК) и фитогормона этилена [10, с. 24-28].

На начальных этапах хранения семян в замкнутых емкостях кислород межзерновой воздушной среды используется семенами и микроорганизмами на процессы дыхания, что предположительно вызывает снижение уровня образования АФК, т.е. радикалов, ионов кислорода, гидроокисей и перекисей. С уменьшением содержания реакционных центров АФК в клетках растительного организма снижается повреждение липопротеидного комплекса развития окислительного стресса. Ограничение экзогенного поступления кислорода в зерновую среду и дефицит эндогенного в результате дыхания живыми организмами ингибирует образование кислородозависимого стрессового этилена, т.к. его синтез происходит на заключительном этапе дыхания семян за счет ферментативного окисления аминокислот карбоновой кислоты кислородом.

Следовательно, создание условий гипоксии при послеуборочном хранении семян растений, подавляя развитие окислительного стресса и блокируя выделение фитогормона ингибирующей природы, создает предпосылки улучшения качества и повышения стойкости хранения семян сельскохозяйственных растений, находящихся в состоянии стресса и используемых в качестве страховых и переходящих фондов с минимальными материальными и энергетическими затратами.

Литература

1. Тихонов, В.Л. Долговременное хранение семян / В.Л. Тихонов // Физиология растений. – 1999. – Т. 46. - № 3. – С. 467-476.
2. Фризен, Ю.В. Влияние метеорологических факторов на посевные качества семян яровой твердой пшеницы / Ю.В. Фризен, Е.В. Кислицина // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2016. - № 3(23). – С. 18-21.
3. Поползухин, П.В. Влияние метеорологических факторов и агротехнических приемов на урожайность и качество семян ячменя в Южной Лесостепи Омской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - Омск, 1998. - 19 с.
4. Левин, В.И. Адаптационная реакция стрессированных семян растений и ее последствие / В.И. Левин, Л.А. Антипкина // Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты: Материалы Национальной науч.-практ. конф. - Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – С. 73-77.
5. Левин, В.И. О некоторых физиологических особенностях стрессированных семян зерновых культур / В.И. Левин, Л.А. Антипкина, Р.Н. Ушаков, Н.Н. Дудин // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Сб. материалов III Международной науч. практ. конф. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2019. – С. 229-232.
6. Левин, В.И. Физиологическая разнокачественность семян зерновых культур с одинаковой лабораторной всхожестью / В.И. Левин, Л.А. Антипкина // Сб.: Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России: Материалы 73-й Международной науч. практ. конф. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2022. – С. 51-53.
7. Сторожева, Н.Н. Влияние длительного хранения семян сельскохозяйственных культур в условиях толщи многолетнемерзлых грунтов на жизнеспособность и фенотипическую изменчивость : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. - Якутск, 2006. - 22 с.
8. Левин, В.И. Динамика посевных качеств и биологическая долговечность стрессированных семян зерновых культур / В.И. Левин, Л.А. Антипкина, Н.Н. Дудин, А.М. Портнова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2018. - № 1. – С. 15-19.
9. Левин, В.И. Способ сохранения жизнеспособности облученных семян. Патент №2196408, А01С 1/00, А01F 25/14. 20.01.2003.
10. Волобуева, А.В. Фитогормоны как факторы, регулирующие рост, развитие и устойчивость сельскохозяйственных культур / А.В. Волобуева, Л.А. Антипкина // Сб.: Интеграция научных исследований в решении региональных экологических и природоохранных проблем. Актуальные вопросы производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции: Материалы по итогам работы круглого стола, материалы научной студенческой конференции. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2018. – С. 24-28.
11. К насущным проблемам хранения зерна в силосах / А. А. Слободскова, Н. М. Латышенко, Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 218-224.
12. Ступин, А. С. Основы семеноведения / А. С. Ступин. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2014. – 384 с.

**СЕКЦИЯ
«ЭКОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И КОМПЛЕКСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ
РЕСУРСАМИ»**

УДК 664.2

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ В КРАХМАЛО-ПАТОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.
ЧАСТЬ 4. ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ**

С.А. Зварич¹, О.Е. Хорунжева¹
ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», г. Москва, РФ

Аннотация. После развала Советского Союза крахмальная промышленность в нашей стране была практически ликвидирована. Из 50 заводов по производству крахмала, из-за отсутствия финансирования и дотаций, было закрыто около 40. Производство стало дорогим и не рентабельным. И практически всё производство использующее крахмал перешло на более дешёвые импортные аналоги. Это третья часть статьи, продолжающая обзор положения дел в крахмало-паточной промышленности России и в мире и посвящённая вопросам экологии при производстве крахмала и пути решения минимизации воздействия крахмало-паточного производства на окружающую среду.

Ключевые слова: крахмал, крахмалопаточная промышленность, экология, окружающая среда, мезга, стоковые воды, переработка отходов.

Summary. After the collapse of the Soviet Union, the starch industry in our country was practically eliminated. Of the 50 starch factories, due to lack of funding and subsidies, about 40 were closed. Production has become expensive and not cost-effective. And almost all production using starch has switched to cheaper imported analogues. This is the third part of the article, which continues to review the state of affairs in the starch and molasses industry in Russia and in the world devoted to environmental issues in the production of starch and ways to minimize the impact of starch and molasses on the environment.

Key words: starch, starch-molasses industry, ecology, surrounding environment, pulp, waste water, waste processing.

В предыдущей части статьи [3] были рассмотрены вопросы воздействия производства крахмало-паточной промышленности на окружающую среду, в частности, использование отходов в крахмалопаточной промышленности с использованием картофеля как сырья в производстве.

В этой, заключительной части, продолжим обзор статьи «Отходы крахмало-паточного производства» [5] и влияние крахмало-паточного производства на окружающую среду при использовании зерновых видов сырья [6], [7], в частности зерна пшеницы и кукурузы, а так же нормы и стандарты по утилизации отходов в мировой практике [8].

В производстве крахмала из кукурузы и пшеницы [5] помимо мезги отходами производства так же являются: зародыш кукурузы, глютен, кукурузный и пшеничный экстракт.

Зерновая мезга так же в основном идёт на корм скоту.

Экстракты кукурузы и пшеницы [5] имеют широкое использование, особенно в медицине. Небольшое количество используется при производстве хлебопекарных дрожжей. А особо неэффективным использованием является непосредственное скармливание скоту в уваренном виде.

Использование кукурузного зародыша [5] основано на его энергетических и физиологических полезных веществах. Он содержит преобладающую часть всего жира и минеральных веществ, а также протеин. Это позволяет использовать зародыш для получения

кукурузного масла, которое очень ценно по своему составу. Так же ценны лечебные и профилактические свойства зародыша. Его используют в производстве витаминов, комбинированных кормов и других продуктов.

Глютен [5], получаемый в зерно-крахмальном производстве, составляет порядка 10% от общей массы исходного сухого сырья. Высокое содержание белка и жиров способствует его применению в производстве кормов. Также он используется в производстве зеина – кукурузного белка, используемого при производстве водонепроницаемого клея и пластмасс.

В процессе получения патоки [5] из кукурузного и других зерновых крахмалов, при механической очистке сиропа используется диатомит в качестве наполнителя, улучшающего фильтрацию. Диатомит представляет собой горную породу, в которой, около 75% от массы является оксид кремния, а также другие оксиды: железа (7%), алюминия (4%), кальция (1,5%) и магния (1%). На остальные вещества входящих в состав диатомита, представленных в виде влаги и других примесей, приходится примерно 11% от массы. В связи с этим, основным отходом паточного производства является жирная и диатомитовая грязь с богатым минеральным комплексом. Состав веществ после технологического процесса, помимо минералов содержащий белки и жиры, так же позволяет использовать в качестве основного компонента смешанного кукурузного корма.

Гидрол, получаемый при производстве глюкозы, используется в основном в фармацевтике, немного в кожевенном производстве как дубильное вещество и как составная часть в производстве кормов.

В производстве кормов также участвуют мальтозный жмых, остающийся от производства мальтозной патоки, фильтр-прессный и скиммерный шламы, образующиеся в процессе производства мальтозной патоки.

Образование сточных вод [6] на предприятиях крахмало-паточной промышленности происходит в результате технологических процессов переработки сырья, таких как мытьё сырья и оборудования, гидротранспортеров, вакуум-насосов, холодильников, охлаждения аппаратов, воздуходувок, барометрических конденсаторов и т. д.

При этом на [6] кукурузно-паточных заводах с системами повторного использования воды, среднегодовое количество сточных вод на 1т патоки составляет 34,06 м³, из которых 0,24 м³ – хозяйственно-бытовых, 4,52 м³ – производственных, и 29,3 м³ – условно чистых. Коэффициент неравномерности поступления стоков зимой и летом равен единице.

В предварительной [7] обработке сырья сточные воды содержат значительное количество растворимых органических веществ, которые способствуют процессам брожения и гниения. Фосфорная кислота составляет 1,1 г/л в пересчете на P₂O₅, а азот – 0,7 г/л.

Промывные воды [7] характеризуются значительным количеством крахмала, большим содержанием клейких нерастворимых веществ (0,4 г/л) и растворимыми веществами.

Приводится характеристика загрязнений промывных вод в г/л:

1. Расход перманганата калия (KMnO₄) – 5,7
2. Остаток от выпаривания – 6,0
3. Фосфорная кислота в пересчете на оксид фосфора (P₂O₅) – 0,3
4. Общее количество азота в составе органических соединений – 0,3
5. Сернистая кислота – Следы

В крахмало-паточных предприятиях, использующих рис в качестве сырья, сточные воды образуются от замачивания зерна. Их можно использовать на корм скоту при условии, что для выделения белковых веществ они подвергнутся обработке слабым раствором серной кислоты.

Сточные воды [6] образующиеся на предприятиях крахмало-паточной промышленности можно разделить на четыре категории: соковые (при использовании картофеля), транспортно-мочные, прессовые и промывные. Сточные воды при производстве крахмала из риса, пшеницы и кукурузы отличаются от сточных вод картофеля-крахмального производства более высоким содержанием органических веществ и солей натрия, менее кислой реакцией среды, непостоянным составом.

При использовании [6], в качестве сырья, кукурузы в производстве крахмала сточные воды образуются в размере 24 – 28 м³ на 1т продукции. Сюда не входят сточные воды предварительной обработки зерна, таких как от замочки и набухания, так как они проходят обработку в выпарных аппаратах как исходное сырьё для производства пенициллина или с последующим использованием на корм скоту.

Далее в статье [7] приводится сводная таблица по источникам образования сточных вод в предприятиях крахмало-паточной промышленности и соответствующих им канализационных сетей, из которой следует, что только от мытья гидротранспорта и мытья сырья используются сети сбора и повторного использования сточных вод, остальные же источники, такие как мытьё технологического оборудования, хозяйственно-бытовые сточные воды, охлаждение вакуум-насосов, воздуходувок и др. идёт в основном в сети производственных загрязнённых и бытовых сточных вод, и сети производственных дождевых вод.

Также после таблицы [7] приводятся примеры по возможной очистке сточных вод путём применения решёток песколовок, отстойников, применение коагуляции железным купоросом, известью серноокислым глинозёмом и растворимым стеклом, что даёт эффект уменьшения БПК до 25-40%.

При добавлении к соковым водам и прессовым водам серной кислоты образуется осадок с содержанием до 70% белковых веществ. Но при этом общий эффект очистки сточных вод остаётся незначительным.

В завершении статьи [8], помимо систем обеспечения безопасности пищевых производств мировыми системами стандартизации и методов гарантий безопасности продукции, рассмотрены решения вопросов утилизации отходов пищевых производств, охрана окружающей среды на примерах разных стран.

Отмечается [8], что анализ патентных материалов за последние годы (на начало 2000х годов) показывает, что в зарубежных странах идёт интенсивный поиск экономичных и наиболее высокоэффективных способов очистки сточных вод в разных отраслях пищевых производств. Ведутся изучения сочетаний различных классических методов очистки: механический, биологический, физико-химический и т.д.; и перспективные: обратный осмос, микрофильтрация, электродиализ и пр.

Как итог, комплексные мероприятия различного назначения и уровня по охране окружающей среды различных отраслей перерабатывающей промышленности и решение проблем переработки и утилизации отходов пищевых производств, таких как, например, внедрение стандартов безопасности не только на конечный продукт (стандарт ISO), но и на всю линию производства (стандарт HACCP), позволяют обеспечивать экологическую безопасность производства продуктов питания на требуемом уровне.

Заключение. Проведённый обзор материалов статей в крахмало-паточной промышленности позволяет сделать вывод, что для снижения потерь производства и нагрузки на окружающую среду, необходимо продолжение поиска решений по более глубокой переработке отходов производства путём внедрения передовых технологий и систем менеджмента качества продукции во все технологические циклы производства, а также разработку внутрироссийских стандартов как аналогов и альтернативы западным с учётом внутренних особенностей отечественной перерабатывающей промышленности.

Литература

1. Зварич С.А. Актуальные вопросы в крахмало-паточной промышленности. Часть 1 / С.А. Зварич, О.Е. Хорунжева // Инновац. идеи молодых исследователей для агропром. комплекса : сб. мат. Всерос. науч-практ. конф-ции 23-24.03.2023г. : в 4 томах. Том 4– Пенза: ПГАУ, 2023.– С. 62 – 64.
2. Зварич, С. А. Актуальные вопросы в крахмало-паточной промышленности. Часть 3. переработка отходов и их влияние на экологию / С. А. Зварич, О. Е. Хорунжева //

Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 23-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 ноября 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 131-137.

3. Хорунжева, О. Е. Роль инженерной реологии в производстве пищевых продуктов / О. Е. Хорунжева, С. А. Зварич // Материалы пула научно-практических конференций, Сочи, 23–27 января 2023 года / Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского ; Керченский государственный морской технологический университет ; Луганский государственный педагогический университет ; Луганский государственный университет имени Владимира Даля. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2023. – С. 80-82.

4. Отходы крахмального производства. Переработка отходов пищевой промышленности. [Электронный ресурс] / Портал студенческих и научных материалов.– Режим доступа: https://ozlib.com/990249/tovarovedenie/othody_krahmalopatochnogo_proizvodstva (дата обращения: 16.10.2023)

5. Образование сточных вод, их характеристика и способы очистки по видам производств. Сточные воды предприятий крахмало-паточной промышленности. [Электронный ресурс] / Охрана труда - Информационный ресурс. ОБ-БЖД. –Режим доступа: <https://ohrana-bgd.ru/wiki/stochnye-vody-predpriyatiy-krahmalo-patochnoy-promyshlennosti/> (дата обращения: 16.10.2023)

6. Образование сточных вод, их характеристика и способы очистки по видам производств. Сточные воды предприятий крахмало-паточной промышленности . Сточные воды предварительной обработки. [Электронный ресурс] / Охрана труда - Информационный ресурс. ОБ-БЖД –Режим доступа: <https://ohrana-bgd.ru/wiki/stochnye-vody-predpriyatiy-krahmalo-patochnoy-promyshlennosti-stochnye-vody-predvaritelnoy-obrabotki/> (дата обращения: 16.10.2023)

7. Лаврова, Ю.А. Экологические проблемы на пищевых производствах. Реферат/ Ю. А. Лаврова, М.В. Полагина // ДВГАЭУ (ТГЭУ). – Владивосток , 2002. [Электронный ресурс] // Geum.ru. –Режим доступа: <http://geum.ru/doc/work/203242/20000.php> (дата обращения: 16.10.2023)

8. Утолин, В. В. Оптимизация параметров смесителя для приготовления кормов из побочных продуктов крахмалопаточного производства / В. В. Утолин, В. А. Хрипин, Н. Е. Лузгин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 3(35). – С. 114-118.

УДК 614.771:631.111.3 (470.61)

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС ПОЧВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ГОРОДЕ ТАГАНРОГЕ

Е.Ю. Константинова¹, Н.П. Черникова¹, Т.С. Дудников¹, А.И. Барбашев¹,
А.Л. Мелкумян¹, Т.М. Минкина¹

¹ФГАОУ ВО Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Аннотация. Исследование посвящено оценке опасности загрязнения тяжелыми металлами почв зон сельскохозяйственного использования, ведения садоводства и дачного хозяйства в границах города Таганрога Ростовской области. На основе индивидуальных и суммарных геохимических и санитарно-гигиенических показателей определены уровни загрязнения почв валовыми V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr и Pb. Показано, что среднее содержание Pb в

культуросемах в 2,3 раза выше по сравнению с общегородским уровнем. Установлено, что приоритетными загрязнителями почв садово-дачных территорий являются Zn, As и Pb, а сельскохозяйственного использования – As. Большинство изученных проб относятся к чистым с допустимым уровнем полиэлементного загрязнения.

Ключевые слова: загрязнение почв, тяжелые металлы, потенциально опасные элементы, урбанизированная территория, геохимическая оценка, экологическая опасность.

Summary. The study is devoted to assess soil pollution with heavy metals in areas of agricultural use, gardening and dacha farming within the boundaries of the city of Taganrog, Rostov Oblast. Based on individual and total geochemical and sanitary-hygienic indices, the levels of soil contamination with V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr and Pb were determined. It has been shown that the average Pb content in cultural soils is 2.3 times higher compared to the citywide level. It has been established that the priority soil pollutants in garden areas are Zn, As and Pb, and in agricultural use – As. Most of the studied samples are characterized as clean with an acceptable level of total contamination.

Key words: soil pollution, heavy metals, potentially toxic elements, urbanized area, geochemical assessment, environmental hazard.

Обеспечение экологической безопасности городов является важнейшей целью устойчивого развития. В настоящее время более половины мирового населения проживает в городах. Рост их площади за счет интенсивной урбанизации приводит к концентрации в них промышленности и сферы услуг, которые выступают основными центрами техногенеза [1, с. 212]. Тем не менее, сельское хозяйство не утрачивает своего значения и в пределах урбанизированных территорий, где в том числе выделяются земли сельскохозяйственного использования, в частности для производства сельхозпродукции. Вместе с тем, распространенной практикой является выращивание горожанами сельскохозяйственных культур для собственных нужд. В этой связи, необходимой мерой как обеспечения безопасности выращивания пищевых культур, так и ограничения потенциального негативного воздействия на здоровье человека является мониторинг химического состояния городских почв [2, с. 1].

Город Таганрог площадью 83,1 км² с населением 242,3 тыс. чел. является вторым по величине городом в Ростовской области, значимым промышленным центром со специализацией в черной металлургии, металлообработке и машиностроении [3, с. 384]. Эти отрасли являются основными источниками загрязнения почв города тяжелыми металлами и металлоидами (ТМ) [4, с. 206], [5, с. 1]. Ранее показано, что приоритетными поллютантами почв Таганрога выступают Cr, Cu, Zn и Pb, а загрязнение почв приурочено к городскому ядру [3, с. 385]. Хотя сельскохозяйственные угодья занимают всего 13% городской территории [6, с. 602] и расположены на периферии, они также могут испытывать аэротехногенное воздействие.

Таким образом, цель данного исследования состояла в оценке эколого-геохимического состояния агрогенно-преобразованных почв Таганрога по уровню ТМ.

Объектом исследования послужили поверхностные горизонты (0–10 см) агрочерноземов сельскохозяйственных угодий (пашни и многолетних насаждений) и культуросемов садоводческих некоммерческих товариществ в административных границах Таганрога. Изученные почвы имели тяжелосуглинистый или легкосуглинистый состав (содержание частиц <0,01 мм составило 45–64%) и реакцию от нейтральной до сильнощелочной (рН 7,1–9,0). В пробах рентгенофлуоресцентным анализом определены валовые содержания V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr и Pb. Оценка качества почв проводилась согласно [2, с. 3]. Моноэлементное загрязнение оценивалось путем сравнения содержаний ТМ в почвах (C_i) с геохимическим фоном (C_b) и с установленными предельно и/или ориентировочно допустимыми концентрациями (ПДК) веществ в почвах [7, с. 300-302] с помощью коэффициентов концентрации (K_c): $K_c = C_i / C_b$, и коэффициентов опасности (K_o):

$K_o = C_i / \text{ПДК}$, соответственно. В качестве фона использовались данные о содержании ТМ в целинном черноземе обыкновенном карбонатном учебного хозяйства ЮФУ в х. Недвиговка Мясниковского района [3, с. 385]. Классы загрязнения по K_c и K_o определены согласно [8, с. 2395] и [7, с. 303]. Для Cr, Co и Sr ПДК не установлены, поэтому использованы Канадские рекомендации по качеству почвы [9]. Полиэлементное загрязнение почв охарактеризовано с помощью суммарного показателя загрязнения (Z_c): $Z_c = \sum K_c \cdot (n-1)$, где n – число элементов с $K_c > 1$ [7, с. 303], и индекса загрязнения почв (ИЗП): $\text{ИЗП} = \sum K_o / n$ [10, с. 11].

Результаты определения валовых содержаний ТМ в изученных почвах представлены в таблице 1. Среднее содержание Pb в культуросемах в 2,3 раза превышает общегородской уровень, тогда как содержания большинства ТМ ему соответствуют, и лишь содержание Zn и Co в почвах садово-дачных участков в 1,6 и 2,2 раза ниже, чем в среднем по городу. Агрочерноземы характеризуются сопоставимыми с общегородскими уровнями V, Cr, Mn, Ni, As и Sr, а средние содержания Cu, Co, Zn и Pb ниже в 1,8, 2,3 и 3,9 раза. Различия в геохимической специализации почв указывают на различную интенсивность антропогенной нагрузки. Культуросемы подвержены большей трансформации по сравнению с агрочерноземами, что особенно ярко выражается в накоплении Pb и Zn (в 9 и 2 раза).

Таблица 1 – Содержание ТМ (мг/кг) в агрогенно-преобразованных почвах

Элемент	Культуросемы (n=4)			Агрочерноземы (n=8)		
	Среднее	Ст. откл.	Размах	Среднее	Ст. откл.	Размах
V	109,4	15,1	92,8–129,2	95,3	7,2	87,2–108,9
Cr	116,2	8,1	107,8–123,8	118,2	7,8	107,6–128,1
Mn	727,1	65,6	664–818,3	646,9	73,0	514,7–757,3
Co	5,9	6,3	0,6–13,8	6,4	4,4	0,3–12,3
Ni	49,8	6,4	44,8–59	48,9	2,0	45,5–51,4
Cu	34,6	6,7	27,6–43,7	29,5	5,3	22,2–37,9
Zn	171,9	130,1	93,4–366,3	90,4	11,2	77,4–105,5
As	17,3	8,4	11,4–29,7	14,5	2,3	12,1–18,1
Sr	141,4	18,7	125–168,3	147,7	28,6	125,4–215,2
Pb	106	175,6	12,7–369,3	11,7	7,5	2–19,6

В культуросемах садово-дачных участков согласно значениям, K_c наблюдается слабое загрязнение V (1,1–1,6), Cr (1,6–1,8), Mn (1–1,3), Ni (1,2–1,6), Cu (1,3–2), Sr (1–1,4) (рисунок 1). Только в одной из проб отмечено слабое загрязнение Co (0,1–1,3). Наибольшую опасность загрязнения почв садово-дачных участков представляют As, Zn и Pb, размах K_c которых составляет 1,5–3,8, 1,2–4,8 и 0,7–19, соответственно. Степень загрязнения почв As и Zn варьирует от слабой до сильной, а Pb – от незначимой до очень сильной. При этом максимальные K_c отмечены в одной из проб. Загрязнение агрочерноземов варьирует от незначимого до слабого по уровню Mn (0,8–1,2), Co (0–1,1) и Pb (0,1–1), соответствует слабому во всех пробах по V (1,1–1,3), Cr (1,6–1,9), Ni (1,2–1,4), Cu (1–1,4), Zn (1–1,4) и Sr (1–1,7). Загрязнение почв As (K_c 1,6–2,3) варьирует от слабого (63% проб) до среднего (37% проб). Допустимый уровень суммарного загрязнения почв отмечен во всех изученных агрочерноземах (Z_c 3,5–4,3) и большинстве культуросем, за исключением одной из проб (Z_c 4,1–28,5), загрязнение которой характеризуется умеренной опасностью.

Ни в одной из изученных проб агрогенно-преобразованных почв содержание V, Mn, Co, Ni, Cu и Sr не превышает ПДК ($K_o < 1$) (рисунок 1). Почвы как садово-дачной зоны, так и сельскохозяйственных угодий характеризуются сильным загрязнением Cr, значения K_o которого составляют 1,7–1,9 и 1,6–1,9, соответственно. Стоит отметить, что высокое содержание Cr в почвах является региональной особенностью почв побережья Таганрогского залива [11, с. 98–99], поэтому загрязнение почв города имеет как природные, так и антропогенные причины. К приоритетным загрязнителям культуросем относятся Zn (0,4–

1,7), As (1,1–3), Pb (0,1–2,8). При этом лишь в одной из проб загрязнение Zn и Pb достигает очень сильного уровня, остальные относятся к чистым. Как и культуроземы, агрочерноземы загрязнены As (K_0 1,2–1,8). В 42% изученных агрогенно-преобразованных почв содержание As превышает максимальное значение допустимого уровня содержания элемента (K_{max}) по [7, с. 303], что свидетельствует об очень сильном загрязнении ($K_0 > 1,5$). Вместе с тем, при учете суммарного загрязнения почв по показателю ИЗП (0,59–1,18) только одна из проб культуроземов характеризуется как загрязненная, а подавляющее большинство изученных почв относится к чистым.

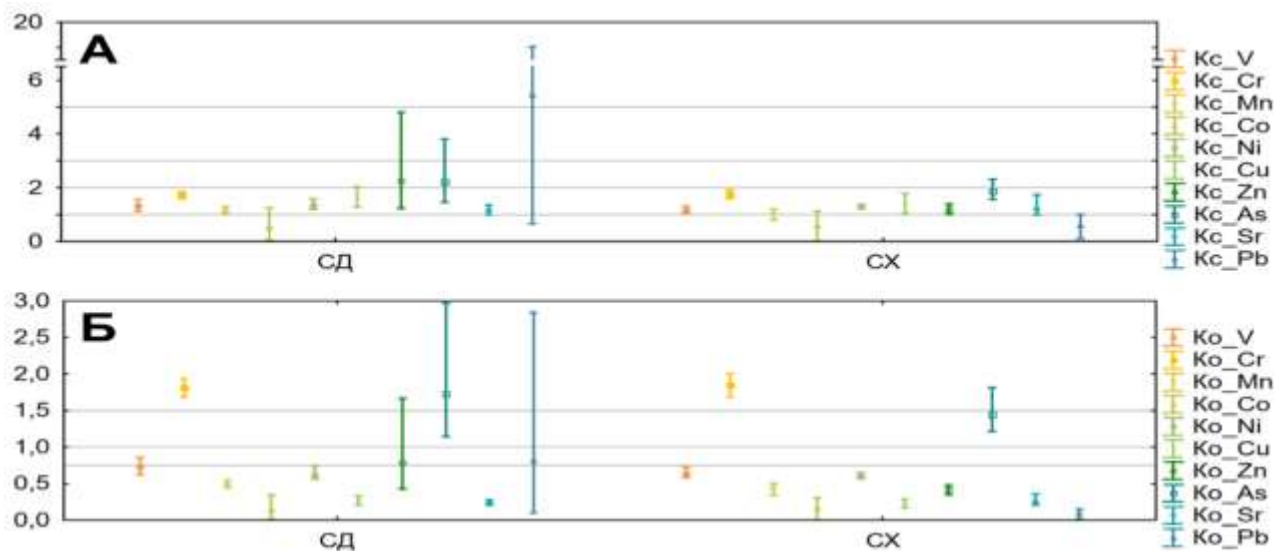


Рисунок 1 – Варьирование значений, а) коэффициентов концентрации (K_c) и б) коэффициентов опасности (K_0) в почвах садово-дачной зоны (СД) и сельскохозяйственных угодий (СХ)

Таким образом, в силу специализации промышленных предприятий и особенностей планировочной структуры Таганрога, почвы сельскохозяйственных угодий и садово-дачных зон, расположенных в удалении от городского ядра, испытывают умеренное аэротехногенное воздействие, которое проявляется в накоплении As. В культуроземах также повышены уровни Zn и Pb, что может быть обусловлено влиянием локальных источников. В целом, изученные почвы пригодны для выращивания сельскохозяйственных культур в городских условиях.

Исследование выполнено при поддержке Совета по грантам Президента РФ, проект МК-4654.2022.1.5 и Русского географического общества

Литература

1. Анализ пространственной вариабельности потенциально токсичных элементов в почвах Г. Новочеркасска / Е. Ю. Константинова, Е. П. Пуликова, Ю. А. Литвинов [и др.] // Инженерная экология - 2023 : Материалы Международного симпозиума, Москва, 05–07 декабря 2023 года. – Москва: Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова, 2023. – С. 212-215.
2. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Методические указания (утв. Минздравом РФ 07.02.1999). – М.: Минздрав РФ, 1999.
3. Эколого-геохимическая оценка загрязнения почв Таганрога / Е. Ю. Константинова [и др.] // Современное состояние чернозёмов : Материалы III Международной научной конференции и II Международной научной школы для молодых ученых «Мониторинг, охрана и восстановление почвенных экосистем в условиях антропогенной

нагрузки», Ростов-на-Дону, 12–17 сентября 2023 года. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2023. – С. 384-387

4. Влияние портового терминала и предприятий машиностроения на загрязнение тяжелыми металлами почв в городе Таганроге / Е. Ю. Константинова [и др.] // Природа и общество: интеграционные процессы : Материалы международной научно-практической конференции, Севастополь, 12–16 сентября 2022 года / Ред. Е.А. Позаченюк [и др.]. – Симферополь: ООО «Издательство Типография «Ариал», 2022. – С. 204-207

5. Preliminary risk assessment of metal contamination of urban soils in Taganrog, Russia / E. Konstantinova [et al] // EGU General Assembly – 2022. – EGU22-8951.

6. Нови, И.Н. Управление земельными ресурсами муниципального образования (на примере г. Таганрога) / И.Н. Нови, Ю.М. Тарарина // Форум молодых ученых. – 2018. – №9 (25). – С. 598–605.

7. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 28.01.2021). – М, 2021.

8. Pollution indices as useful tools for the comprehensive evaluation of the degree of soil contamination—A review / J.B. Kowalska, R. Mazurek, M. Gasiorok, T. Zaleski // Environmental Geochemistry and Health 2018. Vol. 40. P. 2395-2420.

9. Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health [Electronic resource] / Canadian Council of Ministers of the Environment. – Electronic data. – Winnipeg, 2023. – URL: <https://ccme.ca/en/results/61,65/ch/4/print> (access date: 20.11.2023).

10. Богданов, Н. А. Анализ информативности интегральных показателей химического загрязнения почв при оценке состояния территорий / Н. А. Богданов // Гигиена и санитария. – 2012. – Т. 91, № 1. – С. 10-13

11. Сравнительная характеристика устойчивости почв к загрязнению тяжелыми металлами прибрежных экосистем Азовского бассейна / Т. М. Минкина, Д. Г. Невидомская, Е. Ю. Константинова [и др.] // Эволюция биосферы, биогеохимические циклы и биогеохимические технологии: связь фундаментальных и прикладных исследований: Материалы XIII Международной биогеохимической школы-конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В.И. Вернадского, Пущино, Московская обл., 25–29 сентября 2023 года. – Пущино: ООО "Товарищество научных изданий КМК", 2023. – С. 96-99.

12. Наумкин, В. Н. Технология растениеводства / В. Н. Наумкин, А. С. Ступин. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2014. – 592 с.

13. Пути оптимизации плодородности почв, подчиненных исправительным колониям Милославского и Скопинского районов, путем определения и оптимизации их химического состава / А. А. Полункин [и др.] // Фундаментальные основы и прикладные решения актуальных проблем возделывания зерновых бобовых культур : Материалы Международной науч.-практ. конференции, посвященной Памяти ректора Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина (2004-2019 гг.), Почётного работника высшего профессионального образования РФ, Почётного работника агропромышленного комплекса России, д-ра с.-х. н., профессора Дозорова А.В., Ульяновск, 09 июня 2020 года. – Ульяновск: Ульяновский ГАУ им. П.А. Столыпина, 2020. – С. 81-87.

14. Федосова, О.А. Комплексный анализ состояния почвенного покрова урбанизированной территории в условиях техногенного пресса / О.А. Федосова, Г.В. Уливанова // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации материалы 72-й международной научно-практической конференции. Рязань, 20 апреля 2021 года. - Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 95-99.

СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ESG-РЕЙТИНГА СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

С.В. Лихачев¹

¹ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, г. Пермь, РФ

Аннотация. Устойчивое развитие предполагает сохранение ресурсов и окружающей среды для будущих поколений в том состоянии, в котором они используются нынешним поколением. Нет универсального рецепта достижения устойчивого развития ни на каком из уровней управления. Одним из способов экологического переориентирования предприятий является внедрение рейтинга социальной ответственности (ESG-рейтинга). Одним из составляющих такого рейтинга является экологическая ответственность предприятий, которая в свою очередь может включать программу сохранения биоразнообразия.

Ключевые слова. устойчивое развитие, биоразнообразие, рейтинг, негативное воздействие, экологическая отчетность, экосистемное разнообразие.

Summary. Sustainable development involves preserving resources and the environment for future generations in the state in which they are used by the current generation. There is no one-size-fits-all recipe for achieving sustainability at any level of governance. One of the ways of ecological reorientation of enterprises is the introduction of a social responsibility rating (ESG rating). One of the components of such a rating is the environmental responsibility of enterprises, which in turn may include a biodiversity conservation program.

Key words: sustainable development, biodiversity, rating, negative impact, environmental reporting, ecosystem diversity.

Программа Устойчивого развития (англ. *sustainable development*) в настоящее время подразумевает мероприятия по улучшению глобальной экологической обстановки и решения экологических проблем на всех уровнях управления (глобальном, региональном, локальном). Устойчивое развитие определяется как система мер, реализуемая мировым сообществом, направленная на эксплуатацию природно-ресурсного потенциала планеты для реализации потребности нынешнего поколения в природных ресурсах и условиях, с одновременным сохранением прав на это для будущих поколений. Иными словами, *устойчивое развитие* – это развитие, отвечающее потребностям настоящего времени без ущерба для благополучия будущих поколений. Существенным дополнением этого определения является необходимость поддержания качества жизни людей на высоком уровне и разработка соответствующих технологий для этого, реализуемых во всех сферах жизни.

Методологический подход программы стал постепенно созревать, начиная с семидесятых годов 20 века. Как раз в это время стало приходить осознание общемирового подхода в сохранении планеты, возникли первые попытки интеграции экологического и экономико-социального подхода. В частности, по заказу «Римского клуба» была разработана модель «Пределы роста», где рассмотрен наиболее перспективный сценарий развития общества по таким направлениям как: численность населения планеты; процесс индустриализации, масштабы негативного воздействия на окружающую среду; производство продовольствия; истощение ресурсов. В 1972 году в Стокгольме разработана программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП), что и явилось, по сути, отправной точкой решения экологических проблем на основе международного сотрудничества. К 1992 году пришло полное осознание невозможности решения глобальных проблем вне мирового сотрудничества. На конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, Бразилия, 3-14 июня 1992 года) были приняты основополагающие положения Концепции устойчивого развития. На последующих конференциях 2002 года (Рио +10), 2012 года и до

настоящего времени констатируется, что многие положения Концепции не выполняются или частично выполняются даже экономически развитыми странами. Все это указывает на необходимость изменения подходов в решении экологических проблем [1-4].

Наиболее действенный путь решения экологических проблем — это внедрение передовых экологических подходов на локальном уровне, то есть на уровне конкретных предприятий, организаций (природопользователей). В свою очередь наибольшее влияние на природопользователей могут оказать инвестиционные компании, которые выстраивают взаимодействия и оказывают финансовую поддержку на основе специальных рейтингов. Одним из таких подходов (рейтингов) является ESG (Environment – окружающая среда, Social – социальная политика, Governance – корпоративный менеджмент).

Понятие ESG впервые прозвучало в отчете «Кто заботится, тот выигрывает», созданного в рамках совместной инициативы финансовых организаций и ООН в 2004 году. В настоящее время проект ESG широко реализуется на международном уровне для оценки инвестиционной привлекательности организаций на основе не только экономических показателей, но и определенного пула социальной ответственности. Была показана определенная зависимость между социальной ответственностью и финансовыми показателями организаций. Реализация ESG мониторинга основана на трех аспектах:

- экологическом (данные о вкладе в выбросы парниковых газов и влияние на климат; воздействие на биоразнообразие; негативное воздействие на окружающую среду в виде выбросов, сбросов, образования и захоронения отходов; энергоэффективность; ресурсоемкость; вовлечение альтернативных ресурсов и постепенный отказ от использования не возобновляемых ресурсов и др.);

- социальном (разнообразие сфер применения и развитие потенциала творческой реализации сотрудников; поддержание благоприятных условий труда и охрана здоровья работников; учет права инвалидов (инклюзивность); мнение потребителя о товарах и услугах, которые ему предоставляются; удовлетворенность сотрудников условиями труда и условиями оплаты; и др.);

- управленческий аспект (формирование эффективной и прозрачной структуры корпоративного менеджмента; предотвращение взяточничества, коррупции, разнообразие и эффективная ротация состава управленческих кадров; контроль за премиальным вознаграждением высшего руководства; внедрение структуры, обеспечивающей кибербезопасность и конфиденциальность; и др.).

В конечном итоге вышеперечисленные аспекты ведения ESG-отчетности определяют: инвестиционную привлекательность; улучшение условий для выхода на мировой рынок в том числе инвестиционный; систематизация рисков и возможностей реализации; повышение привлекательности для инвестиционных и кредитных ресурсов; минимизация негативного влияния конкурентов, регулирующих и надзорных органов; развитие международного сотрудничества; повышение конкурентоспособности; повышение доверия сотрудников; укрепление корпоративной культуры; повышение интереса потребителей; и др.

Организации (природопользователи) участвующие в ESG мониторинге должны представлять соответствующую (по аспектам рейтинга) отчетность, используя для этого данные финансовых и нефинансовых источников. Данные отчетов должны быть открыты для рейтинговых агентств и акционеров. При составлении ESG-отчетности компании опираются на стандарты, позволяющие систематизировано представить необходимую информацию и сделать ее максимально прозрачной. Основными стандартами ESG-отчетности являются Стандарты отчетности в области устойчивого развития Глобальной инициативы по отчетности GRI (Global Reporting Initiative) и Стандарты отчетности SASB (Sustainability Accounting Standards Board) и др. [5-7] (рисунок).

Последние опросы общественного мнения в США свидетельствуют о высоком интересе общественности к нефинансовым аспектам деятельности предприятий и организаций. В частности, 9% американцев считает, что наиболее важным показателем рейтинга является вовлеченность предприятия (организации) где они работают или чью

продукцию используют, в сохранении биоразнообразия и охрану окружающей среды. Качество предоставляемых услуг или произведенных товаров на первом месте у 96% респондентов. Обнадёживает тот факт, что 83% потребителей считают, что компаниям следует активно формировать лучшие практики ESG. Из них 76% заявили, что прекратили бы отношения с организациями, которые не заботятся о своем ESG облике [2, 3].

Сокращение биоразнообразия является одной из насущных проблем современности, по этой причине сведения об усилиях компаний по его сохранению в зоне влияния, включено в ESG рейтинг. Под биоразнообразием понимается разнообразие жизни на генетическом (разнообразие генов и их вариантов – аллелей), видовом (разнообразие видов в экосистемах) и экосистемном (разнообразие экосистем) уровнях. Р. Уиттекер [8] классифицировал уровни экосистемного разнообразия на альфа-разнообразие (разнообразие внутри сообщества); бета-разнообразие (разнообразие между сообществами); гамма-разнообразие (разнообразие по градиентам среды).

В России принята Стратегия и План действий по сохранению биологического разнообразия Российской Федерации (2014). Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 (раздел 7) установлены стратегические задачи и целевые показатели плана действий по сохранению биоразнообразия (в соответствии с пунктами 3.3.1, 3.4.1 Плана мероприятий по реализации федерального проекта «Сохранение биологического разнообразия и развитие экологического туризма» национального проекта «Экология»).

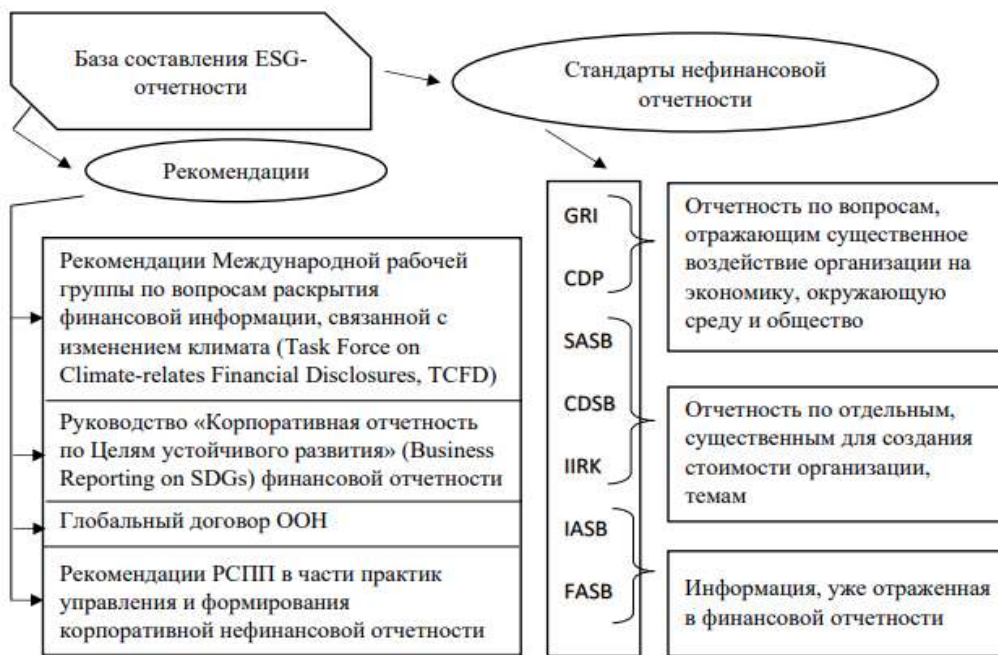


Рисунок – Ресурсная база формирования ESG-отчетности [2]

Разработаны специальные индикаторы для оценки воздействия природопользователей на биоразнообразие. Часть индикаторов учитывает состояние редких видов фауны и флоры, а также мест их обитания в зоне потенциального влияния. В качестве индикаторов можно использовать индексы воздействия на прилегающие экосистемы, оценивать их трансформацию (например, оценивать внедрение синантропных видов). Непосредственно влияние на биоразнообразие на генетическом уровне пока не рассматривается. Делается попытка создания комплексных индикаторов, учитывающих все многообразие влияния экономической деятельности природопользователей на биоразнообразие и сопредельные экосистемы в территориальном масштабе. Распространены следующие индикаторы биоразнообразия: видовое; пространственно-средовое; характеристики среды; тематическое; финансовое (таблица).

Таблица – Индикаторы биоразнообразия [4]

Группа индикаторов	Примеры индикаторов	Оцениваемый элемент
Видовой	Число видов и число организмов, выровненность	Вид, популяция
	Уменьшение риска и создание условий для восстановления разнообразия (STAR-метрика)	Вид, популяция
Пространственно-средовой	Сравнительный метод оценки воздействия на биоразнообразии	Экосистема
	Данные о встречаемости видов (MSA-метрика)	Вид, популяция
	Учет видов с критической численностью (PDF-метрика)	Вид, популяция
Средовой	Оценка первозданности (нетронутости) среды (BII)	Экосистема
	Оценка воздействия на биоразнообразии (BIM)	Экосистема
	Оценка значимости биоразнообразия	Экосистема
	Оценка динамики биоразнообразия	Экосистема
Тематический	Критерий оценки работ по рекультивации и восстановлению биоресурсов	Экосистема
	Индекс сельскохозяйственного биоразнообразия	Экосистема
Финансовый	Оценка экономической эффективности (прибыль) или неэффективности (ущерб) связанной с воздействием производственной деятельности	Экосистемные услуги

Таким образом, ESG-рейтинг способствует экологическому переориентированию природопользователей, стимулируя их к повышению социальной ответственности. Своеобразным стимулом такого рейтинга является формирование имиджа предприятия и его инвестиционной и кредитной привлекательности на международном уровне. Одним из составляющих такого рейтинга является экологическая ответственность предприятий, которая в свою очередь может включать программу сохранения биоразнообразия. Для оценки воздействия на биоразнообразии разработаны специальные индикаторы – видовые, пространственные, тематические, финансовые.

Литература

1. Лихачев, С. В. Биоэтика / С. В. Лихачев, С. Н. Жакова. – Пермь : ИПЦ Прокрость, 2021. – 118 с.
2. Чепулянис, А. В. ESG-отчетность как инструмент стратегического анализа устойчивого развития организации / А. В. Чепулянис, А. С. Дайнеко, Д. С. Девятова // Столыпинский вестник. – 2022. – Т. 4, № 8.
3. Chepulyanis, A.V. Ecological-oriented accounting and reporting of agricultural enterprises / A.V. Chepulyanis, R.R. Sadykov // Accounting. Analysis. Audit. 2022, 9(4) – pp. 45-56.
4. Как измерить корпоративное биоразнообразие: выбираем правильные индикаторы. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://assets.kept.ru/upload/pdf/2023/03/ru-biodiversity-indicators-report.pdf>
5. European Business and Biodiversity Platform. Assessment of biodiversity measurement approaches for business and financial institutions. Update report 4, December 2022. Электронный ресурс. – Режим доступа: https://green-business.ec.europa.eu/business-and-biodiversity_e
6. SASB Standards // Sustainability Accounting Standards Board // [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.sasb.org/standards/download/free>

7. Standards of reporting on sustainable development GRI Standards // Global Reporting Initiative // [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.globalreporting.org/standards>
8. Whittaker, R.H. Evolution and measurement of species diversity / R.H. Whittaker // Taxon. - 1972. - № 2. - P. 213-251.
9. Федосова, О.А. Видовая структура и эколого-биологические особенности редких и исчезающих видов растений на территории окского государственного природного биосферного заповедника / О.А. Федосова, Г.В. Уливанова, С.С. Балашова // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : материалы Национальной научно-практической конференции. Рязань, 20 ноября 2020 года. - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 362-372.

УДК 602.4

**ПИЩЕВОЙ ИНГРЕДИЕНТ-КОНЦЕНТРАТ ФИКОЦИАНИНОВ
ARTHROSPIRA PLATENSIS: ТЕХНОЛОГИЯ И ВЕРИФИКАЦИЯ БИМОДЕЛИ
ДЛЯ ДОКЛИНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЕГО ИММУНОМОДУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ**

**В.К. Мазо¹, В.А. Шипелин¹, Н.А. Бирюлина¹, А.В. Бервинова², А.В. Замятина²,
Д.Б. Никитюк¹**

¹ ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г. Москва, РФ

² ФИБХ РАН, г. Пущино, РФ

Аннотация. Необходимы новые отечественные технологические разработки, связанные с переработкой природного или биотехнологически произведенного пищевого сырья, направленные на создание и поступление на потребительский рынок специализированной пищевой продукции высокой пищевой и биологической ценности, а также проведение исследований *in vivo*, позволяющих с позиций доказательной медицины охарактеризовать иммуностимулирующие свойства входящих в ее состав пищевых ингредиентов. Анализ научных публикаций свидетельствует о перспективах использования пищевой цианобактерии *Arthrospira platensis* (*A. platensis*) для поддержания иммунной системы, профилактики и диетотерапии вирусных инфекций. Модифицированный технологический подход позволил получить концентрат фикоцианинов *A. platensis* со степенью чистоты, соответствующей требованиям по возможному использованию в пищевой продукции. Исследования по оценке релевантности биомодели показали её пригодность для доклинического изучения эффективности иммуномодулирующего действия полученного концентрата при противокоронавирусной вакцинации.

Ключевые слова: *Arthrospira Platensis*, концентрат фикоцианинов, доклинические исследования, модель, иммуномодулятор, SARS-CoV-2.

Summary. There is a need for new domestic technological developments related to the processing of natural or biotechnologically produced food raw materials, aimed at creating and supplying specialized food products of high nutritional and biological value to the consumer market, as well as conducting *in vivo* studies that allow, from the standpoint of evidence-based medicine, to characterize the immunostimulating properties of incoming ingredients. in its composition of food ingredients. Analysis of scientific publications indicates the prospects for using the food cyanobacterium *Arthrospira platensis* (*A. platensis*) to maintain the immune system, prevention and dietary therapy of viral infections. A modified technological approach made it possible to obtain a concentrate of *A. platensis* phycocyanins with a degree of purity that meets the requirements for possible use in food products. Studies assessing the relevance of the biomodel have shown its

suitability for preclinical study of the effectiveness of the immunomodulatory effect of the resulting concentrate in anti-coronavirus vaccination.

Key words: *Arthrospira Platensis*, phycocyanin concentrate, preclinical studies, model, immunomodulator, SARS-CoV-2.

Введение. Обеспечение оптимального пищевого статуса, отвечающего потребностям организма человека не только в макро-и микронутриентах, но и в минорных биологически активных веществах (БАВ) пищи, необходимо для поддержания гуморального и клеточного звеньев иммунной системы. Пандемия коронавирусной инфекции (COVID-19) обострила проблему повышения эффективности вакцинации, как важнейшего фактора иммунопрофилактики. В Российской Федерации практически отсутствуют отечественные специализированные пищевые продукты, иммуностимулирующее действие которых было бы надежно научно подтверждено. Соответственно, во-первых, необходимы новые отечественные технологические разработки, связанные с переработкой природного или биотехнологически произведенного пищевого сырья, направленные на создание и поступление на потребительский рынок специализированной пищевой продукции высокой пищевой и биологической ценности и во-вторых, необходимо проведение исследований *in vivo*, позволяющих с позиций доказательной медицины охарактеризовать иммуностимулирующие свойства входящих в ее состав пищевых ингредиентов. Анализ научных публикаций свидетельствует о перспективах использования пищевой цианобактерии *Arthrospira platensis* (*A. platensis*) для поддержания иммунной системы, профилактики и диетотерапии вирусных инфекций [1-5]. Принадлежность *A. platensis* к древнейшим обитателям биосферы цианобактериям определяет особенности ее метаболизма – высокую степень приспособляемости к неблагоприятным факторам среды обитания. К настоящему времени достаточно подробно изучены морфология цианобактерий, механизмы фотосинтеза, азотфиксации, а также некоторые особенности их строения. Фотосинтетический аппарат цианобактерий формируется тремя основными системами: двумя основными фотосинтетическими системами хлоропластов (встречающимися у других фотосинтетических организмов) и фотосинтетической системой фикобилисом [6]. Фикобилисомы - это белковые комплексы, в основном образуемые фикобилипротеинами, которые поглощают свет в той области видимого спектра, в которой хлорофилл имеет низкое поглощение, главным образом в зеленой и желтой зонах светового спектра, для переноса энергии излучения в фотосистеме. Фикобилины в составе *A. platensis* – это С- фикоцианин и аллофикоцианин, представляющие комплексы белков с пигментом – фикоцианобилином и обладающие выраженными антиоксидантными, противовоспалительными и иммуномодулирующими свойствами [7,8]. Неудовлетворительные органолептические свойства биомассы *A. Platensis* лимитируют её непосредственное использование, как источника фикоцианинов, и определяют перспективы получения их экстрактов и концентратов. Доклиническое тестирование иммуномодулирующего влияния концентратов фикоцианинов предполагает выбор и использование соответствующей модели *in vivo*, позволяющей с позиций доказательной медицины оценивать выраженность иммунного ответа при вакцинации.

Цель настоящей работы: получение и характеристика концентрата фикобилипротеинов *A. platensis* и оценка релевантности выбранной биомодели для характеристики его иммуномодулирующего действия. Исследования включали модификацию технологического подхода к получению концентрата фикобилипротеинов, и верификацию выбранной биомодели путем иммунизации лабораторных животных крыс Вистар противокоронавирусной вакциной.

Материалы и методы. Образец сухой биомассы *A. platensis*, полученный культивированием в закрытой теплице под искусственным освещением, собранной, сконцентрированной, промытой и лиофильно высушенной, предоставлен научно-производственным объединением «Биосоляр МГУ». Экстракцию биомассы проводили при

температуре +40°C в течение 3 часов, образовавшуюся суспензию центрифугировали, супернатант отделяли от осадка. Экстракт подвергали ультрафильтрации и удаляли пермиат, содержащий низкомолекулярные примеси. Полученный ретентат микрофильтровали, отобранный микрофильтрат концентрировали обратным осмосом и лиофильно высушивали, получая конечный продукт. Традиционно применяемые при концентрировании фикоцианинов недостаточно технологичные стадии последовательных сульфатно-аммонийных осаждений белка из экстракта были исключены. Содержание С-ФКЦ и А-ФКЦ количественно оценивали, определяя оптическую плотность их растворов при длинах волн 620 нм и 655 нм и используя для расчета соответствующие формулы. С использованием эксклюзионной жидкостной хроматографии высокого давления характеризовали молекулярно-массовое распределение белковых и пептидных фракций в экстракте, ретентате и концентрате.

Для оценки релевантности биомодели было изучено влияние противокоронавирусной вакцинации на гуморальный иммунный ответ и субпопуляционный состав лимфоцитов крови крыс Вистар. Все эксперименты на лабораторных животных полностью соответствуют Международным принципам руководства Всемирной организации здравоохранения по биомедицинским исследованиям с участием животных.

Результаты и их обсуждение. В таблице представлены данные по очистке и концентрированию фикоцианинов в процессе их выделения из биомассы *A. Platensis*.

Таблица 1 – Данные по очистке и концентрированию фикоцианинов в процессе их выделения из биомассы *A. Platensis*

Показатель	Образец		
	Экстракт	Ретентат	Концентрат
С-ФКЦ вес. %	8,9±0,1	27,8±0,4 ¹	42,0±1,3 ^{1,2}
А-ФКЦ вес. %	2,3±0,1	3,6±0,2 ¹	7,0±0,3 ^{1,2}
Σ(С-ФКЦ +А-ФКЦ) вес. %	11,2±0,2	31,3±0,6 ¹	49,0±1,5 ^{1,2}
Белок, вес. %	44,3±5,0	73,6±5,0 ¹	85,5±5,0 ^{1,2}
Степень чистоты, D620/D280	0,58±0,03	1,11±0,03 ¹	1,98±0,03 ^{1,2}

¹ – различия достоверны по сравнению с экстрактом (p<0,05)

² – различия достоверны по сравнению с ретентатом (p<0,05)

В большинстве исследований для получения концентратов фикоцианинов из *A. Platensis* экстракцию сочетают с фракционными сульфатно-аммонийными осаждениями белка. Нами модифицирован метод получения концентрата с высокой степенью чистоты путем замены стадии сульфатно-аммонийного осаждения белка ультрафильтрацией экстракта с последующей микрофильтрацией. Полученные результаты свидетельствуют о повышении в 1,7 раза содержания белка ретентате, а суммарного содержания фикоцианинов в 2,8 раза. Последующая микрофильтрация ретентата практически полностью удалила высокомолекулярные примеси из его состава и дополнительно повысила содержание общего белка и суммарное содержание фикоцианинов в конечном продукте в 1,2 и 1,6 раз, соответственно.

Проведенное исследование на лабораторных животных продемонстрировало, что в условиях эксперимента противокоронавирусная вакцинация крыс Вистар оказывала выраженное воздействие на гуморальное звено иммунитета, повышая выработку специфических антител IgG к антигенам вакцины и не оказывала влияние на субпопуляционный состав лимфоцитов. Полученные результаты свидетельствуют, что масштабирование разработанного и апробированного в нашем исследовании технологического подхода представляет интерес для получения пищевых ингредиентов широкого спектра специализированной пищевой продукции и биологически активных добавок к пище, обладающих иммуномодулирующими (иммуностимулирующими) свойствами.

Заключение. Модифицированный технологический подход позволил получить концентрат фикоцианинов *A.platensis* со степенью чистоты, соответствующей требованиям по возможному использованию в пищевой продукции. Исследования по оценке релевантности биомодели показали её пригодность для доклинического изучения эффективности иммуномодулирующего действия полученного концентрата при противокоронавирусной вакцинации.

Финансирование. Работа проведена за счет средств гранта РНФ № 22-16-00006 «Пищевые ингредиенты, повышающие эффективность вакцинации против коронавирусной инфекции: технология, доклиническая оценка *in vivo*».

Литература

1. Well-tolerated Spirulina extract inhibits influenza virus replication and reduces virus-induced mortality / Y.H. Chen et al. // *Sci Rep*. 2016. N6 (1). P.24253.
2. Prospective options of algae-derived nutraceuticals as supplements to combat COVID-19 and human coronavirus diseases / S.K. Ratha, N. Renuka, I. Rawat, F. Bux // *Nutrition*. 2021. P.83.
3. Ferreira, A.O. Postulated Adjuvant Therapeutic Strategies for COVID-19 / A.O. Ferreira, H.C. Polonini, E.C.F. Dijkers // *J Pers Med*. 2020. N 10 (3). P. 80.
4. C-phycoerythrin of *Spirulina plantensis* inhibits NSP12 required for replication of SARS-COV-2: a novel finding *in-silico* / T.K. Raj, R. Ranjithkumar, B.M. Kanthesh, T.S. Gopenath // *Int J Pharm Sci & Res*. 2020. N 11 (9). P. 4271-78.
5. Elaya Perumal U. Algae: A Potential Source to Prevent and Cure the Novel Coronavirus – A review / U. Elaya Perumal, R. Sundararaj // *International Journal on Emerging Technologies*. 2020. N 11 (2). P. 479–483.
6. Natural Pigments and Biogas Recovery from Microalgae Grown in Wastewater / L.T. Arashiro et al. // *ACS Sustainable Chem. Eng*. 2020. N. 8. P. 10691–10701.
7. Antioxidant, immunomodulating, and microbial-modulating activities of the sustainable and ecofriendly *Spirulina* / A. Finamore, M. Palmery S. Bensehaila, I. Peluso // *Oxid Med Cell Longev*. 2017. N 69. P. 157-171.
8. The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of *Spirulina*: An overview / Q. Wu [et al] // *Arch Toxicol*. 2016. N 8. P. 1817-1840.
9. Перспективы применения биопрепаратов в сельскохозяйственной практике / О.В. Лукьянова, А.С. Ступин, О.А. Антошина, В.С. Конкина // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2022. № 5 (389). С. 502-506.

УДК 639.331.7

ПРИНЦИП ОЧИЩЕНИЯ ВОДЫ ПРОБИОТИКАМИ И ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВО

Н.Д. Недина¹, С.Н. Попова¹, А.Ю.Полякова¹

¹*Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, РФ*

Аннотация. Безопасная и экологически чистая аквакультура становится приоритетом на этапе развития биологических способов очистки воды для рыбоводных емкостей. Создание новейших биотехнологий выращивания в России – одна из основных задач интенсивного рыбоводства. Пробиотические препараты перерабатывают органические вещества и отложения, превращая последовательными химическими процессами в углекислый газ, очищая естественным и экологически чистым путем воды. Существующие на рынке комплексы пробиотиков работают эффективно в широком диапазоне кислотности и температур, что делает возможным применение препаратов для разных видов рыб.

Ключевые слова: Загрязнение воды, очистка пробиотиками, сточные воды, аквакультура, пробиотические бактерии.

Summary. Safe and environmentally friendly aquaculture is becoming a priority at the stage of development of biological methods of water purification for fish tanks. The creation of the latest cultivation biotechnologies in Russia is one of the main tasks of intensive fish farming. Probiotic preparations process organic substances and sediments, turning them into carbon dioxide by successive chemical processes, purifying water in a natural and environmentally friendly way. The existing probiotic complexes on the market work effectively in a wide range of acidity and temperatures, which makes it possible to use drugs for different types of fish.

Keywords: Water pollution, probiotic treatment, wastewater, aquaculture, probiotic bacteria.

Проблематика загрязнения сточных и промышленных вод не была одной из важнейших для большинства государств долгий промежуток времени, так как имеющихся водных ресурсов хватало для удовлетворения потребности населения многих стран мира. С ростом человеческих потребностей воды в бытовом, сельскохозяйственном и промышленном применении ситуация кардинально изменилась.

Среди антропогенных загрязнений распространены разные виды мусорных отходов, биологические и химические отходы предприятий, промышленные и бытовые сточные воды, тепловые загрязнения, связанные с производством электрической и иной энергии.

Несмотря на способность экосистемы и водоемов, в частности, самоочищаться, на данном этапе развития промышленности является невозможным предотвращение загрязнений Мирового океана и гибели водных гидробионтов, так как временной промежуток химических реакций слишком большой. На тех водных участках, где антропогенные факторы наиболее сильно влияют на состояние гидросферы, морская и пресная вода становится трудно очищаемой ввиду ограничений процессов очистки [4].

Существует несколько способов очищения воды, которые наиболее актуальны в настоящий момент: Механическая фильтрация воды способствует удалению водорослей и различных видов мусора. Спустя определенное время фильтр необходимо прочищать. Химическое очищение воды – способ, где используется метод применения различных по составу реагентов, добавляемых в водоемы. Необходимо строго учитывать концентрации химических реагентов при применении, так как многие химикаты имеют вредность при чрезмерных дозировках как для людей, так и для гидробионтов.

Ультрафиолетовое очищение воды проводится с помощью специальных УФ-приборов для устранения цист, бактерий, вирусов и других видов паразитических организмов.

Биологический вид очищения – процессы минерализации, нитрификации и денитрификации, утилизирующие растворенные соединения с помощью микроорганизмов. В качестве современного метода очистки вод развивается направление очистки при помощи пробиотиков [2].

Пробиотики – препараты и вещества микробного происхождения, содержащие живые микроорганизмы. Распространены широко в сферах ветеринарии, медицины и сферах экологической безопасности. Преимущество пробиотиков заключается в их нетоксичности и безопасности, так как данные препараты не накапливаются в органах рыб для отрицательного воздействия в дальнейшем.

Очищение воды достигается тем, что, при выращивании рыб и других гидробионтов, в пруды или бассейны добавляют смеси пробиотиков и осуществляют постоянную аэрацию воды восходящими воздушными потоками, благодаря чему происходит перемешивание и распределение препарата на разных слоях воды. После проверки гидрохимического состояния воды на отсутствие соединений аммонийного азота, в рыбоводные емкости пересаживают рыб и начинают процесс содержания и выращивания. На протяжении всего времени культивирования необходимо осуществлять контроль за массой активного ила, растворенного кислорода и общего азота, так как все это в совокупности влияет на скорость

разложения веществ. При достижении пороговых значений активным илом воду в бассейнах нужно обновить и слить, после чего воду необходимо восполнить до такого объема, чтобы ил имел безопасное количество для экологической чистоты водоемов [1].

Существуют доказанные опыты применения пробиотиков в прудах-накопителях с целью получения воды, соответствующей гигиеническим нормативам. В результате исследования были получены данные о снижении концентрации загрязняющих веществ: по аммонийному азоту (NH_4) – в 6 раз, по массовой концентрации жиров – в 17 раз, по взвешенным веществам – в 17 раз, по биологическому потреблению кислорода (БПК5) – в 45 раз.

Пробиотические препараты, включающие бактерии *Bacillus subtilis*, способны утилизировать несъеденные отходы кормов и растений, а также фекалии, мочевину и другие продукты метаболизма рыб. Такая способность бацилл помогает применять их в виде пробиотика для разведения рыб и гидробионтов, подготовки водной среды и создания активного ила в одной рыбоводной емкости [6].

Внесение штаммов культур денитрификаторов и нитрификаторов с дальнейшим ежесуточным внесением хлорида аммония (NH_4Cl) является актуальным на данный момент. Данные процессы способствуют подготовке рыбоводных установок с оборотным водоснабжением и аппаратов биологической очистки к воспроизводству гидробионтов [5].

В аппаратах биоочистки воды во время активного рабочего режима скапливается активный ил в качестве нитрификатора и органика, включающая микроорганизмы в виде окислителей, где все эти элементы очищают весь объем оборотной воды, которая попадает после очищения в рыбоводные бассейны для выращивания рыб. Важно учитывать, что специалистам в области гидробиологии необходимо контролировать процессы денитрификации и нитрификации, измеряя гидрохимические показатели регулярно. Энергоемкость циркуляции воды при этом составляет около 90%. Излишнее накопление органики – благоприятная «почва» для развития и размножения патогенных бактерий, оказывающих негативное влияние на гидрохимические нормативы воды и здоровье рыбоводных объектов [3].

Вышеописанные методы могут удешевить и упростить культивирование рыб и реализующей разведение техники ввиду применения пробиотиков, т.к. они могут заменить обеззараживание воды, крупногабаритные насосы для обращения большого объема воды через систему биофильтров и трубопроводов, биологические и механические фильтры.

Литература

1. Водоочистка аквариумной воды от соединений аммиака с использованием пробиотических препаратов / И. В. Ткачева, Д. А. Яковлев, Л. А. Кравченко, В. В. Мамаев // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Краснодар, 25 мая 2021 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет, Биологический факультет. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2021. – С. 166-168.
2. Исмаилова, Д.Н. Механизмы биологического удаления азота в системах очистки городских сточных вод / Д.Н. Исмаилова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2014. – №3. – С. 83-86.
3. Клочков, Д. Г. Роль внешнего фитофильтра в формировании кислородного режима в аквариуме / Д. Г. Клочков, Н. А. Абросимова, Ю. Б. Коханов // Актуальные проблемы науки и техники. 2020 : Материалы национальной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 25–27 марта 2020 года / Отв. редактор Н.А. Шевченко. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2020. – С. 345-347.
4. Состояние и оценка качества водных ресурсов города Ростова-на-Дону / М. В. Шаркова, А. Р. Нейдорф, И. В. Ткачева, С. Н. Попова // Актуальные проблемы науки и

техники. 2018 : Материалы национальной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 12–14 марта 2018 года. – Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2018. – С. 506-508.

5. Патент №2721534 Российская Федерация А01К 61/00 Способ водоподготовки для культивирования гидробионтов в замкнутых объемах и реализующее его устройство: № 2019115729; заявл. 22.05.2019; опубл. 19.05.2020, Бюл. №14п / И.В. Ткачева, В.С. Поляков, М.С. Мухтаров: заявитель и патентообладатель Поляков В.С.

6. Research of the Possibility of Improving the Aquatic Environment with Probiotics in the Keeping of Golden Malawi Cichlid (*Melanochromis Auratus*) / I. V. Tkacheva, A. R. Neidorf, Yu. B. Kokhanov, A. Pavlikov // XV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2022”, Rostov-na-Donu, 25–27 мая 2022 года. Vol. 574. – Springer: Springer, 2023. – P. 3228-3238.

7. Уливанова, Г.В. Мониторинг процесса очистки сточных вод методом биоэстимации одноклеточных организмов / Г.В. Уливанова // Актуальные проблемы и приоритетные направления животноводства : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию факультета ветеринарной медицины и биотехнологии. Рязань, 27 марта 2019 года. - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2019. – С. 134-139.

8. Уливанова, Г.В. Комплексная оценка экологического состояния городской среды на примере микрорайона «Южный» г. Рязани / Г.В. Уливанова, Е.А. Рыданова // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : материалы Национальной научно-практической конференции. Рязань, 12 декабря 2016 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2016. – С. 453-457.

УДК 628.36:631.559:631.582

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ГРУНТАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ УДОБРЕНИЙ

С.Е. Нефедова¹, С.В. Железова², А.Б. Азарова^{2,3}, М.А. Каплан², В.Н. Андреевская²,
Д.В. Демин^{1,2}

¹ *Институт фундаментальных проблем биологии РАН, г. Пущино, РФ*

² *ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», р.п. Большие Вяземы, РФ*

³ *Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения г. Пущино, РФ*

Аннотация. Представлены результаты исследований эффективности применения компостов, полученных из пищевых и сельскохозяйственных отходов путем их обезвреживания и переработки в климатической камере, на дерново-подзолистых почвах при выращивании сельскохозяйственных растений (огурец, лук репчатый, лук красный, томат).

Ключевые слова: компост, удобрение, пищевые отходы, огурец, лук репчатый, лук красный, томат, урожайность.

Summary. The results of studies of the effectiveness of the use of compost obtained from food and agricultural waste by their neutralization and processing in a climatic chamber, on sod-podzolic soils when growing agricultural plants (cucumber, onion, red onion, tomato) are presented.

Key words compost, fertilizer, food waste, cucumber, onion, red onion, tomato, yield.

Введение. По заключениям исследователей, в настоящее время АПК России вынужден функционировать в условиях недостатка удобрений: продукция отечественной туковой промышленности в основном идет на экспорт, в то время как посевные площади страны удобрениями обеспечены в недостаточной степени [1, с. 199-221]. Это оказывает прямое влияние на урожайность выращиваемых культур и, как следствие, на обеспеченность населения страны продуктами питания, что является одним из показателей уровня продовольственной безопасности.

В то же время пищевые отходы и осадки коммунальных сточных вод, скапливаясь в значительных количествах на мусорных полигонах и иловых площадках, с одной стороны, создают напряженную экологическую обстановку, с другой - являются ценным ресурсом. Результаты исследований показывают, что почвоулучшающие добавки из пищевых отходов оказывают положительное влияние на развитие гороха, озимой пшеницы, снижая кислотность почвы и оптимизируя условия среды микрофлоры почвы; на всхожесть семян и биомассу яровой пшеницы и капусты огородной, томатов, кукурузы, изменяют физико-химические показатели почвы, что способствует повышению урожайности картофеля, сои, томата [6, с. 131-134; 7, с. 3-9; 8, с. 78-83, 9, с. 114-117; 10, с. 27-33]

Таким образом, использование отходов в качестве удобрения и почвоулучшающей добавки является эффективным решением сразу трех актуальных на сегодня задач: утилизации отходов, повышения урожайности сельскохозяйственных культур и поддержания плодородия для биопродуктивности почвы.

Материалы и методы. До начала эксперимента был получен биокомпост методом компостирования в климатической камере при термофильной фазе (~ 80°C) и влажности 70-80% от полной влагоемкости в течение 48 суток (патент RU2751178C1). Для компостирования использовали смесь отходов овощей и фруктов с добавлением высушенной до воздушно-сухого состояния древесной щепы (свежие отходы обработки лиственных и хвойных видов деревьев) в соотношении 1:5. Полученный биокомпост просеивали через промышленное сито с диаметром ячеек 2 см. В подготовленном для эксперимента биокомпосте содержание щепы составило 1/4 от его общего объема. В начале июня 2022 г биокомпост в двух дозах (30 и 70 т/га-1) вносили в дерново-подзолистую почву с последующей заделкой дисковыми боронами на глубину 0-20 см на опытном поле ФГБНУ ВНИИФ (55.631902°N, 36.950092°E, Московская обл., Одинцовский район, рабочий поселок Большие Вяземы, зона смешанных лесов). Почва без внесения биокомпоста служила контролем.

Характеристика использованных тест-культур приведена в таблице 1.

Почва на поле дерново-подзолистая, с мелкой каменистой фракцией. Севооборот для всех культур: картофель (2019 г.), черный пар (2020 г.), озимая пшеница (2021 г.). При выращивании культуры в полевых условиях применялась ручная прополка и капельный полив делянок. Данные измерений обрабатывались в программе MS Excel.

Общая площадь опытного поля для выращивания огурца составила 16,8 м². Схема посадки кустов 0,7 x 0,7 м. За время вегетации проведено 4 снятия урожая, с интервалом в 7 дней. Схема посадки растений томата 0,7*0,4 м, площадь питания 0,22 м². Общая площадь опытного поля под два вида лука составила 19,6 м²: под лук репчатый – 9,9 м², под лук красный – 9,7 м². Схема посадки: 0,22*0,1 м, в 4 ряда. Ширина междурядья между двумя видами лука составила 0,52 м.

Во время наблюдений измерялась масса и длина плодов, количество плодов с растения, количество растений в варианте, их урожайность. Всего исследования проводились в пятикратной повторности. Статистическую обработку и визуализацию экспериментальных данных выполняли в программной среде вычислений R 4.0.4.

Таблица 1 – Тест-культуры

Культура, сорт	Описание
огурец «Престиж F1» компании «СеДеК»	Сорт раннеспелый, предназначен для выращивания в открытом грунте. Плоды зеленые, короткоплодные, шипастые, длиной 8-10 см, массой 65-90 грамм.
томат «Санька» от компании Аэлита	Сорт раннеспелый, низкорослый, для выращивания в открытом грунте и под пленочным укрытиями. Растение детерминантного типа, куст раскидистый, сильно облиственный, плоды округлые, плотные, красного цвета, вес плода до 100 г. Вкус насыщенный, сладкий с легкой кислинкой. Урожайность до 2,5 кг с куста.
лук-севок «Штутгартен Ризен».	Сорт ранний, холодостойкий, форма луковиц плоскоокруглая, мякоть плотная, вкус островатый. Масса луковиц 50-94 грамма, урожайность 100-350 ц/га.
красный лук «Ред барон»	Сорт среднеранний, луковица округлая, слегка приплюснутая, мякоть плотная, сочная. Масса луковиц 120-150 г. Обладает хорошей лежкостью, не подвержен гнилям, переноспорозу и фузариозу.

Результаты исследований. Полученные данные (рис. 1) свидетельствуют о положительном влиянии компоста на развитие и урожайность огурца, причем наибольшие показатели урожайности, массы и длины плодов зарегистрированы у растений на дерново-подзолистой почве при внесении компоста в дозировке 60 т/га.

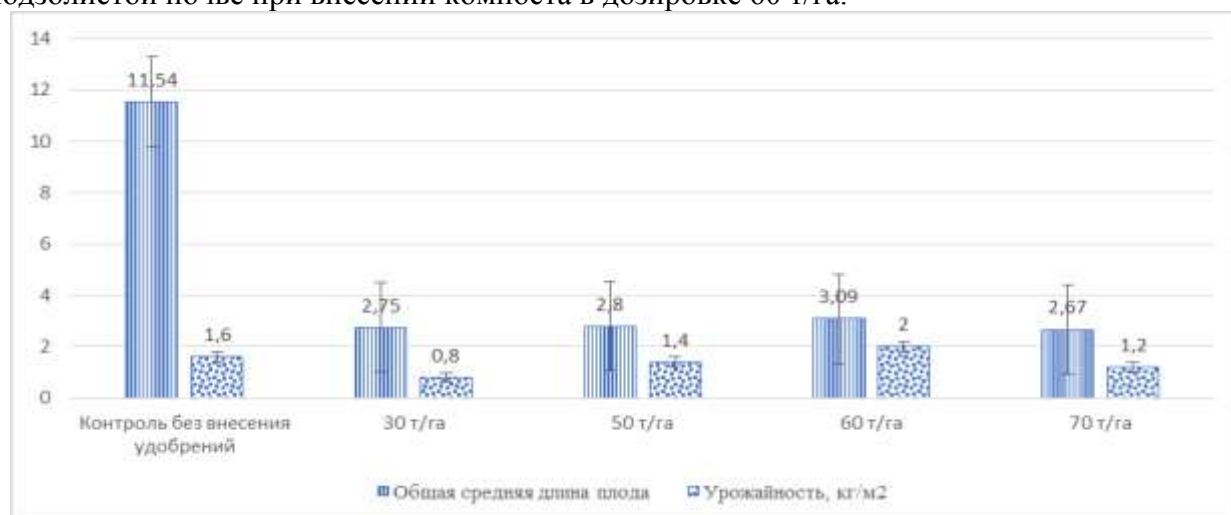


Рисунок 1 – Общая длина плодов (см) и урожайность огурца за период наблюдений

Для проведения измерений с интервалом 14 дней из каждого варианта выкапывались по 10 выбранных случайно кустов томата. Для изучения развития вегетативной части растения проводились измерения длины главного побега, массы и количества боковых побегов, листьев, измерялась длина и ширина трех листьев и различных боковых побегов, взятых из середины куста. Для изучения генеративной части побега измерялось количество цветков и плодов, а также общая масса плодов с куста, в последнем измерении - количество спелых плодов.

Различные концентрации удобрения в разные периоды вегетации по-разному влияли на различные части растения томата (рис. 3). Это связано с неравномерным потреблением питательных элементов на разных этапах развития растений. В начале развития растения были очень отзывчивы на большие концентрации азота в почве и наращивали зеленую массу: при первом измерении у растений на дерново-подзолистых почвах с содержанием компоста 60 и 70 т/га зарегистрировано наибольшее количество листьев и плодов (при последнем измерении через 30 дней этот показатель был наибольшим у растений с содержанием компоста 30 т/га).

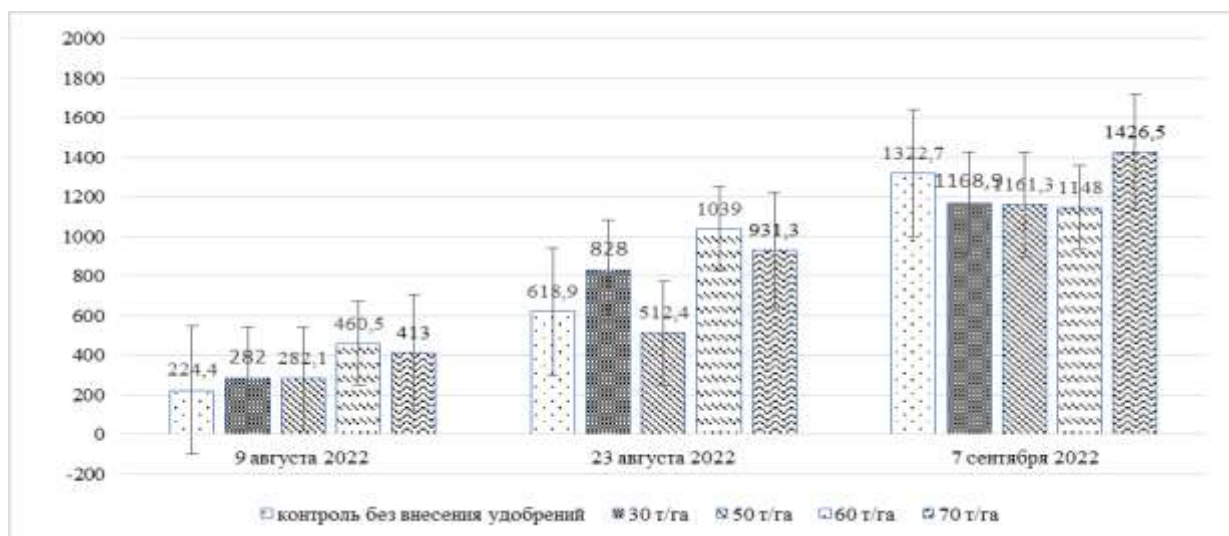


Рисунок 2 – Динамика средней массы плодов томата, г.

При последнем измерении максимальная средняя высота побегов растений томата зафиксирована на дерново-подзолистых почвах с содержанием компоста 60 и 70 т/га. Второе измерение показало максимальную среднюю долю фотосинтезирующей массы на грунтах, содержащих компост в пропорции 30 и 60 т/га; третье – в пропорции 60 и 70 т/га. По урожайности самыми лучшими оказались варианты с концентрацией компоста 50 и 70 т/га: хотя по количеству плодов они уступали вариантам с большей концентрацией удобрения в почве, однако общая масса плодов в этих вариантах была выше за счёт более крупных плодов. Наибольшее среднее количество цветов при первом измерении 60 т/га, при втором и третьем – 30 т/га. Максимальная средняя масса плодов зафиксирована во время второго измерения с дозой компоста 60 т/га, при последнем измерении - 70 т/га.

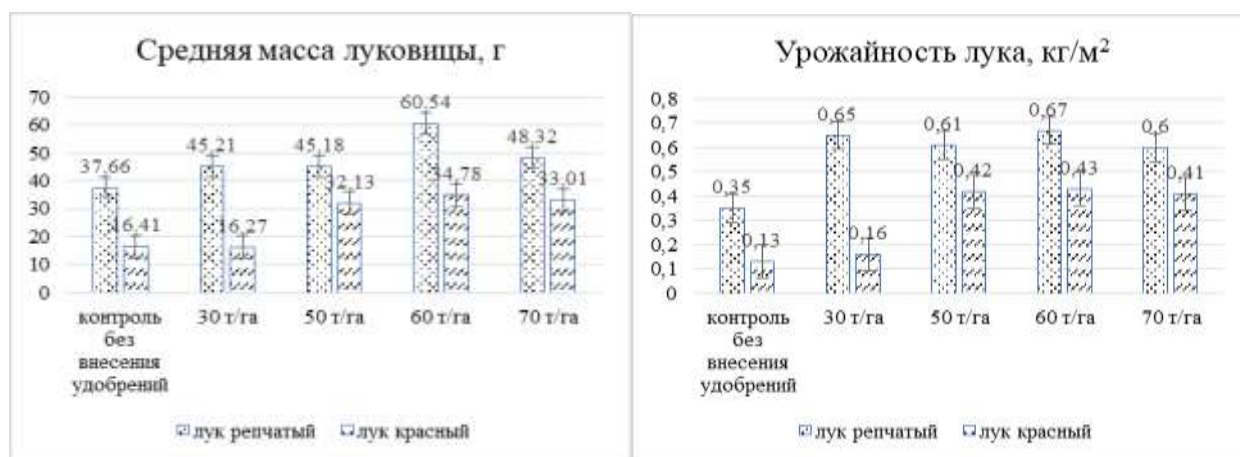


Рисунок 3 – Средняя масса луковицы и урожайность лука репчатого и лука красного

При уборке урожая лука учитывались линейные размеры и масса луковиц, а также их количество.

Поскольку у лука небольшая корневая система, эта культура очень чувствительна к содержанию в почве питательных веществ. Данные рисунка 4 позволяют сделать вывод, что величины всех измеренных показателей у растений, выращенных на почвогрунтах с добавлением компоста, превышают соответствующие показатели в контрольном варианте (т. е., на почвогрунтах без добавления удобрений), причем лук репчатый оказался более чувствителен к внесению компоста, тогда как лук красный превышал контрольный вариант лишь при высоких его концентрациях. По средней массе луковицы и по урожайности обоих

сортов лука лидировали растения на дерново-подзолистой почве с содержанием компоста 60 т/га.

Таким образом, данные, полученные в результате проведенных опытов, позволяют сделать вывод, что исследуемое органическое удобрение в целом положительно влияет на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур. При внесении компоста 50-60 т/га на дерново-подзолистых почвах получены данные, свидетельствующие о наиболее выраженном стимулирующем его влиянии на рост и урожайность сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Манжина, С.А. Анализ обеспечения АПК России удобрениями / С. А. Манжина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2017. - № 3(27). –С. 199-221.
2. Сердюк, Ю.О. Анализ общемировых тенденций развития технологий утилизации осадков сточных вод / Ю.О. Сердюк, А.В. Цыбина // Химия. Экология. Урбанистика. - 2017. - Т. 2017. – С. 117-121.
3. Использование осадков сточных вод городских очистных сооружений при возделывании кукурузы / А.В. Сорока, А.С. Антонюк, Н.Ф. Терлецкая, А.Н. Гапонюк // Земледелие и селекция в Беларуси. - 2020. - № 56. – С. 160-167.
4. Щипцова, Н.В. Влияние нетрадиционного удобрения на урожайность овощной культуры / Н.В. Щипцова, Г.А. Ларионов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. - 2020. - № 1 (12). – С. 48-52.
5. Подолян, Е.А. Эффективность удобрений на основе осадка сточных вод в звене полевого севооборота / Е.А. Подолян, И.Н. Барановский // Плодородие. - 2019. - №4 (109). – С. 57-59.
6. Хубаева, Г.П. Комплексное удобрение на основе утилизированных отходов / Г.П. Хубаева, С.А. Бекузарова, Д.Г. Качмазов // Проблемы развития АПК региона. - 2020. - № 3 (43). -С. 131-134.
7. Иргит, М.И. Влияние биогумуса и азофоски на свойства агросерой почвы и урожайность кукурузы / М.И. Иргит, О.А. Ульянова // Вестник КрасГАУ. - 2016. - №1 (112). – С. 3-9.
8. Азнагулов, Д.Р. Исследование возможности использования компостов из органических компонентов твердых коммунальных отходов в качестве органических удобрений / Д.Р. Азнагулов, Н.С. Минигазимов, Э.Ф. Мавлютова // Экологический Вестник Северного Кавказа. - 2018. - Т. 14. - № 4. – С. 78-83.
9. Кириллов, Н.А. Использование дождевых червей для переработки отходов / Н.А. Кириллов, А.И. Яковлева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. - 2016. - Т. 4. - № 5-2 (25-2). – С. 114-117.
10. Уланова, Д.Е. Влияние внесения отходов пищевой промышленности на функционирование агроценозов Центрального Черноземья / Д.Е. Уланова, Ю.И. Житин, Н.В. Стекольников // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - № 4 (47). – С. 27-33.
11. Мониторинг почвенных неоднородностей на основании мультиспектральных снимков полей в технологиях утилизации пожнивных остатков в качестве удобрения / И. Ю. Богданчиков [и др.] // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 2. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 96-101.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПОЛЯ И ЕГО ГИБРИДОВ ДЛЯ ЛЕСНОЙ МЕЛИОРАЦИИ

Ю.В. Однодушнова¹, Д.И. Ефимова¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Лесные насаждения являются наиболее действенным рычагом в формировании устойчивых ландшафтов. Дендростав лесных мелиоративных насаждений зависит от выполняемых ими функций. Виды и гибриды рода Тополь могут широко использоваться для создания защитных полос различного назначения. В ГБУ «Бугульминский лесхоз» выращивается Гибрид тополя М-38 Пионер. По всем показателям сорт Пионер зарекомендовал себя как наиболее продуктивный и может быть рекомендован для создания защитных лесных насаждений.

Ключевые слова: черные пирамидальные тополя, гибриды, рост, выживаемость, продуктивность.

Summary. Forest plantations are the most effective lever in the formation of sustainable landscapes. The dendro composition of forest reclamation plantations depends on the functions they perform. Species and hybrids of the Poplar genus can be widely used to create protective strips for various purposes. The M-38 Pioneer poplar hybrid is grown at the Bugulminsky Forestry State Budgetary Institution. In all respects, the Pioneer variety has proven itself to be the most productive and can be recommended for creating protective forest plantations.

Key words: black pyramidal poplars, hybrids, growth, survival, productivity.

Самым распространенным изменением ландшафта является агроландшафт. Сохранение и целенаправленное изменение агроландшафтов – важнейшая задача агропромышленного комплекса РФ. На сегодняшний день практически не сохранилось природных естественных ландшафтов, а остатки их можно наблюдать только на заповедных территориях. Лесные насаждения являются наиболее значительным фактором в поддержании равновесия ландшафтов [2, с.62]. В последние годы проблемы лесной мелиорации вновь стали чрезвычайно интересны, так как погодные условия в ряде регионов стали менее благоприятными для выращивания сельскохозяйственных культур, климат стал более засушливым.

Следует отметить, что более 100 лет назад основатель российского почвоведения В. В. Докучаев организует особую экспедицию в южные засушливые районы России. Именно в конце 19 века, 1837 – 1886 гг. степные регионы России поражали непрерывные засухи. Естественно, что засуха – это неурожай, голод, гибель людей. Поэтому перед Докучаевым была поставлена конкретная задача борьбы с ней. В. В. Докучаев пришел к выводу, что для оценки гидрологического состояния местности, для возможного прогноза и борьбы с засухой необходима комплексная оценка ландшафта и сохранение имеющейся влаги, которая приходит с твердыми или жидкими осадками, с грунтовыми водами. Каким же образом сохранить воду на водоразделе? Возможный ответ на этот вопрос дают лесные полосы, которые способны удерживать любые стоки. Именно так было положено начало лесомелиорации, лесным насаждениям, лесополосам.

В послевоенные годы был утвержден так называемый «План преобразования природы», т.е. строительства лесополос. Естественно, что возник он также в связи с засухами и суховеями, которые шли с территории Средней Азии, Ирана, которые буквально атаковали степные районы России. Именно Предкавказье, Поволжье, Предуралье необходимо было оградить лесополосами. Строительство лесополос было основным элементом данного плана. Создаваться лесополосы должны были на водораздельных пространствах, т.е. точно в соответствии с учением В. В. Докучаева. Часть лесополос была создана в долинах крупных

рек, чтобы сдерживать паводковые воды, береговые размывы. Так были созданы лесополосы, большая часть которых существует и сегодня, хотя состояние их оставляет желать лучшего, многие полосы требуют реконструкции.

Зачастую, под видом санитарных рубок в лесополосах производится их незаконная вырубка. Таким образом осуществляется сплошное незаконное уничтожение лесомелиоративных насаждений. К сожалению, за лесополосами никто не ухаживает, а аграрии взамен утраченных или устаревших и потерявших свои функции лесополос не высаживают новые деревья.

Конечно, строительство шло в чрезвычайно сложных условиях, вручную, практически без использования какой-либо техники. Однако лесомелиоративная сеть зеленых насаждений была создана. Так в Предуралье, в долине Волги, в Предкавказье созданы многорядные или другой конструкции полосы. Эти полосы заходят в Курскую, и даже частично в Тульскую области. Кроме того, исполнен докучаевский план по созданию защитных насаждений в верховьях различных рек.

Все лесополосы выполняют множество функций. Во-первых, это снижение ветровой нагрузки, борьба с суховеями, пыльными бурями. Данные катастрофические природные явления способствуют переносу огромных масс плодородной земли на сотни километров на новые территории. При этом площади, где прошла пыльная буря, плодородный слой полностью утрачивают.

Во-вторых, лесные полосы снижают испаряемость влаги с территории полей. Именно простое физическое испарение – это часть непродуктивного расхода влаги с полей.

В-третьих, лесополосы способствуют поступлению и накоплению снега. Они способствуют созданию снеговых пространств в зоне своего воздействия и играют огромнейшую роль в водоохранном земледелии, так как именно снег занимает почти половину всех осадков, поступающих на какую-либо территорию. Влага, поступающая в почву при таянии снега, является основной для растений на начальных этапах их развития в сухо-степной и степной зонах.

Наконец, лесополосы повышают влажность воздуха, снижая прямое и косвенное воздействие суховея на территории. Естественно, что растения имеют защитные механизмы, которые срабатывают при недостатке влаги. Устьичный аппарат растения срабатывает, его клетки смыкаются и лист перестает терять влагу. Однако горячий воздух при суховея так быстро воздействует на растение, что устьица не успевают сомкнуться и растение может погибнуть даже при достаточном количестве влаги в почве.

Естественно, что почвенная биота совершенно по-иному функционирует под лесополосными пространствами. Все эти положительные эффекты достигаются при действии не одной, а целой законченной системы продольных и поперечных лесополос.

Дендрологический состав лесополос чрезвычайно разнообразен [1, с.103]. Породы, используемые в лесополосах должны положительно отзываться на те метеоусловия, в которых они произрастают. Также принимается во внимание быстрота их роста. Наиболее распространенной породой в разных регионах России является тополь, его различные виды, а также гибриды. Тополь очень быстро растет и совершенно нетребователен и неприхотлив [3, с.128]. Он является уникальным природным фильтром, задерживающим и поглощающим вредные вещества. Учитывая пирамидальную форму отдельных видов, их можно высаживать очень близко друг к другу, создавая насаждения непродуваемой конструкции. Это дерево – рекордсмен по выработке кислорода, поэтому тополь сажали в крупных промышленных центрах [4, с.577].

Цветут и создают пух только особи женского пола и изначально их использование не планировалось, но затем на отбор подобных саженцев потребовалось слишком много времени и практику использования только мужских особей прекратили. Проблемы, возникающие с пухом, позволяют решить гибриды данного рода. Для получения гибридов используют различные виды тополей, например, тополь белый, тополь черный, тополь Боле,

Гибриды тополя очень быстро растут [6, с.7]. Уже через 4 года после посадки из саженца вырастает полноценное высокорослое дерево. Растения очень устойчивы. Саженцы с открытой корневой системой можно транспортировать даже без почвы, положив гидрогель и обработав специальным составом.

Тополь Гибрид М-38 Пионер уникальное дерево, не дает пуха и уникален для ветрозащиты, при шаге посадки 0,5-1,0 м создает практически ветронепроницаемую полосу. Это гибрид тополя черного пирамидального (*Populus nigra* var. *pyramidalis*) и осокоря (*Populus nigra*). При активном вегетативном росте черенки за 120 дней дают прирост в высоту от 50 до 100 см. Хотя, как показывали различные опыты, укореняемость черенков данного гибрида составляет всего около 63%, в сравнении с другими гибридами при укореняемости 95%, сохранность уже прижившихся экземпляров очень высокая. Во взрослом возрасте данный гибрид показывает самые высокие биометрические показатели. Его высота, диаметр ствола и запас значительно превышают, например, сорта ПОК (Пирамидально-осокоревый Камышинский), Русский, или сорт ЭД-120 (Черный гибрид) [5, с.77]. Растение имеет вытянуто-заостренные листья, как у многих видов взрослые листья темно-зеленые, молодые – с красноватым оттенком. Как все тополя, очень устойчив к ряду экологических факторов, засухоустойчив (но при укоренении и выращивании черенков, а также при высадке на постоянное место требует полива), мирится с засолением почвы, загрязнениями воздуха, практически не подвержен заболеваниям и нападениям насекомых-вредителей.

В Бугульминском участковом лесничестве ГБУ «Бугульминский лесхоз» имеется отделение черенковых саженцев, где выращивают саженцы тополя из зимних черенков. Зимние стеблевые черенки нарезают непосредственно перед посадкой. Их длина - 20...25см. Черенки высаживают с помощью сажалки СШП-5/3 лентами шириной 150 см, которые состоят из 3-х продольных строк с расстоянием между ними 40 см (40-40-70 см). Расстояние между черенками в строке- 10...20 см.



Рисунок 1 – Укоренение черенков тополя М-38 Пионер в лесном питомнике

Посадку проводят весной или осенью. Перед посадкой нижние срезы черенков подновляют острым ножом и замачивают в воде в течение 4...6 ч. Для ускорения процесса корнеобразования черенки обрабатывают ростовыми веществами. Черенки высаживают вровень с поверхностью почвы, оставляя верхнюю почку открытой. Слаборазвитые побеги удаляют. В питомнике для увеличения укореняемости черенков используют различные методы обработки, например, почкование. Оно заключается в удалении почек с базы черенка, что стимулирует рост корней.

Для предотвращения гниения и заражения черенков можно использовать антисептические препараты или биологические средства защиты. Они помогают сократить риск развития болезней и повышают вероятность успешного укоренения.

При помощи гормональной обработки повышается укореняемость черенков. Она включает применение антистрессовых гормонов, таких как индолил-3-уксусная кислота (ИУК).

Всего было заложено 15 тысяч штук черенков тополя Гибрид-38 Пионер. Запланировано их использование для создания защитных лесных насаждений и озеленения населенных пунктов Бугульминского муниципального района.

Литература

1. Брынцев, В. А. Тополя селекции А.С. Яблокова в зеленых насаждениях Москвы и Московской области / В. А. Брынцев, Т. Г. Махрова, П. А. Аксенов // Лесохоз. информ.: электрон. сетевой журн. – 2019. – № 2. – С. 103–110.

2. Ивонин, В.М. Синергетика систем агролесомелиорации / В. М. Ивонин // Региональные геосистемы. - 2023. - №1. – С. 62–75.

3. Однодушнова, Ю. В. Перспективы использования древесных пород-интродуцентов в озеленении города Рязани / Ю. В. Однодушнова // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конф. - Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: ФГБОУ ВО РГАТУ имени П. А. Костычева, 2020. - С. 127-133.

4. Фадькин, Г. Н. Изучение состояния древостоя в рамках разработки проекта спортивно-рекреационного кластера ПАРК-СТРИТ / Г. Н. Фадькин, Ю. В. Однодушнова // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 2. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 577-580.

5. Царев, А.П. Исследование роста и сохранности черных пирамидальных тополей в Центральном Черноземье / А. П. Царев, Р. П. Царева // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2016. - № 6. – С. 76-81.

6. Новые межсекционные гибриды настоящих тополей *Еuropulus L* / А. П. Царев, Р. П. Царева, В. А. Царев [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 1(49). – С. 5-22.

7. Романова, Л. В. Перспективы развития мелиорации в Российской Федерации / Л. В. Романова // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : материалы I национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 296-301.

8. Перегудов, В. И. Агротехнологии Центрального региона России / В. И. Перегудов, А. С. Ступин. – Рязань : ООО "Политех", 2009. – 463 с.

ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСАО.В. Сенько^{1,2}, О.В. Маслова¹, Н.А. Степанов^{1,2}, И.В. Лягин^{1,2}, Е.Н. Ефременко^{1,2}¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, РФ²Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, г. Москва, РФ

Аннотация. Продемонстрирован эффективный подход биотрансформации смешанных субстратов на основе биомассы микроводорослей рода *Chlorella* в смесях с отработанным иммобилизованным мицелием грибов рода *Rhizopus* и *Aspergillus* в полигидроксиалканоатов (ПГА). Биомасса как микроводорослей хлореллы, так и клеток грибов была накоплена благодаря использованию микроорганизмов в процессах очистки пищевых сточных вод. Биосорбцию клеток хлореллы грибковым мицелием проводили для получения образцов смешанной биомассы. Скорость превращения смешанных субстратов в биополимер (440 ± 13 мг/л/ч) оказалась значительно выше по сравнению с аналогичными известными примерами сложных субстратов, используемых для клеток *C. necator*. Анализ структуры полученных полимеров показал, что они могут быть использованы в различных областях сельского хозяйства.

Ключевые слова: поли (гидроксиалканоаты); *Chlorella vulgaris*; грибы; смешанная биомасса.

Summary. An effective approach of the biotransformation of *Chlorella*-based substrates in mixtures with spent immobilized mycelium of different fungi (genus *Rhizopus* and *Aspergillus*) into poly (hydroxyalkanoates) (PHAs) has been demonstrated. The biomass of both microalgae *Chlorella* and fungus cells was accumulated due to the use of the microorganisms in the processes of food wastewater treatment. The biosorption of *Chlorella* cells by fungal mycelium was carried out to obtain mixed biomass samples. The rate of the conversion of mixed substrates into the biopolymer (440 ± 13 mg/L/h) appeared significantly higher compared to similar known examples of complex substrates used for *C. necator* cells. Analysis of the structure of the obtained polymers showed that they can be used in various fields of agriculture.

Key words: poly (hydroxyalkanoates); *Chlorella vulgaris*; fungi; mixed biomass.

Частицы синтетических полимеров микро- и наноразмеров оказывают влияние, в том числе и негативное, на состояние почв и растений. Известно, что полив сельскохозяйственных угодий водой, содержащей частицы синтетических полимеров, приводит к накоплению микропластиков в почве и растениях, подавляют жизнедеятельность аборигенной микрофлоры, изменяют структуру и свойства грунта [1]. В этой связи применение синтетических полимеров в сельском хозяйстве предпочтительно избегать.

Полигидроксиалканоаты (ПГА) - хорошо известный биоразлагаемый бактериальный полимер. Полимер вырабатывается некоторыми бактериями в стрессовых условиях роста. В природе наиболее часто встречается поли(гидроксибутират) (ПГБ) [2]. Показано, что этот полимер может быть использован для создания пленок для мульчирования, мешков и сетей, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений [2]. При этом производство и широкомасштабное применение ПГА ограничено высокой стоимостью исходного сырья, в этой связи различные отходы биомассы выглядят привлекательными в качестве возможных источников для производства таких полимеров.

Синтетический потенциал клеток *Cupriavidus necator* изучался в данном исследовании при биоконверсии биомассы микроводорослей в смесях с отработанным иммобилизованным мицелием различных грибов родов *Rhizopus* и *Aspergillus*. Биомасса как микроводорослей рода *Chlorella*, так и грибных продуцентов была накоплена для этих экспериментов в

процессах очистки сточных вод пищевых предприятий и охарактеризована по своему химическому составу [3].

Были оценены характеристики ПГА, полученных биотехнологическим путем в результате конверсии субстратов (смешанной биомассы микроводорослей рода *Chlorella* и мицелиального гриба *Rhizopus oryzae*) (Рисунок 1). Поскольку подобные субстраты (смешанные виды биомассы с разным соотношением различных типов клеток) были получены в процессе очистки сточных вод и могли содержать в своем составе микрополлютанты в виде сорбированных синтетических полимеров, то полученный в результате биокаталитической трансформации биополимер является достойной альтернативой синтетическим полимерам.

Анализ ИК-спектра полученного полимера (Рисунок 2) показал, что в основном в исследованных условиях был биосинтезирован ПГБ, который является наиболее распространенным в природе. Химическая структура ПГБ также была подтверждена с помощью ЯМР-анализа (Рисунок 3).

Таким образом, в ходе проделанной работы, выявлена возможность использования предобработанной в определенных условиях смесевой микробной биомассы в качестве основного субстрата для культивирования продуцентов биodeградируемого полимера ПГА, и показано, что накапливающийся при этом полимер обладает достаточно высокой гомогенностью по составу, представляя собой ПГБ.



Рисунок 1 – Микрофотография клеток *C. necator*, содержащих биополимер, синтезируемый и накапливаемый этими бактериями в среде со смешанной микробной биомассой, используемой в качестве основного углерод- и азотсодержащего субстрата

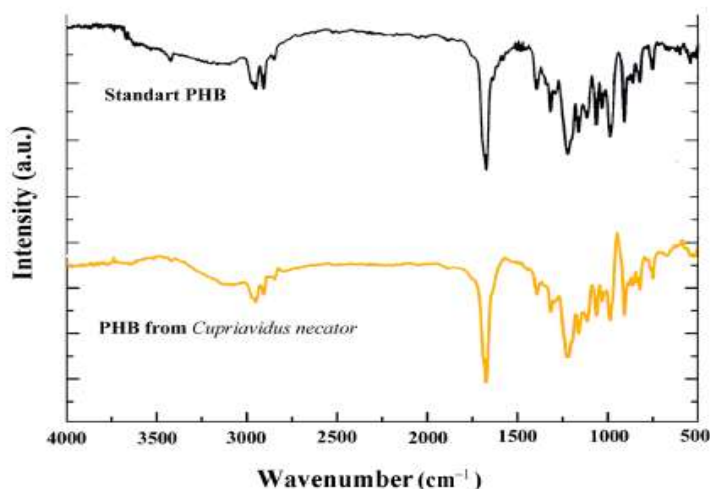


Рисунок 2 – ИК-спектры коммерческого ПГБ, используемого в качестве эталонного стандарта, и ПГБ, полученного *C. necator* в среде с ферментативным гидролизатом смешанной биомассы (*C. vulgaris*, сорбированный мицелием *R. oryzae*)

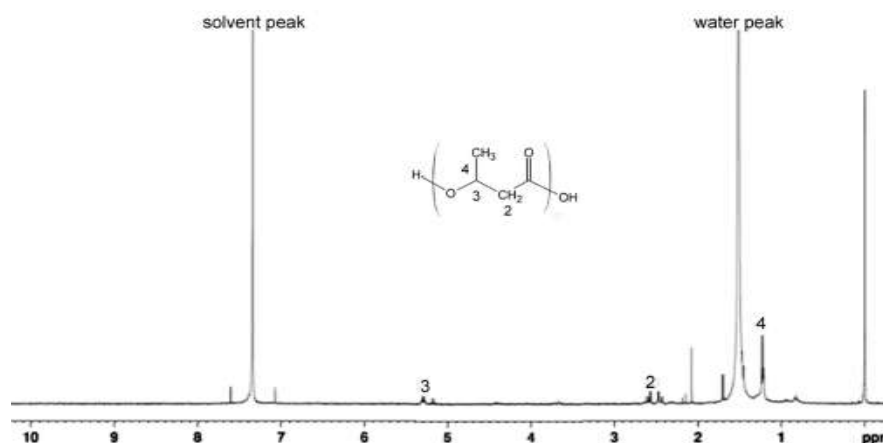


Рисунок 3 – Спектры ЯМР ^1H экстрагированного образца ПГБ из клеток *C. necator*, культивирование которых проводилось в среде с ферментативным гидролизатом смеси биомассы мицелия гриба *R. oryzae* с сорбированной биомассой *C. vulgaris*. Сигнал показывал протон CH_3 при δ 1,3 ppm, протон CH_2 при δ (2,3–2,6) ppm и протон CH при δ 5,3 ppm
Работа выполнена в рамках государственного задания Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН (01201253305).

Литература

1. Каталитическое разложение микропластиков/ Е.Н. Ефременко, И.В. Лягин, О.В. Маслова [и др.] // Russian Chemical Reviews. – 2023. – Т. 92. – С. 2.
2. Applications of PHA in agriculture / Т. Amelia et al. // Biotechnological applications of polyhydroxyalkanoates. – 2019. – С. 347-361.
3. Transformation of enzymatic hydrolysates of Chlorella–fungus mixed biomass into poly (hydroxyalkanoates) / O. Senko et al. // Catalysts. – 2023. – Т. 13. – №. 1. – С. 118.
4. Корнюшин, В. М. Стеклопластиковая и базальтопластиковая композитная арматура / В. М. Корнюшин, И. Е. Кущев, В. В. Коченов // Новые технологии в науке, образовании, производстве : Международный сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, Рязань, 20–23 декабря 2014 года / Ответственный редактор Горохова Марина Николаевна. – Рязань: НП "Голос губернии", 2014. – С. 440-447.
5. Морозова, Л. А. Автоматизация как основа эффективного управления в АПК / Л. А. Морозова // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 340-346.

УДК 633.854.78:632.954

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ

А.С. Ступин¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Известны три способа внесения почвенных гербицидов: обработка; поверхности почвы (распыление или просеивание гранул), после чего препарат проникает в слои почвы под воздействием атмосферных осадков; обработка поверхности почвы с последующей заделкой почвообрабатывающими орудиями; внесение в почву на определенную глубину в виде горизонтальной экран.

Ключевые слова: гербицид, способы применения, оценка эффективности применения.

Summary. There are three known methods of applying soil herbicides: treatment; soil surfaces (spraying or sieving granules), after which the drug penetrates into the soil layers under the influence of precipitation; treatment of the soil surface followed by sealing with tillage tools; application to the soil to a certain depth in the form of a horizontal screen.

Key words: herbicide, methods of application, assessment of application.

Основное преимущество почвенных гербицидов — продолжительность действия, что объясняется постепенным и сравнительно медленным разложением их в почве. Как правило, токсичность этих препаратов сохраняется в течение всего вегетационного периода, а у отдельных гербицидов, примененных в больших дозах, в течение нескольких лет. Достоинством этих пестицидов является и меньшая их зависимость от погодных условий в период внесения. Известно, что дожди, прошедшие после химпрополки, смывают препараты с сорняков. На почвенные гербициды осадки оказывают только положительное действие: более равномерно распределяют их в почве. Обработка этими препаратами меньше зависит от ветра, так как при опрыскивании ими можно применять крупнокапельный распыл, что устраняет снос распыленной жидкости (и еще один плюс: при крупнопанельной обработке используются распылители с большими выходными отверстиями, благодаря чему они не забиваются).

Внесение почвенных гербицидов можно совмещать с другими сельскохозяйственными операциями: вспашкой, культивацией, севом и т. д. При такой обработке пестицидами не бывает огрехов и двойных перекрытий [1].

В настоящее время в нашей стране и за рубежом почвенные гербициды применяют главным образом методом опрыскивания. При этом методе препараты более равномерно распределяются на обрабатываемом объекте, чем при рассеве гранул. Кроме того, токсичность жидких форм меньше зависит от влажности почвы. Однако в отдельных случаях предпочтение следует отдавать гранулированным гербицидам, например, при борьбе с сорняками в посевах риса или с ромашкой непахучей и другими зимующими двудольными в посевах озимой пшеницы.

В зависимости от площади покрытия различают сплошное, ленточное и гнездовое внесение пестицидов. Сплошная обработка проводится на узкорядных посевах, ленточная — на пропашных культурах, гнездовая — на плодовых деревьях: химпрополка приствольных кругов.

Известны три способа внесения почвенных гербицидов: обработка; поверхности почвы (опрыскивание или рассев гранул), после чего препарат под действием осадков проникает в почвенные слои; обработка поверхности почвы с последующей заделкой почвообрабатывающими орудиями; внесение в почву на определенную глубину в виде горизонтального экрана.

На поверхность почвы гербициды наносят штанговыми опрыскивателями или разбрасывателями минеральных удобрений (при применении гранулированных форм). Как правило, при опрыскивании почвы рекомендуются большие расходы рабочей жидкости — 150—300 л/га при меньшей степени ее диспергирования (медианно-массовый диаметр капель 350—750 мкм). Для сплошной обработки применяются штанговые опрыскиватели О и прицепные опрыскиватели, оборудованные штангами. Если обработка должна проходить в ранние сроки, когда влажность почвы еще слишком высока и проходимость наземных машин затруднена, целесообразно использовать авиацию. Это вполне допустимо, так как при крупнокапельном распыле капли сносятся ветром меньше.

При ленточном опрыскивании гербициды вносят одновременно с севом подкормщиком-опрыскивателем ПОУ или специальными приспособлениями; в южных зонах применяют приспособления ПГС-2, 4Б и другие.

Для посева гранулированных препаратов используют наземные разбрасыватели минеральных удобрений и авиационную аппаратуру. Наиболее приемлемой наземной машиной является разбрасыватель НРУ-0,5, однако необходима его модернизация (снижение нижнего предела расхода, уплотнение бункера, замена рассеивающего диска на резиновый).

Метод нанесения гербицидов на поверхность почвы с последующей их заделкой почвообрабатывающими орудиями является наиболее распространенным, и это понятно, так как почвенные препараты проявляют токсичность, лишь находясь во влажных слоях почвы. Однако следует обратить внимание на необходимость строгого выбора почвообрабатывающей машины [2].

Специально проведенные исследования показали, что наиболее равномерное распределение препарата в почвенном слое обеспечивает дисковая борона. Коэффициент вариации, характеризующий количественное изменение препарата в различных слоях при заделке его колеблется от 17 до 24%. Зубовая борона и культиватор со стрельчатыми и пружинными лапами заделывают гербицид в нижние слои почвы не равномерно: коэффициент вариации—82%. Сцепка культиватора с зубовой боронкой обеспечивает достаточно хорошую равномерность распределения препарата в почве: коэффициент вариации — от 25 до 43%.

При ленточном внесении гербицидов одновременно с севом препарат частично перемешивается загорточами, установленными за каждым сошником сеялки; для лучшей заделки с сеялкой агрегатируются зубовые бороны.

Известен и ряд специальных приспособлений к сеялкам, заделывающим гербицид, наносимый ленточным способом на поверхность почвы одновременно с севом. Заслуживает внимания приспособление, разработанное отделом механизации научно-исследовательского института масличных культур. Его навешивают на посевную секцию сеялки. Распылитель, расположенный над строчкой посева, огражден с боков специальными щитками, предназначенными для защиты от ветра. На кронштейне, монтируемом за распылителем, укрепляются проволочные бороны, перемешивающие гербицид с почвой. Глубина хода зубьев бороны регулируется натяжением пружины.

Гербициды в виде горизонтального экрана вносят в почву специальными рабочими органами. Наиболее простое устройство представляет собой лапу культиватора (серийная или специально созданная), монтируемую на посевной секции сеялки. В тыльной стороне лапы устанавливают распылитель с плоским факелом распыла, через который в образуемую полость вводится распыленная жидкость [3].

Известны устройства, которые позволяют вносить не распыленную жидкость через серию отверстий. Специалистами научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства предложено вносить гербициды в почву штанговым культиватором. На нем применяют полу круглую штангу с отверстиями по всей длине, через которые в почву попадает рабочая жидкость. Такая штанга, совершая поступательное движение под слоем почвы и одновременно вращаясь в сторону, противоположную вращению опорных колес, механически повреждает подземную часть сорняков, рыхлит почву и вносит в нее гербицид. Для механизации такого процесса штанговый культиватор агрегируется с подкормщиком-опрыскивателем ПОУ.

Гербициды можно вносить в почву культиватором-плоскорезом, агрегированным с подкормщиком-опрыскивателем ПОУ. Его основные узлы монтируются на тракторе, на культиваторе устанавливается штанга, от которой по подкормочным трубкам к дефлекторным распылителям подводится рабочая жидкость. Распылители монтируются в лапах культиватора и распиливают рабочую жидкость в полость, образуемую лемехом.

Гербициды вносят в почву и путем заделки распыленной жидкости загорточами при ленточном способе опрыскивания одновременно с севом. Основные узлы опрыскивателя располагаются чаще всего на тракторе и лишь в отдельных конструкциях на сеялке. Распылитель, как и в других конструкциях машин и приспособлений для ленточного опрыскивания, монтируется на посевной секции над строчкой посева семян. Для заделки

распыленной жидкости предусмотрены специальные рабочие органы. Они раздвигают почву на глубину высева семян, присыпают их, после чего опрыскивают этот слой почвы и присыпают его с помощью загортачей. Известны некоторые технические вариации этого процесса, в том числе одно- и двуслойное внесение гербицида на хлопчатнике, однослойное — на кукурузе.

В настоящее время проектируется свекловичная сеялка, которая включает в себя приспособление для внесения гербицидов в виде распыленной рабочей жидкости с ее заделкой в почву с помощью загортачей [4].

Оценка технологических схем применения почвенных гербицидов.

Наиболее простой и менее трудоемкой технологической схемой является опрыскивание гербицидами поверхности почвы. Однако такое применение не во всех условиях эффективно. При отсутствии дождей препараты, находящиеся на поверхности почвы, могут выветриваться, разлагаться под действием солнечных лучей или испаряться. Многие из них, в сухом слое почвы не проявляют токсических свойств, в результате сорняки не уничтожаются, и хозяйство несет неоправданные расходы. Поэтому поверхностное внесение почвенных гербицидов целесообразно в зонах, где часты осадки, или при поливном земледелии.

Результаты исследований показали, что техническая эффективность при поверхностном внесении гербицидов в подавляющем большинстве случаев ниже, чем при внесении их в почвенный слой. Этот последний прием является основным при применении почвенных гербицидов.

Как уже указывалось, существуют две схемы внесения пестицидов в почву: первая предусматривает распределение химиката во всех горизонтах почвенного слоя, начиная от поверхности до глубины проникновения почвообрабатывающего орудия, вторая — непосредственное внесение препарата в почву специальными рабочими органами, которые распределяют его на определенной глубине в виде горизонтального экрана [5].

Для сравнения этих технологических схем ставились специальные опыты. В лабораторных условиях высевалось определенное количество семян пшеницы и семена сорняков. Гербициды С-Метолахлор, Пропизохлор, Диметенамид, Метазахлор вносили в одних вариантах на поверхность и перемешивали с верхним слоем почвы, в других — опрыскивали слой почвы над семенами и затем присыпали, новым слоем почвы. В обоих случаях создавали равную толщину слоя почвы над семенами, вносили одинаковое количество рабочей жидкости и т. д. Техническая эффективность уничтожения сорняков в вариантах с перемешиванием препарата в почвенном слое составляла 96%, с внесением горизонтальным экраном — 75%.

Для сравнения различных способов внесения гербицидов в почву специалистами проведены и специальные лабораторно-полевые опыты на посевах пшеницы.

На всех вариантах достигались эффективность уничтожения сорняков гербицидами С-Метолахлор, Пропизохлор, Диметенамид, Метазахлор (4 кг/га культиватором-плоскорезом КПП-2,2 и штанговым культиватором КШ-3,6 эти показатели были меньше (снижение количества сорняков соответственно составляло 36 и 50%, прибавка урожая — (0,1 -0,8 ц/га), чем в вариантах с поверхностным опрыскиванием и заделкой рабочей жидкости ротационными почвообрабатывающими органами (снижение количества сорняков — 48 и 71%, прибавка урожая — 1,7 ц/га).

Опыты внесения гербицидов на посевах кукурузы и сахарной свеклы, проведенные специалистами ВИЗР показали следующее. На посевах кукурузы в подавляющем большинстве случаев как при поверхностном внесении с последующей заделкой почвообрабатывающими орудиями (культиватор, борона), так и при внесении в почву специальной культиваторной лапой дает равные результаты.

Внесение почвенных гербицидов на посевах сахарной свеклы специальной культиваторной лапой не дает заметных преимуществ перед поверхностным нанесением распыленной жидкости с последующей ее заделкой почвообрабатывающими орудиями.

Однако последний способ с точки зрения механизации значительно проще, так как может осуществляться серийными опрыскивателями и почвообрабатывающими машинами. Кроме того, при внесении гербицидов в почву специальными движущимися в почвенном слое рабочими органами нельзя следить за работой, распылителей, неудобно их заменять и прочищать. При повышенной влажности почва налипает на различные движущиеся в почвенном слое детали, что увеличивает тяговое сопротивление агрегата и приводит к нарушению микрорельефа поля. Более целесообразным вариантом непосредственного внесения гербицида является опрыскивание почвы с последующей заделкой загортачами.

Особо следует подчеркнуть преимущества ленточного способа применения почвенных гербицидов. Этот способ в сравнении со сплошным из-за 2—3-кратного сокращения расхода препарата позволяет получить значительную экономию средств (стоимость почвенных гербицидов высокая, и применяются они в больших дозах), так как при том же количестве препаратов ленточный способ позволяет обрабатывать большие площади. Уменьшается и отрицательное последствие гербицидов из-за меньшего расхода их на гектар. Кроме того, ленточное внесение осуществляется не как самостоятельная операция, а одновременно с севом.

Однако необходимо отметить, что в засушливых условиях ленточный способ менее эффективен, чем сплошной перед посевом, ибо при последнем представляется возможность заделывать препарат в более глубокий почвенный слой.

Хочется еще раз обратить внимание на необходимость при использовании почвенных гербицидов тщательно следить за состоянием машин и их настройкой на оптимальный режим работы.

Литература

1. Состояние стресса у семян хлебных злаков и методика его диагностики / В.И. Левин, Н.Н. Дудин, Л.А. Антипкина, Р.Н. Ушаков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Рязань, 2020. – № 5 (187). – С. 28-38.

2. Лукьянова, О. В. повышение эффективности производства масличных культур / О. В. Лукьянова, О. А. Антошина // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : Материалы 74-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2023 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть I. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 60-65.

3. Лукьянова, О. В. Регулятор роста для повышения продуктивности яровой пшеницы / О. В. Лукьянова, О. А. Антошина, Т. В. Ерофеева // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 38-43.

4. Лукьянова, О. В. Эффективность производственной системы Clearfield при возделывании рапса ярового / О. В. Лукьянова, О. А. Антошина, Т. В. Ерофеева // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 43-48.

5. Ступин, А. С. Агротехнические основы получения высококачественного зерна в Рязанской области / А. С. Ступин // Гуминовые удобрения и их роль в повышении урожайности и охране почв : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 14–16 марта 2001 года. – Рязань: РГАТУ, 2001. – С. 78-80.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ФИТОМОНИТОРИНГА ДЛЯ АНАЛИЗА ВЛИЯНИЯ ПОЛЛЮТАНТОВ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ РАСТЕНИЙ

Г.В. Уливанова¹

¹ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В статье отражены результаты оценки степени фитотоксичности почвенного субстрата, отобранного в различных функциональных зонах города, и анализа влияния различных концентраций нефтепродуктов на уровень всхожести и морфометрические характеристики тест-объектов. Определена наибольшая степень фитотоксичности субстрата транспортной зоны. Выявлено, что максимальное негативное воздействие проявляется на расстоянии 15 м от дороги.

Ключевые слова: фитомониторинг, фитотоксичность почв, охрана природы, биоиндикация.

Summary. The article reflects the results of assessing the degree of phytotoxicity of the soil substrate selected in various functional zones of the city and analyzing the influence of different concentrations of petroleum products on the level of germination and morphometric characteristics of test objects. The highest degree of phytotoxicity of the transport zone substrate was determined. It was revealed that the maximum negative effect manifests itself at a distance of 15 m from the road.

Key words: phytomonitoring, soil phytotoxicity, protection of nature, bioindication.

В последние годы методы биологической индикации степени загрязнения все чаще используются наряду с традиционным химическим анализом [1, 2]. Актуальность и широкое применение данных методов во многом связана с их положительными сторонами, одной из которых является то, что фитомониторинг в отличие от точечных инструментальных методов позволяет оценивать влияние загрязнителей на сообщества, и давать представление о длительном воздействии загрязнителей, и прогнозировать их дальнейшее влияние [3].

Целью исследований был комплексный анализ степени влияния поллютантов на рост и развитие тест-растений. Исследование включало в себя два этапа.

На первом этапе проводился сравнительный анализ степени загрязнения среды разных функциональных зон и оценка влияния техногенного загрязнения субстрата на рост и морфометрические признаки тест-растений.

Для исследования были выбраны три зоны разного функционального назначения:

– г. Рязань, ул. Щорса – промышленная зона.

Данная территория близка к таким промышленным производствам, как Рязанская нефтеперерабатывающая компания, ОАО «Рязанское Химволокно» и завод «Центролит».

– г. Рязань, ул. Ленина – транспортная зона.

Четырехполосная улица Ленина является одной из основных транспортных магистралей города. По ней проходят многие маршруты городского транспорта. Она относится к классу «обычного типа» (ГОСТ Р 52398-2005). Категория автомобильной дороги – II. Для города это является высокой интенсивностью движения. Материалы почвы для анализа были взяты у обочины дороги.

– Село Новики (приусадебный участок).

В качестве условно чистой зоны сельскохозяйственного назначения выбран приусадебный участок в селе Новики Спасского района Рязанской области. Данная территория находится вдали от дорог.

В качестве контроля использовался покупной грунт следующего состава: торф (низинный и верховой), песок, дренаж керамзитовый, минеральное удобрение с микроэлементами и доломитовая мука (таблица 1).

Таблица 1– Содержание биогенных элементов и pH контрольного субстрата

N, мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	pH
350	300	450	5,5-6,5

На втором этапе исследования проводился анализ влияния автотранспортного загрязнения на разном удалении от дороги.

Пробы почвы отбирались с придорожной полосы главной дороги, расположенной на улице Механизаторов, р.п. Ермишь Рязанской области (рисунок 1).



Рисунок 1 – Расстояние от дороги на втором этапе исследований

В качестве тест объектов выступали Пшеница обыкновенная (*Triticum aestivum*) и Кресс-салат (*Lepidium sativum*).

Определение фитотоксичности грунта было произведено методом биотестирования, путем проращивания семян тест-растений в образцах исследуемых почв. Нормой является проращение 80-95 % семян в течение 3-4 суток (таблицы 2, 3).

Таблица 2 – Всхожесть семян кресс-салата (*Lepidium sativum*)

Тестируемый грунт	Количество проросших семян, %	Время окончания интенсивного прорастания, сутки	Средняя длина проростков на 10-е сутки, см	Степень фитотоксичности субстрата
Покупной грунт	92	2	4,1	загрязнение отсутствует
Село Новики (приусадебный участок)	91	2	4,2	загрязнение отсутствует
Ул. Ленина (транспортная зона)	52	2	3,8	среднее загрязнение
Ул. Щорса (промышленная зона)	28	3	3,5	среднее загрязнение

Анализ результатов проводился согласно методике Т. Я. Ашихминой [1].

Первые проростки во всех тестируемых субстратах появились через сутки. Наименьшая всхожесть семян кресс-салата была отмечена в пробах почвы с ул. Щорса, территориально расположенной в непосредственной близости от Южного промзла – крупнейшей промышленной зоны города. Она составила 28%, что, согласно методике Т.Я. Ашихминой, характеризуется как средняя степень загрязнения (всхожесть от 20 до 60%). В эту же категорию токсичности попадают и пробы почвы, отобранные с одной из центральных улиц города – ул. Ленина. Большие транспортные потоки в центре города способствовали

развитию мощного антропогенного пресса на биоценозы этой части города, хотя, согласно результатам исследования, эта зона загрязнена несколько меньше, чем промышленная – всхожесть составила 58%.

Оценка фитотоксичности почв сельской зоны показала их чистоту. Результаты вполне сопоставимы с контролем.

Анализ средней длины проростков на 10-е сутки опыта показал аналогичные результаты. Максимальной длиной отличались тест-растения, выросшие на образцах почвы, взятой из сельской зоны – 4,2 см, что на 0,1 см больше, чем в контроле. Длина проростков, выросших на почве промышленной зоны, оказалась на 14,6% меньше, чем в контроле, а на почвах транспортной зоны – на 7,3% ниже.

Для подтверждения результатов первого опыта была проведена вторая серия опытов, где в качестве тест-объекта выступала яровая пшеница (таблица 3).

Всходы семян пшеницы имеют очень близкие результаты с опытом кресс-салата (рисунок 2).

Так же видно, что самое сильное загрязнение наблюдается у растений, выросших на почве с промышленной зоны, и чистые почвы у контрольного образца и земли с села Новики.

Количество проросших семян на контрольном образце составило 91%, так же, как и на образце, взятом в селе Новики. На транспортном участке – 56% и на промышленной зоне – 26%. Это очень похоже на результат опыта, проведенного с семенами Кресс-салата, что может свидетельствовать о правильных результатах и большом уровне загрязнения в промышленной зоне.

Длина у проростков пшеницы в среднем составила: на покупном грунте – 4,3 см, на почве с приусадебного участка – 4,2 см, на грунте с транспортной зоны – 3,5 см и промышленной – 3,3 см. Таким образом, по данному показателю, разница между загрязненным и контрольным субстратом была более значительна и составила от 18,6% для транспортной зоны до 23,3% для промышленной зоны.

Время окончания прорастания составило 3 дня, только на образцах промышленной почвы – 4 суток.

Таблица 3 – Всхожесть семян пшеницы обыкновенной (*Triticum aestivum*)

Тестируемый грунт	Количество проросших семян, %	Время окончания интенсивного прорастания, сутки	Средняя длина проростков на 10-е сутки, см	Степень фитотоксичности субстрата
Покупной грунт	91	3	4,3	загрязнение отсутствует
Село Новики (приусадебный участок)	91	3	4,2	загрязнение отсутствует
Ул. Ленина (транспортная зона)	56	3	3,5	среднее загрязнение
Ул. Щорса (промышленная зона)	26	4	3,3	среднее загрязнение

Для изучения принципов распределения автотранспортного загрязнения по придорожной полосе и его влияния на рост и развитие растений была отобрана почва из центральной части улицы Механизаторов, р.п. Ермишь Рязанской области на разном расстоянии от дороги. В качестве тест-объекта использовались семена кресс-салата. Основными тестируемыми признаками были: всхожесть семян, %, длина стебля, см, длина листа, см, длина главного корня, см (рисунки 2-3).

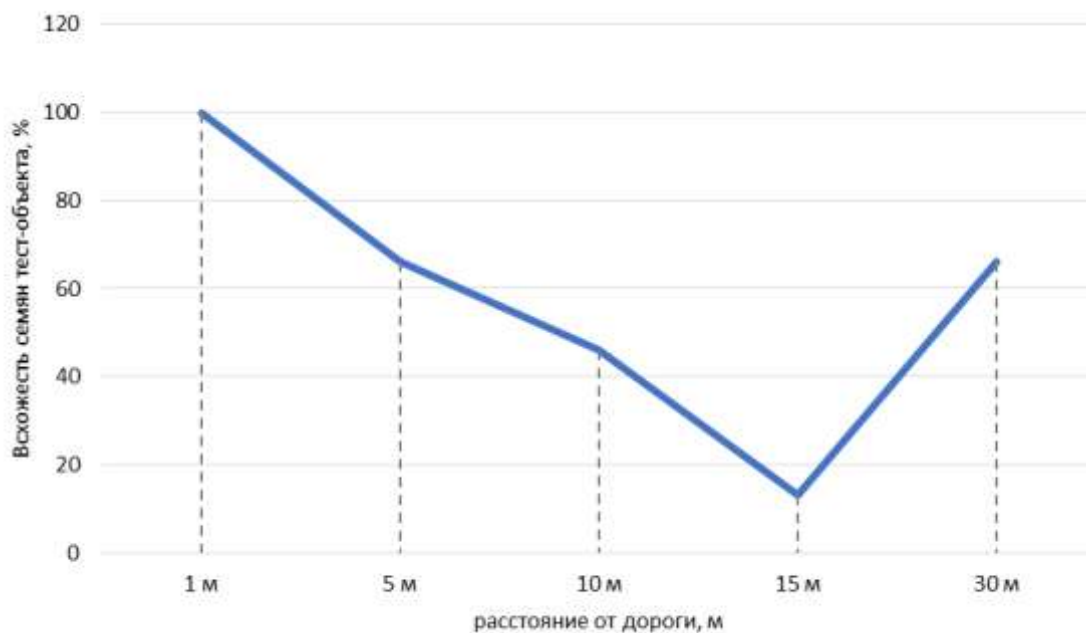


Рисунок 2 – Оценка всхожести семян, пророщенных на образцах почвы, взятой на разном расстоянии от дороги.

Согласно результатам исследований, всхожесть семян постепенно уменьшалась, достигая минимума в пробах почвы, отобранных в 15-ти метрах от дороги, где составила 13%, что, согласно классификации Т.Я. Ашихминой, свидетельствует о высокой токсичности субстрата. На расстоянии 30 м от дороги всхожесть семян кресс-салата стала выше – 66 %. То есть на этом расстоянии уровень загрязнения придорожной полосы снизился и характеризуется как «слабое загрязнение».

Таким образом, критической точкой, характеризующейся максимальным уровнем загрязнения, согласно исследованиям, оказалось расстояние в 15 м от края дорожного полотна. Именно на этом расстоянии, как отмечают другие авторы, оседает основная масса загрязнителей, в качестве которых могут выступать такие загрязняющие вещества как свинец, цинк, медь [3, 4, 5], а также комплекс токсичных органических соединений, например, полихлорированные дибензодиоксины и дибензоураны [3, 4, 5].

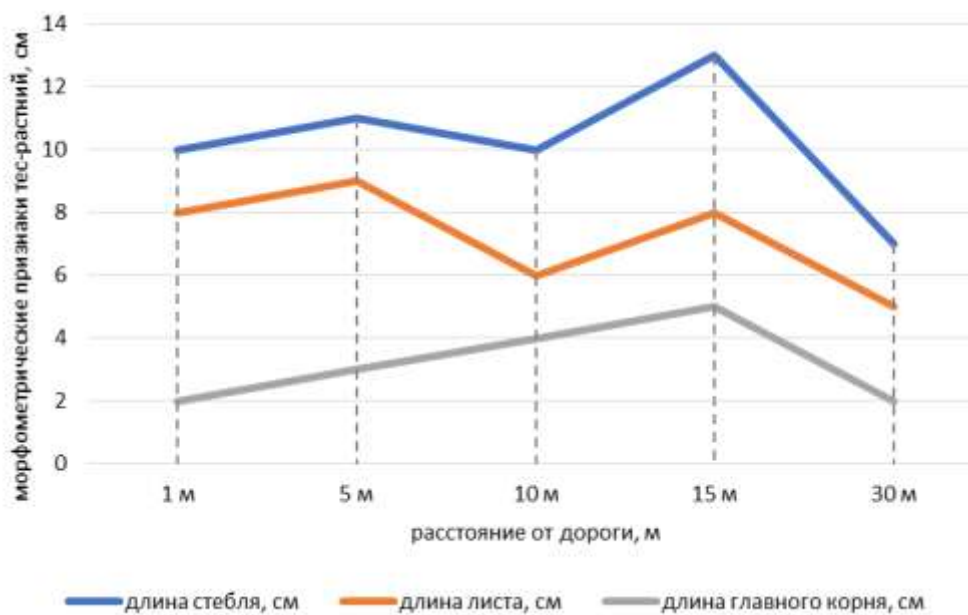


Рисунок 3 – Морфометрические признаки кресс-салата

Оценка морфометрических признаков кресс-салата показывает, что растения, выращенные на субстрате выявленной ранее критической точки, отличаются несколько большими линейными размерами как надземной, так и подземной части, что свидетельствует о попытке адаптации данных растений к неблагоприятным условиям. Увеличение степени проявления вегетативных признаков при одновременном снижении всхожести и других показателей, характеризующих генеративные признаки растений, отмечались и в других исследованиях.

Исключение составили только промеры длины листа, которые оказались максимальными в пробах почвы, отобранных на расстоянии 5 м от дороги.

Таким образом, в ходе исследований было определено наивысшая степень фитотоксичности субстрата транспортной зоны. Выявлено, что максимальный негативный эффект проявляется на расстоянии 15 м от дороги.

Литература

1. Ашихмина, Т.Я. Экологический мониторинг: учебн. – методическое пособие / Т. Я. Ашихмина, Н.Б. Зубкина – М.: Академический проект, 2005. – 205 с.
2. Липик, В.А. Автомагистраль и ее загрязненная зона. / В.А. Липик. – Минск, 2015. – Режим доступа: <http://www.ecosever.ru/news/9681.html>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Пшенин, В.Н. Вопросы загрязнения почвенного покрова вблизи автомагистралей. / В.Н. Пшенин. – Ростов на Дону, 2009. – Режим доступа: <http://www.pandia.ru/text/77/122/516.php>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Околелова, А.А. принципы нормирования нефтепродуктов в почве / А.А. Околелова // ЕГИ. 2017. – №3 (17). – С. 6-16.
5. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. утв. Роскомземом и 10.11.1993 и Минприроды РФ 18.11.1993. – М. : Роскомзем, 1993. – 7 с.
6. Пурнемцова, Г.С. Оценка состояния окружающей среды методом дендроиндикации (на примере липы мелколистной (*Tilia cordata*)) / Г.С. Пурнемцова, О.А. Федосова // Научно-практические достижения молодых учёных как основа развития АПК : материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции. Рязань, 29 октября 2020 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 209-216.

УДК 574.5: 502.51(470.313)

ИЗУЧЕНИЕ ВОДНЫХ И ПОЧВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ АНАЛИТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

О.А. Федосова¹, К.В. Пертли²

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

²ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ

Аннотация. Проанализировано состояние водного и почвенного объекта энергетической промышленности по комплексу химических показателей: нефтепродукты и тяжелые металлы. Изучена аналитическими методами степень загрязнения водного объекта прилегающей территории предприятия нефтеперерабатывающей промышленности и определено содержание загрязняющих веществ в почвенном объекте прилегающих территорий.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающий комплекс, энергетическая промышленность, аналитические методы, тяжелые металлы, нефтепродукты, техногенная обстановка.

Summary. The state of the water and soil objects of the energy industry was analyzed according to a set of chemical indicators: petroleum products and heavy metals. The degree of pollution of a water body in the adjacent territory of an oil refining industry enterprise was studied using analytical methods and the content of pollutants in the soil of the adjacent territories was determined.

Key words: oil refining complex, energy industry, analytical methods, heavy metals, petroleum products, technogenic environment.

Антропогенные нарушения природной среды в настоящее время носят мировой характер. Оказывая влияние на один из компонентов экосистемы, техногенная деятельность человека затрагивает и изменяет всю ее структурную организацию, что приводит, в первую очередь, к нарушению биогеохимического круговорота.

Мониторинг состояния окружающей среды актуален во всех масштабах, но особенно «горячо» данный вопрос стоит для больших городов и городов с развитым промышленным производством [1, с. 50-54].

В крупных промышленных российских городах, как и в городах во всем мире, ведущим источником загрязнения среды является производственная деятельность, которая негативно сказывается на всех сферах урбозосистем [2, с. 54-58; 3, с. 165-167].

Проблемы качества почвы и воды обострились в последние десятилетия [4, с. 155-161; 5, с. 171-173]. Этому способствовали социальные и экономические потребности общества в период интенсивного освоения природных ресурсов страны. А ведь всем известно, что качество почвы и воды определяет общее экологическое благополучие жизни населения.

В связи с этим целью исследований явился анализ состояния почвенных и водных объектов прилегающих территорий предприятий нефтеперерабатывающей и энергетической промышленности по комплексу аналитических методов экологического мониторинга в условиях города Рязани.

Исследовательская работа проведена на основании комплекса аналитических методов экологического мониторинга почвенных и водных объектов прилегающих территорий предприятий нефтеперерабатывающей и энергетической промышленности: АО «РНПК», ООО «Ново-Рязанская ТЭЦ» в 2022-2023 гг.

Отбор проб проходил на следующих контрольных точках: в 200-ах м от «Установок биологической очистки» АО «РНПК», район Турлатово; 1 км от ООО «Ново-Рязанская ТЭЦ» (рисунок 1).

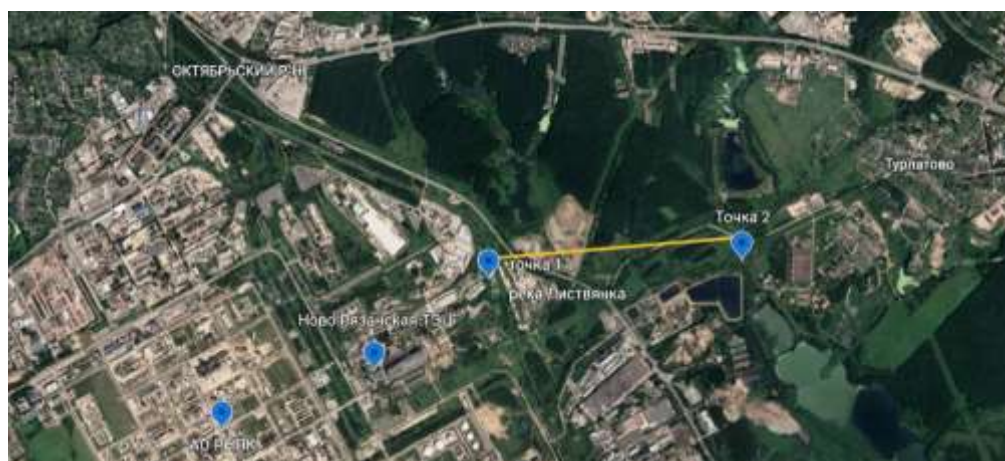


Рисунок 1 – Контрольные точки отбора проб

Аналитический анализ полученных проб был осуществлен в лаборатории ООО «Мещерский научно-технический центр» (ООО «МНТЦ») по следующим показателям: для воды: органические вещества, сухой остаток, хлориды, нефтепродукты, железо общее и сульфаты; для почвы: цинк, медь, свинец, молибден, никель, марганец, нефтепродукты.

Изучение состояния водного объекта, на примере р. Листвянки, прилегающей территории ООО «Ново-Рязанская ТЭЦ» показало, что качество воды отвечает требованиям, предъявляемым к водотокам культурно-бытового водопользования по хлоридам, сухому остатку и не соответствует вышеуказанным требованиям по железу общему (1,17 и 0,44 мг/дм³), нефтепродуктам (0,38 мг/дм³) и органическим веществам (5,9 и 3,2 мг/дм³) (рисунок 2).

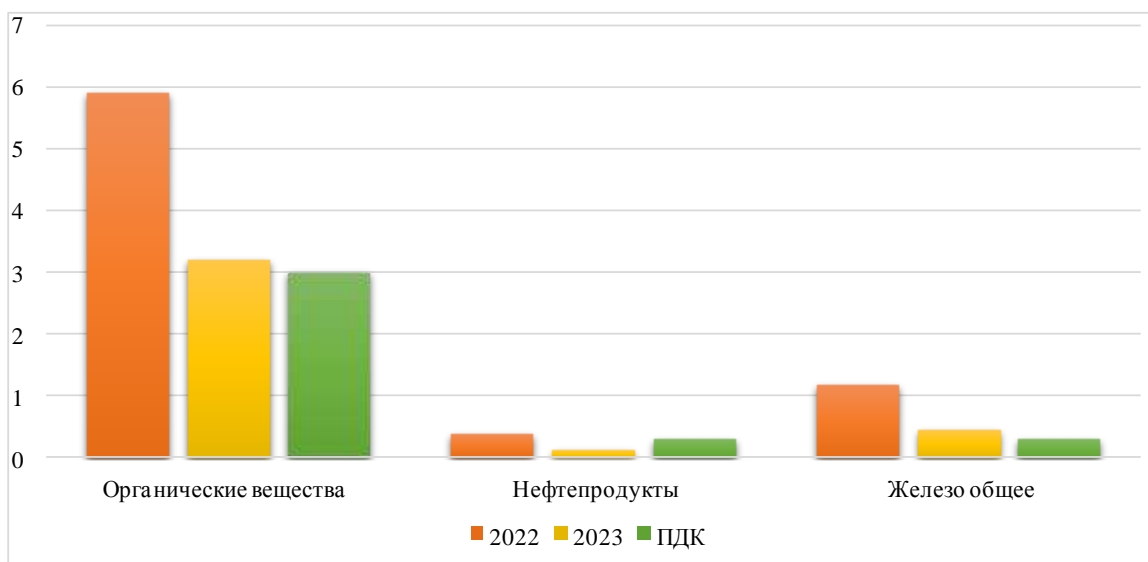


Рисунок 2 – Содержание загрязняющих веществ в сточных водах контрольной точки ООО «Ново-Рязанская ТЭЦ» в период 2022-2023 гг.

Оценка степени загрязнения водного объекта прилегающей территории предприятия нефтеперерабатывающей промышленности на примере АО «РНПК» показала положительную динамику к снижению загрязняющих веществ в 2023 году по таким показателям как органическое вещество, железо общее, сухой остаток и хлориды (рисунок 3). Тогда как в 2022

году отмечался высокий скачок концентрации нефтепродуктов (5,2 мг/дм³), железа общего (4,12 мг/дм³) и сульфатов (378,0 мг/дм³).

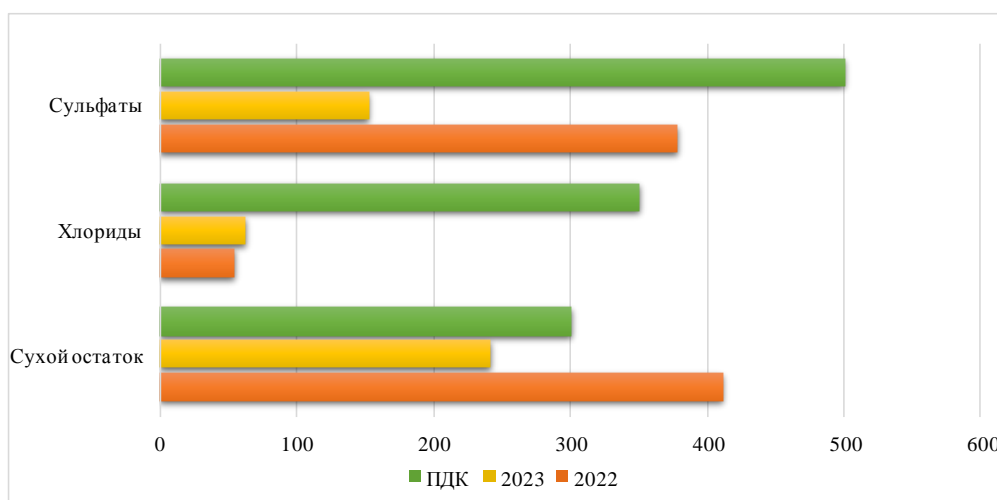


Рисунок 3 – Содержание загрязняющих веществ в сточных водах контрольной точки АО «РНПК» в период 2022-2023 гг.

Определение содержания нефтепродуктов и тяжелых металлов в почвенных пробах прилегающей территории ООО «Ново-Рязанская ТЭЦ» установило значительное превышение ПДК по меди в период всего исследования. Высокая степень загрязнения наблюдалась по Zn, максимум зафиксирован в 2023 г. (60 мг/кг). Концентрация нефтепродуктов находилась в пределах ПДК. При этом отмечен рост содержания всех тяжелых металлов в 2023 году (таблица 1).

Таблица 1 – Анализ проб почв контрольной точки ООО «Ново-Рязанская ТЭЦ»

Наименование исследуемого вещества	Период исследований		ПДК
	2022	2023	
Цинк, мг/кг	29	62	23
Медь, мг/кг	11,3	12,4	3,0
Свинец, мг/кг	29,0	38,0	32,0
Молибден, мг/кг	36	46	50
Никель, мг/кг	2,17	3,53	4,0
Марганец, мг/кг	98,0	614,5	1500
Нефтепродукты, мг/кг	154	167	1000

Определение содержания загрязняющих веществ почвенного объекта прилегающих территорий АО «РНПК» позволило установить, что в пределах ПДК находились свинец и никель (таблица 2). Концентрация меди имела размах колебания от 2,4 до 4,5 мг/кг. Содержание марганца составляло 179-262 мг/кг. Цинк во всех пробах превышал значение ПДК, в 2022 году максимальное значение составило 48 мг/кг.

Таблица 2 – Анализ проб почв контрольной точки АО «РНПК»

Наименование исследуемого вещества	Период исследований		ПДК
	2022	2023	
Цинк, мг/кг	48	37	23
Медь, мг/кг	4,5	2,4	3
Свинец, мг/кг	25	22	32
Молибден, мг/кг	53	24	50
Никель, мг/кг	2,3	2,5	4
Марганец, мг/кг	262	179	1500
Нефтепродукты, мг/кг	923	724	1000

В ходе использования аналитических методов экологического мониторинга, удалось установить, что предприятия нефтеперерабатывающего комплекса «РНПК» и энергетической промышленности Ново-Рязанская ТЭЦ имеют высокую степень антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Литература

1. Экотоксикологическая оценка фитотоксичности тяжелых металлов / Т.В. Хабарова, Ю.В. Однодушнова, О.А. Антошина, А.В. Тулякова // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 50-54.

2. Влияние загрязнения окружающей среды экотоксикантами химической промышленности в ландшафтно-географических зонах Рязанской области на резистентность животных к вирусным заболеваниям / С.А. Нефедова, А.А. Коровушкин, Ю.А. Поминчук, Е.Я. Греф // *Аграрная Россия*. – 2011. – № 1. – С. 54-58.

3. Уливанова, Г.В. Предприятия нефтехимической промышленности как источники антропогенных выбросов в окружающую среду / Г.В. Уливанова, В.А. Алексеев // *Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2012. – С. 165-167.

4. Пертли, К.В. Анализ состояния водных объектов прилегающих территорий предприятия энергетической промышленности / К.В. Пертли, О.А. Федосова // *Интеграция научных исследований в области современной ветеринарной медицины, животноводства и экологии : Материалы Национальной студенческой научно-практической конференции*. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 155-161.

5. Уливанова, Г.В. Отходы производства предприятий нефтехимической промышленности / Г.В. Уливанова, О.А. Ашуркова // *Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны : Материалы международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых*. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, 2012. – С. 171-173.

6. Уливанова, Г.В. Комплексная оценка экологического состояния городской среды на примере микрорайона «Южный» г. Рязани / Г.В. Уливанова, Е.А. Рыданова // *Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : материалы Национальной научно-практической конференции*. Рязань, 12 декабря 2016 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2016. – С. 453-457.

7. Морозова, Л. А. Отбор источников информации при принятии управленческих решений / Л. А. Морозова, Л. В. Романова, Л. В. Черкашина // *Социально-экономическое развитие России: проблемы, тенденции, перспективы : Сборник научных статей участников 22-й Международной научно-практической конференции*. В 2-х томах, Курск, 12 мая 2023 года. Том 1. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 449-453.

УДК 54.057

ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПОРОШКОВ КОБАЛЬТА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

В.В. Чурилова¹, Д.Г. Чурилов¹, С.Д. Полищук¹

¹*ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

Аннотация. При получении нанопорошков необходимо соблюдение следующих характеристик: дисперсность, размер частиц, химический состав. Установлено, что нанодисперсные водные системы оказывают, как стимулирующее, так и ингибирующее действие на всхожесть семян сельскохозяйственных культур. Малые дозы наночастиц на единицу массы зерна оказывают значительный положительный эффект в то время, как высокие дозы воздействуют негативно. То есть, с повышением концентрации усиление эффекта идет до определенного предела. Наночастицы кобальта проявляют значительный биологический эффект и магнитными свойствами.

Ключевые слова: получение, плазмохимический метод, металлический кобальт, восстановление, микрофотографии, дифрактограмма, подвижность, накопление.

Summary. When obtaining nanopowders, the following characteristics must be observed: dispersion, particle size, chemical composition. It has been established that nanodisperse water systems have both stimulating and inhibitory effects on the germination of seeds of agricultural crops. Small doses of nanoparticles per unit grain weight have a significant positive effect, while high doses have a negative effect. That is, with an increase in concentration, the effect increases to a certain limit. Cobalt nanoparticles exhibit significant biological effect and magnetic properties.

Key words: preparation, plasma chemical method, metallic cobalt, reduction, micrographs, diffractogram, mobility, accumulation.

Нанопорошок кобальта является одним из перспективных материалов для использования в сельском хозяйстве [3,4], ветеринарии, медицине и биологии, в том числе для магниторезонансной томографии и т.д. Он широко используется при получении жидкостей, обладающих магнитными свойствами, в качестве магнитных сенсоров и компактных композиций из материалов. Кобальт применяется в автомобильной промышленности, где суспензии его наночастиц используются в качестве важных присадок к автомобильным маслам для увеличения службы деталей агрегатов пришедших в негодность в результате длительной эксплуатации [1,5].

В процессе получения нанопорошков необходимо высокое качество материала, соблюдение таких характеристик, как дисперсность, химическая чистота, фазовый состав, температурная стабильность, распределение частиц по размерам. Большой проблемой в процессе получения нанопорошков является загрязнение материалами-охладителями. Получения наноматериалов требуют больших энергетических затрат, наличия специального оборудования сложной конструкции. Образцы получены плазмохимическим методом [8].

Для получения чистого кобальта необходимо избавиться от различного вида примесей, что достигается методами экстракции. Для удаления примеси никеля, который по химическим свойствам близок к свойствам кобальта, растворы содержащие катионы этих двух элементов обрабатывают мощными окислителями, такими как гипохлоритом натрия или хлором. При этом кобальт выпадает в осадок, что позволяет легко отделить его простой декантацией.



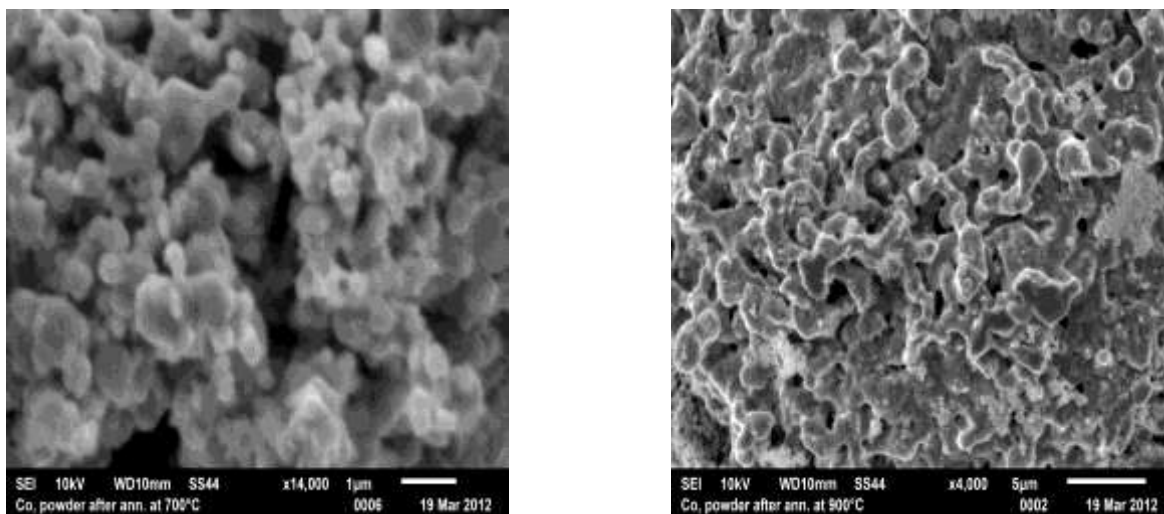
Осадок гидроксида кобальта прокаливают для удаления воды, а полученный оксид восстанавливают водородом или углеродом. Металлический кобальт, содержащий до 2-3% примесей (никель, железо, медь), может быть очищен электролизом [7].

По химической природе оксиды кобальта отличаются по физическим и химическим свойствам. Оксид кобальта (CoO) существует в виде двух кристаллических модификациях: α -Co с гексагональной плотноупакованной решёткой, β -Co с кубической гранцентрированной решёткой, температура перехода $\alpha \leftrightarrow \beta$ 427 С. Оксид кобальта (II) получают осторожным восстановлением Co_3O_4 или нагреванием в инертной среде гидроксоркарбоната кобальта $\text{Co}(\text{OH})\text{CO}_3$ [6]. Если его гидроксид $\text{Co}(\text{OH})_2$ или нитрат кобальта $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, или гидроксоркарбонат прокалить на воздухе при температуре около 750 °С, то образуется оксид кобальта Co_3O_4 , а при прокаливании $\text{Co}(\text{OH})_2$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ и т.д. при 300 °С образуется еще один оксид кобальта (III) – Co_2O_3 .

Кобальт обладает интересной особенностью, по сравнению с другими элементами это – накапливаться в растениях (больше всего характерно для бобовых). Его количества становятся выше, чем это необходимо для их нормального развития и роста растений. В растениях основная часть кобальта концентрируется в корнях, затем в стеблях и лишь потом в листьях. Содержится в растениях кобальт в виде ионных модификаций или в стабильных комплексах органической природы, а также в виде витамина B_{12} [9]. Содержание этого элемента колеблется в растениях в пределах от 0,01 до 0,6 мг/кг сухого вещества.

Находится в природе кобальт в виде двух катионов: +2 и +3, а также возможно существование аниона комплекса типа $[\text{Co}(\text{OH})_6]^{3-}$. Подвижность кобальта в кислой среде более высокая по сравнению с нейтральных и основных сред. Кроме того, его подвижность зависит от характера заряда органического состава веществ почв. Наиболее усвояемые органические хелатные соединения кобальта. Они легкоподвижные и активно транспортируются в почвах и очень хорошо аккумулируются в растениях. Недостаток кобальта проявляется в известковых и слабо выщелоченных почвах, а также с большим содержанием органического вещества. При всасывании растениями кобальт в основном транспортируется в виде отрицательно заряженных органических комплексных соединений и очень активно поглощается (через кутикулы) листьями [7].

С помощью просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) были получены микрофотографии исследуемых образцов [2]. Структура НЧ кобальта представлена на рисунках 1,2.



а

б

Рисунок 1 – Микрофотографии образцов нанопорошка кобальта, полученные с помощью сканирующего электронного микроскопа:
а – отжиг при 700 °С, б – отжиг при 900°С

Из результатов рентгенофазового анализа полученных порошков определено, что во всех изученных образцах образуются многофазные порошки, содержащие две модификации Co (α -Co, β -Co), и оксидные фазы – CoO и Co₃O₄. Результаты качественного фазового анализа полученного порошка представлены на дифрактограмме (рисунок 3).

На дифрактограмме выделяются четыре фазы. Рассчитано количественное содержание фаз, которое составило от 81 до 88% ГЦК фазы, до 6% ГПУ фазы, что не характерно для массивных образцов. Содержание оксидной фазы CoO до 6%, Co₃O₄ до 15%, что свидетельствует об окислении порошков.

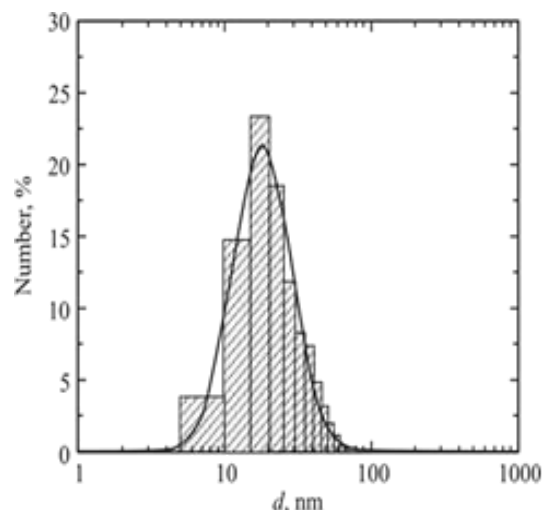


Рисунок 2 – Функции распределения размеров наночастиц кобальта на основе анализа СЭМ

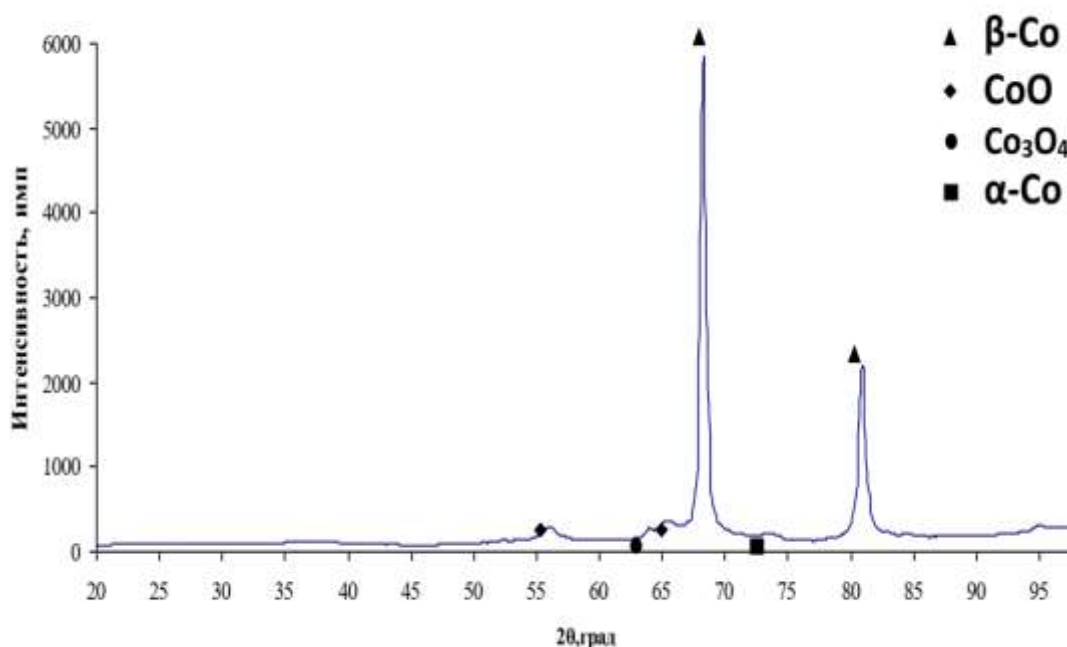


Рисунок 3 – Дифрактограмма порошка кобальта

Результаты электронно-микроскопических исследований показали, что форма частиц нанопорошка кобальта близка к сферической. Частицы окружены оксидной оболочкой. До температуры 700 °С нет внутренних границ раздела в частицах, признаки спекания и агрегирования не проявляются. При температурах отжига 700, 900, 1100 °С частицы собраны в агрегаты, степень агрегирования увеличивается с ростом температуры. Каждая частица соединена с несколькими соседями контактными перешейками. При данных температурах образцы имеют пористую структуру. С повышением температуры происходит зарастание пор, внутренние поры отсутствуют.

Исследованные нанопорошки Co ферромагнитны, намагниченность насыщения изменяется в зависимости от температуры дополнительного отжига немонотонно, наблюдается экстремальный характер размерной зависимости коэрцитивной силы. Полученные данные могут применяться для создания композиционных материалов.

Литература

1. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства./ С.П. Губин, Ю.А. Кокшаров, Г.Б. Хомутов, Г.Ю. Юрков. – М.: Наука, 1975 – С. 539–574.
2. Векилова, Г.В. Дифракционные и микроскопические методы и приборы для анализа наночастиц и наноматериалов/ Г.В. Векилова, А.Н. Иванов, Ю. Ягодкин. – М.: МИСиС, 2009. –145 с.
3. Биологическая эффективность нанопорошков и коллоидов / С.Д. Полищук, А.А.Назарова, С.Г. Азизбекян, В.И. Домаш // Нанотехника. – 2013. – № 4 (36). – С. 69-70.
4. Влияние строения наночастиц на механизм их взаимодействия с живыми системами/ С.Д. Полищук и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019.– № 4.– С. 45-53.
5. Влияние ультрадисперсных порошков меди и кобальта на накопление биополимеров/ С.Д. Полищук и др. // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса: Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, 2019. – С. 102-108.
6. Пятницкий, И.В. Аналитическая химия кобальта Со / И.В. Пятницкий // Акад. Наук СССР. Ин-т геохимии и аналит. химии им. В.И. Вернадского. – Москва : Наука, 1965. – 560 с.
7. Чурилов, Д.Г. Биологическая активность наночастиц меди в зависимости от размера и концентрации/ Д.Г. Чурилов, С.Д. Полищук, В.В. Чурилова // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции (Международные Бочкаревские чтения), посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКСР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. –2019 – С. 396-400.
8. Цветков, Ю.В. Высокотемпературная и низкотемпературная плазма в процессах восстановления/ Ю. В. Цветков, С. А. Панфилов – М.: Наука, 1980. – 359 с.
9. Effect of metal nanoparticles on the accumulation and structure of rapeseed carbohydrates/ V.V.Churilova [et al] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming. – 2020. – С. 012089.
10. Каширина, Л. Г. Влияние кобальта в наноразмерной форме на физиологические и биохимические процессы в организме кроликов / Л. Г. Каширина, С. А. Деникин // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 4(91). – С. 203-207.
11. Деникин, С. А. Влияние способа введения наноразмерного порошка кобальта на морфологические показатели крови у кроликов / С. А. Деникин, Л. Г. Каширина // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : Сборник статей 65-й Международной научно-практической конференции, Кострома, 06 февраля 2014 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Департамент научно-технологической политики и образования; ФГБОУ ВПО "Костромская государственная сельскохозяйственная академия". Том 1. – Кострома: Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – С. 107-110.
12. Перспективы применения биопрепаратов в сельскохозяйственной практике / О.В. Лукьянова, А.С. Ступин, О.А. Антошина, В.С. Конкина // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2022. - № 5 (389). - С. 502-506.

СЕКЦИИ
**«РАЗРАБОТКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ,
СЕЛЕКЦИОННЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ»**

**«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ,
ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ ЖИВОТНЫХ, ВЕТЕРИНАРНО-
САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА»**

УДК 615.282; 577.11

**ПЕПТИДЫ КАК ОСНОВА ПРОТИВОГРИБКОВЫХ ПРЕПАРАТОВ
ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

А.Г. Асланлы¹, Н.А. Степанов¹, О.В. Сенько¹, О.В. Маслова¹, Е.Н. Ефременко¹

¹*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, РФ*

Аннотация. Пептиды, играющие важную роль в метаболизме, проявлении функциональной активности и размножении различных грибов, являются привлекательными кандидатами для разработки новых эффективных противогрибковых средств.

Ключевые слова: пептиды; ингибирование роста; противогрибковая активность.

Summary. Peptides play an important role in the metabolism, manifestation of functional activity and reproduction of various fungi, have a pronounced attraction in the current search for new effective antifungals.

Key words: peptides; growth inhibition; antifungal activity.

В настоящее время остро стоит проблема эффективной профилактики заболеваний растений и животных, вызываемых патогенными грибами [1, с. 2-4]. Инфекции, провоцирующие болезни растений, ежегодно поражают продовольственные культуры и уничтожают собранный урожай при хранении, что влечет за собой формирование серьезных социальных и экономических проблем. Кроме того, среди средств защиты растений существуют фунгициды, которые токсичны для человека или оказывают негативное воздействие на агробиоценозы, вызывают загрязнение окружающей среды, остаточные количества пестицидов накапливаются в сельскохозяйственной продукции [1]. Как на стадии роста сельскохозяйственных культур, так и на стадии их хранения особенно опасны мицелиальные грибы (представители родов *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Stachybotrys*, *Fusarium* и др.), синтезирующие различные микотоксины [1, с. 6-8].

При грибковом (дрожжевом) заражении животных особые трудности возникают при лечении инвазивных инфекций, характеризующихся высокой смертностью [1, с.2-4]. В настоящее время для борьбы с такими грибковыми патогенами используются различные противогрибковые препараты: полиеновые антибиотики, азолы (флуконазол), модифицированные липопептиды (эхинокандины), аллиламины (тербинафин) и др. [1, с. 12]. Большинство из них являются синтетическими соединениями, поэтому существуют опасения по поводу их высокой токсичности из-за ограниченной растворимости в воде и необходимости их использования в относительно высоких концентрациях, а также по поводу снижения эффективности их действия из-за возникающей по отношению к ним резистентности у грибов [1, с. 14].

Существует интерес к природным соединениям, обладающим сильной противогрибковой активностью при достаточно низкой токсичности для других эукариотических клеток, однако большинство таких соединений поддается биологическому разложению штаммами грибов. Грибковые патогены могут подвергаться биотрансформации

практически любые природные субстраты благодаря своей способности синтезировать различные гидролазы и оксидоредуктазы с широкой субстратной специфичностью действия [1]. Обладая уникальной способностью адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды, грибы могут преодолевать воздействие различных противогрибковых средств. Частое и нерегулярное применение фунгицидов привело к появлению устойчивых штаммов [1]. В то же время на современном этапе исследований этих микроорганизмов установлено, что такая устойчивость грибов также связана с наличием эффекта кворума [1, с. 18].

Природные противогрибковые пептиды (ППП) продемонстрировали беспрецедентные преимущества в качестве селективных биоматериалов для получения эффективных биологических препаратов [1] (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристики природных противогрибковых пептидов

ППП [Ссылка]	Происхождение	Минимальная ингибирующая концентрация
<i>Механизм действия: ингибирование биосинтеза хитина</i>		
Никкомицин Z [2, с. 1495-1497].	Мицелиальные грибы	0,5-64 мг/л (дрожжи, мицелиальные грибы)
<i>Механизм действия: повреждение клеточной стенки</i>		
Полимиксин В [3, с. 1-10].	Бактерии	16-256 мг/л (мультирезистентные грибы)
Колистин [4, с. 2]		
Лактоферампин В [5]	Бык	0,7-39 μ M (<i>Candida albicans</i>)
Галиктин Hal-2 [6, с. 204-209].	Пчела	1,6-25 μ M (<i>Candida</i> spp.)
Магайнин-2 [7, с. 701-708].	Лягушка	6,25 μ M (<i>Trichosporon beigelii</i> , <i>C. albicans</i>)
Дефензин DefMT3 [8, с. 305-310]	Клещи	4 μ M (<i>Fusarium culmorum</i> ; <i>F. graminearum</i>)
<i>Механизм действия: лизис клеток/спор, нарушения клеточной стенки</i>		
Кекропин В [9, с. 2501-2507]	Тутовый шелкопряд	0,9 мг/л (<i>C. albicans</i>), 160-320 мг/л (<i>F. solani</i>)
Стомоксин [10, с. 457]	Муха	0.8-50 μ M (дрожжи); 0.4-7 μ M (грибы) 50-100 μ M (<i>A. fumigatus</i>)
Темпорин В [11, с. 6345]	Лягушка	1.4-4 μ M (<i>Candida</i> spp.)

Несмотря на то, что механизм действия ППП по отношению к клеткам грибов изучен не так хорошо, как по отношению к бактериям, основной принцип их противогрибкового действия аналогичен антибактериальному и чаще всего заключается в нарушении функций и целостности клеточной стенки и плазматической мембраны. Благодаря такому принципу действия ППП развитие устойчивости к ним у микроорганизмов считается практически невозможным. ППП, в дополнение к упомянутому воздействию на клетки грибов, способны специфически ингибировать мембранные белки, -1,3-глюкан и хитинсинтазу, тем самым способствуя образованию дефектов в клеточной стенке. Некоторые ППП могут также разрушать различные биомолекулы (липиды, белки, нуклеиновые кислоты и т.д.) путем их активного окисления [1, с. 214].

Повышение стабильности и биодоступности ППП является приоритетом современных научных исследований. ППП выступают и в качестве одного из компонентов противогрибковых препаратов, и в качестве базы для модификации или разработки аналоговых синтетических пептидов. Полусинтетические ППП представляют собой химически модифицированные природные пептиды с сохранением активных центров исходной молекулы для достижения оптимальных свойств [1, с. 218]. Синтетические

пептиды получают полностью химическим синтезом. Чаще всего, для их синтеза используется твердофазный метод, основанный на добавлении одной аминокислоты на каждой следующей стадии синтеза, что позволяет изучить роль каждой аминокислоты в синтезированной последовательности.

В дополнение к методам химической модификации и синтеза молекул пептидов, использование методов компьютерного молекулярного проектирования сыграло значительную роль в получении синтетических пептидов с целевыми характеристиками. Это позволило объединить информацию о химических свойствах и биологической активности, приобретаемых новыми пептидами, и присутствующими в них аминокислотными последовательностями. Это, в свою очередь, позволило разработать методы прогнозирования и оценки противогрибкового потенциала синтезированных последовательностей *in silico* [1, с. 248].

Также известно об эффективном использовании ППП в составе комбинированных противодрожжевых препаратов. Было показано, что действие бацитрацина в комбинации с ферментом гексагистидинсодержащей органофосфатгидролазой (His₆-ОРН) и без него эффективно в отношении различных штаммов дрожжей, а присутствие фермента увеличивало эффект до 8,5 раз [12, с. 6]. Чтобы оценить роль фермента в успешном воздействии комбинации His₆-ОРН/бацитрацин на дрожжи, были проведены эксперименты *in silico* (молекулярный докинг) с различными грибковыми лактонсодержащими молекулами, и была выявлена возможность их гидролиза ферментом His₆-ОРН в присутствии и в отсутствие бацитрацина. Результаты, полученные с дрожжевыми клетками при исследовании антимикробной активности ацитрацина в комбинации с His₆-ОРН, позволили предположить, что успешное функционирование композиции указывало на то, что His₆-ОРН, вероятно, проявляет лактоназную активность не только в отношении лактонсодержащих молекул кворума G(-) бактериальных клеток, но также и по отношению к различным лактонам, синтезируемым различными грибами, включая дрожжи. Среди таких лактонсодержащих молекул известны вторичные метаболиты, которые используются грибами в качестве агентов, регулирующих метаболизм и борющихся с ним (микотоксины), и сигнальных молекул кворума. Предположение о возможном гидролитическом действии His₆-ОРН на дрожжевые лактоны было сделано на основании известных свойств этого фермента, для которого ранее нами была установлена способность эффективно гидролизовать различные лактонсодержащие микотоксины (зеараленон и патулин), синтезируемые грибами в качестве их собственных средств защиты от конкурентов, использующих те же субстраты.

Результаты молекулярного докинга показали, что, независимо от присутствия или отсутствия бацитрацина в области активных центров димера His₆-ОРН, для трех соединений из среди изученных, которые чаще всего обнаруживаются в дрожжевой среде (γ-бутиролактон, γ-гепталактон и γ-декалактон), была видна их локализация в каталитических центрах фермента. Такие данные свидетельствуют о том, что эти молекулы обладают максимальной предрасположенностью к ферментативному гидролизу.

Таким образом, создание комбинаций пептидов и новых противогрибковых средств является перспективным направлением исследований, которое может дать значительные результаты в воздействии не только на резистентные штаммы, но также и на гетерогенные биопленки [1, с.284]. Более того, специфические комбинации за счет снижения концентраций отдельных активных компонентов могут снижать их токсичность при использовании по отношению к клеткам человека и животных [1, с. 269]. Такие комбинированные противогрибковые препараты, по-видимому, являются достойным решением одной из важных проблем обеспечения безопасности сельскохозяйственной продукции, связанной с контролем возможного развития устойчивости грибов к используемым противомикробным препаратам.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (23-14-00092).

Литература

1. Various biomimetics, including peptides as antifungals / E. Efremenko E. et al // *Biomimetics*. – 2023. – Т. 8. – №. 7. – С. 513.
2. Antifungal activity of nikkomycin Z against *Candida auris* / M.L. Bentz et al. // *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. – 2021. – Т. 76. – №. 6. – С. 1495-1497.
3. In vitro polymyxin activity against clinical multidrug-resistant fungi / H. Yousfi et al // *Antimicrobial resistance & infection control*. – 2019. – Т. 8. – №. 1. – С. 1-10.
4. Fernandes, K. E., Carter D. A. The antifungal activity of lactoferrin and its derived peptides: mechanisms of action and synergy with drugs against fungal pathogens / K.E. Fernandes, D.A. Carter // *Frontiers in microbiology*. – 2017. – Т. 8. – С. 2.
5. Antifungal activity of analogues of antimicrobial peptides isolated from bee venoms against vulvovaginal *Candida* spp / J. Kočendová et al. // *FEMS yeast research*. – 2019. – Т. 19. – №. 3. – С. foz013.
6. Park Y., Lee D. G., Hahm K. S. HP (2–9) - magainin 2 (1–12), a synthetic hybrid peptide, exerts its antifungal effect on *Candida albicans* by damaging the plasma membrane // *Journal of Peptide Science: An Official Publication of the European Peptide Society*. – 2004. – Т. 10. – №. 4. – С. 204-209.
7. Alan, A. R. Sensitivity of bacterial and fungal plant pathogens to the lytic peptides, MSI-99, magainin II, and cecropin B / A.R. Alan // *Molecular Plant-Microbe Interactions*. – 2002. – Т. 15. – №. 7. – С. 701-708.
8. Fungicidal effect of indolicidin and its interaction with phospholipid membranes / D.G. Lee et al // *Biochemical and biophysical research communications*. – 2003. – Т. 305. – №. 2. – С. 305-310.
9. Osmotin from *Calotropis procera* latex: new insights into structure and antifungal properties / de Freitas C. D. T. et al. // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*. – 2011. – Т. 1808. – №. 10. – С. 2501-2507.
10. New perspectives in the antimicrobial activity of the amphibian temporin b: Peptide analogs are effective inhibitors of *Candida albicans* growth / A. Kakar et al. // *Journal of Fungi*. – 2021. – Т. 7. – №. 6. – С. 457.
11. Antifungal Activity of the Frog Skin Peptide Temporin G and Its Effect on *Candida albicans* Virulence Factors / D'Auria F. D. et al. // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2022. – Т. 23. – №. 11. – С. 6345.
12. “Universal” antimicrobial combination of bacitracin and His6-OPH with lactonase activity, acting against various bacterial and yeast cells / A. Aslanli et al. // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2022. – Т. 23. – №. 16. – С. 9400.
13. Красников, А.Г. Пути повышения конкурентоспособности предприятия / А.Г. Красников, А.Ю. Гусев, Е.А. Строкова, Е.В. Воронцова // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова. - 2021. - С. 224-231.
14. Перспективы применения биопрепаратов в сельскохозяйственной практике / О.В. Лукьянова, А.С. Ступин, О.А. Антошина, В.С. Конкина // *Международный сельскохозяйственный журнал*. - 2022. - № 5 (389). - С. 502-506.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВЫХ ДОБАВОК В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ

Г.Н. Глотова¹, В.А. Позолотина¹

¹ ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Статья посвящена изучению эффективности применения кормовых добавок в молочном скотоводстве. Представлены данные по молочной продуктивности в молочном скотоводстве. Полученные данные позволяют дать объективную оценку применения комплексных кормовых добавок в рационе коров.

Ключевые слова: кормовая добавка, рацион, питательность.

Summary. The article is devoted to the study of the effectiveness of the use of feed additives in dairy cattle breeding. Data on dairy productivity in dairy cattle breeding are presented. The data obtained allow us to give an objective assessment of the use of complex feed additives in the diet of cows.

Key words: feed additive, diet, nutritional value.

За последние 10 лет молочное скотоводство РФ претерпело значительные преобразования, затрагивающие как количественную, так и качественную стороны спецификации. Данная трансформация связана, прежде всего, с интенсификацией производственных процессов, чему способствовали в первую очередь прогрессивные системы содержания и методы кормления животных [1, с. 30-35; 2, с. 140-143; 3, с. 208-212; 4, с. 167-173].

Сбалансированное кормление плюс введение в рацион кормовых добавок, которые активизируют процессы пищеварения и корректируют некоторые биохимические процессы, является одним из ключевых факторов увеличения молочной продуктивности [5, с. 215-217; 6, с. 24-28; 9, с. 309-314].

Прежде всего, важна роль минеральных веществ, которые необходимы прежде всего для функционирования организма, а также роста животных и гарантированной высокой молочной продуктивности. К сожалению, рационы, хотя и сбалансированы по содержанию минеральных веществ, но по своему биологическому действию на организм животного очень отличаются, что многие ученые связывают с тем, что не все минеральные вещества находятся в легкодоступной форме животных [7, с. 38-41; 8, с. 217-220].

Если перечислять макроэлементы, которые в первую очередь необходимы крупному рогатому скоту, то можно выделить следующие: кальций, фосфор, натрий, сера.

«Крепковит» – комплексная кормовая добавка, в составе которой есть все необходимые макроэлементы, такие как фосфор, кальций, натрий, сера, а также гуминовые соединения, которые в совокупности, как известно, способствуют нормализации минерального обмена. Введение в эту добавку лигногумата повышает усвояемость содержащихся в добавке макроэлементов.

Как известно, питательные вещества рациона работают только комплексно, для получения эффекта от применения добавки, рацион должен быть сбалансирован и по всем остальным показателям.

Целью работы являлось изучение положительного эффекта препарата «Крепковит» на показатели молочной продуктивности.

В качестве объектов исследования выступали коровы голштинской породы на втором месяце лактации, подобранные с учетом возраста, живой массы и клинического состояния, и разделенных на две группы (контрольная и опытная группы). Животные опытной группы помимо основного рациона получали кормовую добавку «Крепковит» в количестве 190 г на

голову в сутки с кормом.

Кормление животных осуществлялось по принятой в хозяйстве схеме (таблица 1).

Таблица 1 – Рацион контрольной группы коров

Корма	Количество, кг
Силос кукурузный	10,0
Зеленая масса	8,0
Сенаж многолетних трав	12,0
Сено	3,5
Горох	0,5
Ячмень	0,6
Кукуруза	0,5
Соль	0,1
Мел	0,1
Соль-лизунец	0,1

Питательные вещества были подсчитаны на массу необходимого корма (таблица 2).

Таблица 2 – Питательность кормов в рационе коров

Корма	Силос кукурузный	Зелёная масса кукурузная	Сенаж многолетних трав	Сено	Горох	Ячмень	Кукуруза
ЭКЕ	2,3	1,7	4,7	2,3	1,2	1,1	1,3
СВ	2,5	1,7	5,4	2,9	0,9	0,8	0,8
СП	250	280	208,8	318,5	154	218	92
ПП	140	184	300	178,5	111	192	67
Сахар	60	224	357,6	101,5	15	55	20
Сырая клетчатка	750	432	1836	819,5	30	54	43
Кальций	1,4	20	38,4	19,6	0,4	2	0,4
Фосфор	4	3,2	12	4,5	3	4,3	2,7
Сера	4	4	10,8	4,9	-	2,7	0,3
Железо	0,61	0,56	1,0	0,6	0,1	0,6	0,4
Цинк	0,06	0,12	0,1	0,07	0,3	0,3	0,2

С введением в рацион коров изучаемой кормовой добавки в количестве 190 г на голову в сутки у коров опытной группы увеличился удой за II лактацию на 632,0 кг по сравнению с контрольной группой и составил 8 942,0 кг.

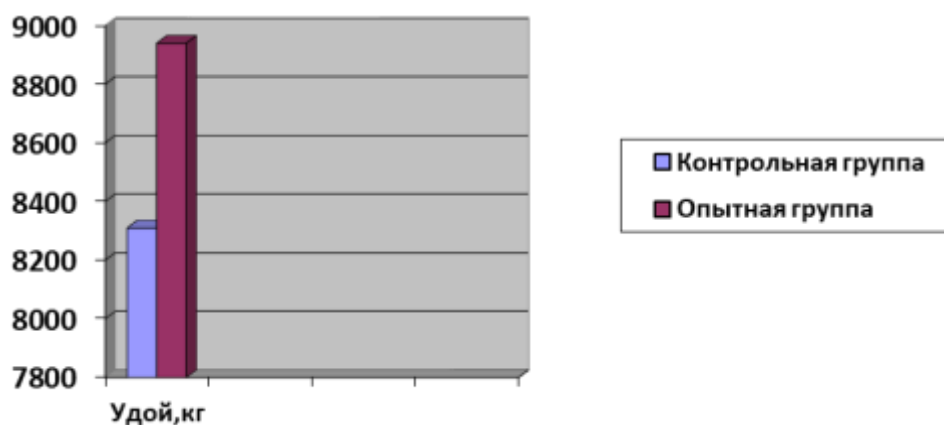


Рисунок 1 – Удой коров за II лактацию, кг

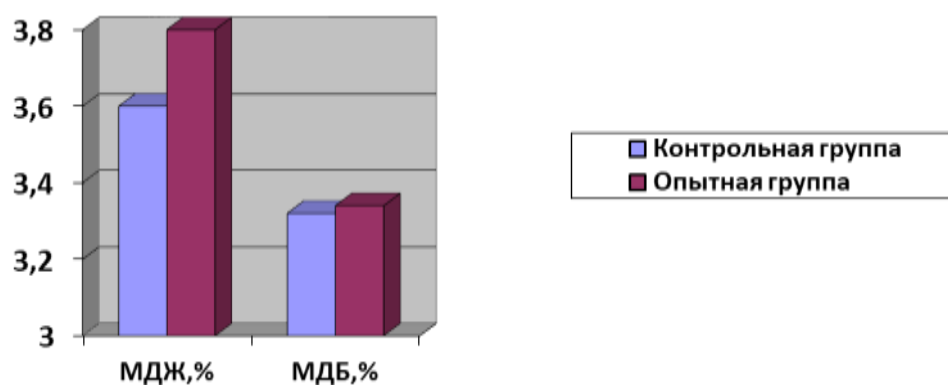


Рисунок 2 – МДЖ и МДБ в молоке коров, %

По результатам исследований, МДЖ (массовая доля жира) в молоке коров опытной группы составила 3,80%, что больше, чем в молоке коров контрольной группы на 0,2%.

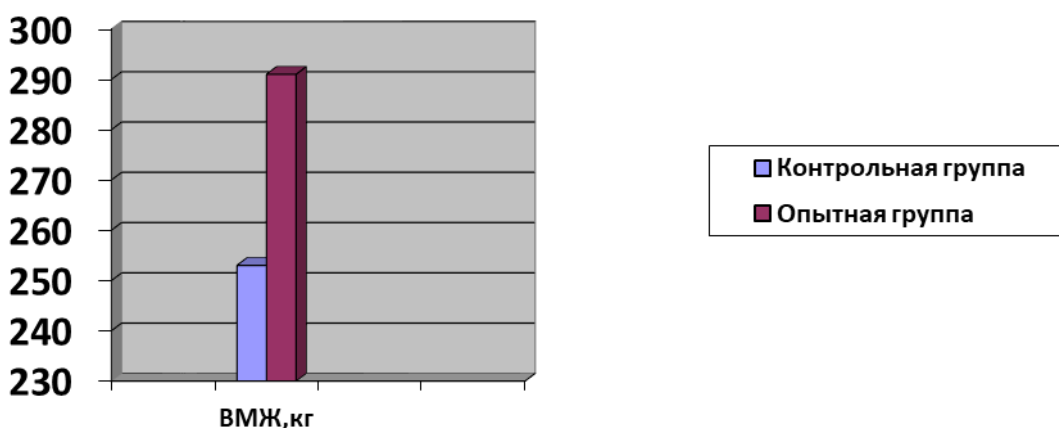


Рисунок 3 – Выход молочного жира, кг

ВМЖ (выход молочного жира) за лактацию в опытной группе был больше на 38 кг по сравнению с контролем и составил 291 кг (рисунок 3).

По физико-химическим свойствам молока коров имелись некоторые отличия. В опытной группе кислотность молока коров в сравнении с контрольной группой снизилась на 2 ° Т, составив 16 ° Т. Наибольшая плотность наблюдалась в молоке коров контрольной группы – 1,028 г / см³. Проведенный анализ бактериальной обсемененности молок показал, что в опытной группе общая микробная обсемененность молока снизилась по сравнению с контрольной группой коров.

Расчет экономической эффективности показал, что оптимизация кормления коров при условии соблюдения условий содержания и режима кормления даст возможность снизить себестоимость рациона на 2,3%.

За период опыта среднесуточный удой составил 29,18 кг, что на 2,1 кг выше удоя контрольной группы. Массовая доля жира в контрольной группе составила 3,6% , а в опытной – 3,8%. «Крепковит» позволяет достигнуть увеличения и количества молочного белка на 0,02%. А выход молочного жира увеличился на 38 кг и составил 291 кг

В целях повышения молочной продуктивности рекомендуется оптимизировать рацион коров кормовой добавкой «Крепковит» в дозировке 190 граммов, так как питательные и биологические вещества, входящие в состав данной добавки жизненно необходимы для поддержания нормальной жизнедеятельности организма и обеспечения

высокой продуктивности.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что введение в рационы коров комплексной кормовой добавки «Крепковит» в количестве 190 г на голову в сутки оказывает большее влияние не только на улучшение молочной продуктивности, но и качественных показателей молока.

Литература

1. Позолотина, В. А. Анализ эффективности производства молока в СПК «Нива» Александровского района Рязанской области / В. А. Позолотина, К. К. Кулибеков // Актуальные проблемы и приоритетные направления животноводства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, Рязань, 27 марта 2019 года. – Рязань: РГАТУК, 2019. – С. 30-35.

2. Киселева, Е.В. Качество молока коров в зависимости от уровня механизации доильного процесса / Е.В. Киселева, Г.Н. Глотова // Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, доктора с.-х. наук, профессора Ю.Г. Скрипникова, Мичуринск, 25-27 октября 2016 года. – Мичуринск: Общество с ограниченной ответственностью «БИС», 2016. – С. 140-143.

3. Туников, Г.М. Эффективная организация производства молока в условиях крупного роботизированного комплекса / Г.М. Туников, К.К. Кулибеков, В.А. Позолотина // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 208-212.

4. Лёвин, Я.А. Анализ молочного скотоводства в ООО «Авангард» на современном этапе / Я.А. Лёвин, А.А. Чугреева, О.А. Карелина // Научные приоритеты современного животноводства в исследованиях молодых ученых: Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – Часть I. – С. 167-173.

5. Чирихина, В.А. Эффективность применения мепрона в рационах высокопродуктивных коров / В. А. Чирихина, О. А. Карелина, Ж. С. Майорова, // Образование, наука, практика: инновационный аспект: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки: (5-6 февраля, 2015 г.). – Т. 2, Пенза, 2015. – С. 215-217.

6. Родин, В. В. К вопросу об обеспечении минеральными веществами овец и крупного рогатого скота / В. В. Родин, Б. М. Багамаев // ГНУ Ставропольский НИИЖК. – Ставрополь, 2018. – С. 24-28.

7. Фролов, А. И. Эффективность влияния биологически активной добавки на рост и развитие телят / А. И. Фролов, А. Н. Бетин // Вестник АПК Верхневолжья. – 2019. – № 3(47). – С. 38-42.

8. Майорова, Ж.С. Оценка молочной продуктивности коров разных линий / Ж.С. Майорова, Г.Н. Глотова, А.А. Волков // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 18 мая 2016 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 217-220.

9. Глотова, Г. Н. Влияние доильных установок на качество молока коров / Г. Н. Глотова, Е. В. Киселева // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 309-314.

10. Иванищев, К. А. Ветеринарно-санитарная экспертиза молока и молочных продуктов коров при применении антиоксидантных препаратов: специальность 06.02.05 "Ветеринарная санитария, экология, зоогиена и ветеринарно-санитарная экспертиза»: диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Иванищев Константин Александрович, 2020. – 146 с.
11. Каширина, Л. Г. Влияние рационов с кукурузной мезгой на рубцовое пищеварение коров / Л. Г. Каширина, В. В. Яшина, С. А. Деникин // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 2. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 136-141.
12. Снижение себестоимости 1 центнера молока за счет применения PANTO POWER MIX / Д. В. Чижков, Е. В. Меньшова, Н. Е. Лузгин, М. В. Поляков // Молодежь и XXI век - 2021 : Материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах, Курск, 18–19 февраля 2021 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 335-338.
13. Красников, А.Г. Пути повышения конкурентоспособности предприятия / А.Г. Красников, А.Ю. Гусев, Е.А. Строкова, Е.В. Воронцова // В сборнике: Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова. - 2021. - С. 224-231.
14. Захаров, Л.М. Резерв увеличения валового производства молока за счет использования в рационе коров Глютена кукурузного / Л. М. Захаров, О. А. Захарова, Ф. А. Мусаев // Экономическая модель современности: задачи, проблемы, перспективы : Збірник наукових праць. Міністерство освіти і науки України, Національний університет біоресурсів і природокористування України, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», ЗО «Білоруська державна сільськогосподарська академія» и др. – Украина, 2017. - С. 154-157.
15. Романова, Л. В. Молочное скотоводство: современное состояние и пути развития в РФ / Л. В. Романова // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 317-322.
16. Кистанова, С.А. Экономическая эффективность молочного скотоводства при использовании пробиотической кормовой добавки / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков // Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. - Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. - С. 390-394.
17. Оценка показателей обмена минеральных веществ, морфо-биохимического статуса и коагуляционного гемостаза крупного рогатого скота в разрезе технологических факторов в условиях интенсификации производства / О.А. Федосова [и др.]. - Рязань: РГАТУ, 2022. – 152 с.

МОНИТОРИНГ ВОДЫ И СИСТЕМЫ ПОЕНИЯ НА СВИНОВОДЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

А.Г. Зайцева¹, Э.О. Сайтханов¹, В.В. Измайлов²

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

²ООО «Интелклин», г. Москва, РФ

Аннотация. Статья посвящена изучению микробиологического состава воды на свиноводческом комплексе, а также анализу биопленок в системе водоснабжения и поения. Представлены данные по наличию в смывах с системы поения бактерий рода *Pseudomonas*, группы *E. coli*, проведен количественный расчет КМАФАнМ. Полученные данные позволяют дать объективную санитарную оценку системе водоснабжения и поения на свиномкомплексе.

Ключевые слова: качество воды, биопленка, система водоснабжения, здоровье свиней, микробиологический анализ.

Key words: water quality, biofilm, water supply system, pig health, microbiological analysis.

Summary. The article is devoted to the study of the microbiological composition of water at the pig breeding complex, as well as the analysis of biofilms in the water supply and watering system. Data on the presence of bacteria of the genus *Pseudomonas*, group *E. coli*, in washes from the poaching system are presented, a quantitative calculation of KMAFAnM was carried out. The data obtained allow us to give an objective sanitary assessment of the water supply and watering system at the pig farm.

Поддержанию продуктивности и здоровья свиней способствуют условия содержания, качество кормов и, безусловно, качество воды [1].

Некачественная вода может привести к снижению прироста, иммунобиологического статуса и сопротивляемости организма к инфекциям, снижению фертильности и воспроизводительной функции в целом, а также повышает риск идиопатических расстройств функции желудочно-кишечного тракта, в особенности у молодняка раннего возраста.

Замедленный рост молодняка наблюдается в связи с тем, что плохое качество воды снижает потребление корма и усвоение питательных веществ, что в дальнейшем приводит к задержке роста и снижению среднесуточного привеса [1].

Повышение восприимчивости животных к заболеваниям происходит вследствие того, что загрязненная вода служит средой для передачи патогенов. Распространенные заболевания свиней, передающиеся через воду, включают дизентерию свиней, сальмонеллез, колибактериоз и другие [1].

Нарушается иммунная функция на фоне снижения иммунобиологического статуса. Делает свиней более восприимчивыми к инфекциям и снижает их способность бороться с болезнями, что приводит к увеличению потребности в лекарственном обеспечении, снижению продуктивности, и, как результат – снижению экономической эффективности производства свинины [2, с. 77-78].

Репродуктивная функция снижается в связи с тем, что свиноматкам требуется чистая и незагрязненная вода для оптимального осеменения, вынашивания плодов и опороса. Плохое качество воды нарушает циклы течки, снижает показатели фертильности, увеличивает частоту мертворождений, а также ухудшает репродуктивную функцию хряков [1, 2, с. 77-78].

Желудочно-кишечные расстройства у свиней, приводящие к диарее, обезвоживанию и электролитному дисбалансу возникают на фоне высокой контаминации воды условно-патогенной и патогенной микрофлорой. Эти нарушения приводят не только к снижению

усвояемости питательных веществ, но и к ухудшению общего состояния здоровья и снижению производительности [1].

Источниками загрязнения (контаминации) воды служат бактерии, вирусы, тяжелые металлы, пестициды, микотоксины, лекарственные препараты. Вода может содержать кишечную палочку и сальмонеллу, которые приводят к желудочно-кишечным нарушениям и представляют риск для здоровья и продуктивности свиней. Тяжелые заболевания и смертность у свиней вызывают такие вирусы как цирковирус и вирус эпидемической диареи свиней [1]. Высокие уровни тяжелых металлов, таких как свинец, медь, цинк приводят к интоксикации свиней и негативно влияют на их рост и общее состояние здоровья [2, с. 77-78]. Вода, загрязненная пестицидами, может оказывать негативное действие на здоровье свиней, включая повреждение органов детоксикации (печень, почки), вызывая также репродуктивные проблемы и снижение темпов роста [3, с. 71-73]. Вода, загрязненная микотоксинами приводит к нарушению иммунной функции и замедлению роста свиней [2, с. 78]. Присутствие фармацевтических препаратов в воде может оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье и продуктивность свиней, включая развитие устойчивости к антибиотикам [1].

Одним из маркеров для оценки качества воды, является индикация биопленок на внутренних поверхностях систем водоснабжения и поения. Биопленки по сути являются скоплением микроорганизмов (бактерий, дрожжей, простейших), которые формируются на твердой поверхности в присутствии воды. В свиноводстве они влияют на снижение эффективности антибактериальных средств, а также вызывают персистенцию инфекций, поскольку образовывать биопленки могут как грамположительные (*Enterococcus* spp., *Staphylococcus* spp.), так и грамотрицательные (*E.coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* и др.) бактерии [4].

Для профилактики вышеупомянутых последствий необходимо регулярно проводить тестирование воды и ее очистку [5, с. 402].

Целью данной работы явилось изучение микробиологического состава воды и исследование труб системы водопоеения на наличие биопленок.

Для достижения вышеуказанной цели были поставлены следующие задачи:

- провести микробиологический анализ воды;
- провести исследование системы водоснабжения и поения на наличие биопленок.

Научно-исследовательская работа была проведена на кафедре ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней животных ФГБОУ ВО РГАТУ. Экспериментальная часть работы была проведена в условиях свинокомплекса совместно с компанией ООО «Интелклин», микробиологические исследования проведены в ООО «ИЛ Тест-Пушино».

Для изучения микробиологического состава воды были отобраны 3 пробы воды (рис.1) путем посева на транспортировочные среды для дальнейшей доставки в лабораторию и для микробиологического исследования. Местом отбора проб были вход в систему поения комплекса, начало и конец системы поения секции.



Рисунок 1 – Подготовка к отбору проб воды

Для исследования системы водоснабжения и поения на наличие биопленок проводилась эндоскопия при помощи видеоскопа «Bosch Universal Inspect» (рис. 2) в секции откорма перед отгрузкой в следующих местах осмотра: гибкий шланг, металлическая трубка поилки. При проведении эндоскопии биопленку оценивали визуальным методом. На трубах системы водопоения оценивали налет, при этом обращали внимание на его структуру и цвет. Биопленка представляет собой слизеподобный налет от белого до светло-желтого цвета. Минеральный налет визуализируется в виде бугристых отложений, а присутствие оксидов железа придает налету желтый или оранжевый цвет.

Предварительно был проведен анализ нормативной документации, регламентирующей требования к качеству воды. Наиболее важными документами являются ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества» и СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Данные документы нормируют органолептические показатели, содержание химических веществ, микробиологические и паразитологические показатели.



Рисунок 2 – Видеоскоп Bosch Universal Inspect

В соответствии с данными документами был проведен микробиологический анализ воды. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследования воды по микробиологическим показателям

№ образца	Образец	Результаты		
		Pseudomonas	КМАФАнМ	E.coli
		Норматив		
		Не допускается	$5,0 \cdot 10^1$ КОЕ	Не допускается
Результат				
1	Вход в систему поения комплекса	Не обнаружены	$2,9 \cdot 10^2$	Не обнаружены
2	Начало системы поения секции	Обнаружены	$7,2 \cdot 10^2$	Не обнаружены
3	Конец системы поения секции	Обнаружены	$1,8 \cdot 10^7$	Обнаружены

По результатам микробиологических исследований, указанных в таблице 1, в пробах, отобранных из контрольных точек, наблюдается рост микрофлоры по показателю КМАФАнМ. В пробах воды из поилок секции откорма обнаружены патогены рода Pseudomonas. В пробе воды из последней поилки в линии системы поения секции откорма

наблюдается самый высокий рост патогенных микроорганизмов и обнаружены бактерии *E. coli*, что связано с отсутствием циркуляции (движения) воды в тупиковой части системы водоснабжения.

Эндоскопия производилась в заполненной водой трубе и при этом выявлено колебание биопленки, чего нет у налета минерального происхождения. Результаты проведенной эндоскопии системы водопоения представлены в таблице 2.

В ходе проведения эндоскопии системы поения установлено, что при визуальной оценке на внутренней поверхности труб наблюдается наличие налета органического происхождения и биопленки. На стенках труб последней поилки в системе поения отмечается наибольшее скопление биопленки, органический и минеральный налет.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что в отобранных пробах воды, наблюдается рост микрофлоры по показателю КМАФАнМ, были обнаружены патогены рода *Pseudomonas*, бактерии группы *E. Coli*. На внутренней поверхности труб выявлено наличие биопленки и налета органического происхождения, что указывает на ненадлежащее на момент исследования состояние системы водоснабжения и поения.

Таблица 2 – Эндоскопия системы водопоения

Фото	Фото проведенной эндоскопии	Место проведения эндоскопии и результат
		<p>Металлическая трубка поилки. Начало системы.</p> <p>Обнаружены: биопленка и органический налет.</p>
		<p>Металлическая трубка поилки, конец системы водоснабжения.</p> <p>Обнаружены: биопленка, органический и минеральный налет.</p>
		<p>Гибкий шланг системы поения, конец системы водоснабжения.</p> <p>Обнаружены: биопленка, органический и минеральный налет.</p>

Плохое качество воды приводит к многочисленным проблемам со здоровьем у свиней, влияя на их рост и продуктивность, поэтому важно проводить исследования качества воды. Также необходимо уделять внимание состоянию труб системы водоснабжения, поскольку при появлении отложений минерального происхождения уменьшается сечение трубопровода и его пропускная способность, а наличие биопленки и отложений органического происхождения приводят к снижению качества воды и разрушению труб.

Литература

1. Water quality`s impact on pig health and productivity. Электронный ресурс. – Режим доступа: <https://pigfacts.net/water-qualitys-impact-on-pig-health-and-productivity/#:~:text=Monitoring%20and%20maintaining%E2%81%A3%20high%20%E2%81%A2water,oxygen%20levels%2C%20and%20bacterial%20contamination>
2. Зоогигиена : учебник / И. И. Кочиш, Н. С. Калюжный, Л. А. Волчкова, В. В. Нестеров. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-0773-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211319>
3. Свиньи: содержание, кормление и болезни : учебное пособие / А. Ф. Кузнецов [и др.] ; под редакцией А. Ф. Кузнецовой. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 544 с.
4. Biofilms and Water Quality - are they getting importance in modern pig production system? Электронный ресурс. – URL : <https://www.ausspacingredients.com/biofilms-and-water-quality-are-they-getting-importance-in-modern-pig-production-system>.
5. Ветеринарная гигиена и санитария на животноводческих фермах и комплексах : учебное пособие для вузов / А. Ф. Кузнецов, В. Г. Тюрин, В. Г. Семенов [и др.]. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 424 с.
6. Каширина, Л. Г. Ветеринарно-санитарная оценка качества продуктов убоя свиней при введении в рацион наноразмерного порошка железа / Л. Г. Каширина, В. В. Кулаков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2012. – № 4(16). – С. 36-38.
7. Кулаков, В. В. Некоторые показатели крови и продуктивность свиней при введении в рацион ультрадисперсного порошка железа / В. В. Кулаков, Л. Г. Каширина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3(30). – С. 65-67.
8. Правдина, Е.Н. Эффективность производства свинины в условиях ООО «СГЦ «Вишневы» Оренбургской области / Е.Н. Правдина, Е.А. Кувшинова // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : материалы Международной научно-практической конференции. Рязань, 10 сентября 2020 года. - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 388-393.

УДК 636.085.8:546.73:636.32/.38

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНОГО ПОРОШКА КОБАЛЬТА В РАЦИОНАХ СУЯГНЫХ ОВЦЕМАТОК В ТРАНЗИТНЫЙ ПЕРИОД

Л.Г. Каширина¹, В.В. Кулаков¹, Е.Н. Качина¹, Д.Ю. Денискин¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных исследований, выполненные на суягных овцематках романовской породы, при использовании в рационах опытной группы животных, наноразмерного порошка кобальта. В результате исследований установлено, что порошок в наноформе оказал положительное влияние на изменение показателей крови, в сторону их улучшения и на прирост живой массы овцематок.

Ключевые слова: наноразмерный порошок кобальта, суягные овцематки, транзитный период.

Summary. The article presents the results of experimental studies carried out on Romanov breed sheep sheep, when using nanoscale cobalt powder in the diets of an experimental group of animals. As a result of the research, it was found that the powder in the nanoform had a positive effect on the

change in blood parameters, in the direction of their improvement and on the increase in live weight of sheep.

Key words: nanoscalecobaltpowder, drysheep, transitperiod.

Здоровье любого животного зависит от его генетических особенностей, условий содержания, качества кормов и уровня питания [1, с. 87; 2, с. 345; 3, с.188; 4, с.197; 7, с. 223; 8, с. 14]. В осенний и зимний периоды, когда кормовая база оскудевает, поскольку трава на пастбищах исчезает, для компенсации недостатка полезных веществ, в рационы животных вводят овощи и корнеплоды, используют минеральные подкормки и витамины. Это помогает избежать авитаминозов, усилить сопротивляемость организма к патогенным бактериям и вирусам. Суягные овцематки романовской породы с учетом повышенной плодовитости нуждаются в витаминах и минеральной подкормке в большей степени, чем другие породы овец, особенно в третьем триместре суягности. Большая часть микроэлементов поступает в организм животных с кормами. Они необходимые для роста, развития и размножения. Исследованиями последних лет выявлено, что соли, содержащие в составе минеральные вещества, плохо усваиваются организмом животных [6, с. 129]. В отличие от них, минеральные вещества в наноразмерной форме (НРФ) проявляют разные виды биологической активности. Обладая низкой токсичностью, они полностью усваиваются в организме. Кобальт в НРФ, используемый в качестве биологически активной добавки (БАД), по размерам близок с клеточными структурами живого организма. Биологические эффекты металлов в наноформе можно объяснить тем, что в живом организме происходит перераспределение энергии, содержащейся в них. Активность металлов в наноформе проявляется только в коллоидном состоянии, поскольку при этом происходит наноструктурирование, при котором формируется определенное соотношение свободных и заряженных частиц [4, с. 125]. На поверхности биоструктур клеток образуются нанослои, имеющие определенный запас энергии, которым они и обмениваются. Кобальт является жизненно необходимым элементом для животных. У жвачных потребность в нем гораздо выше, чем у моногастричных, например, у дойных коров норма его до 20 мг/сутки. Жвачные животные в противоположность моногастричным утилизируют кобальт *per se*. В желудочно-кишечном тракте кобальт превращается микрофлорой в витамин В₁₂, который используется в метаболизме пропионовой кислоты – основного источника энергии. Недостаток витамина В₁₂ оказывает влияние на снижение усвоения его организмом животного, это приводит к дефициту энергии, уровень потребления корма уменьшается, что отрицательно влияет на продуктивность.

Целью исследований являлось изучение влияния наноразмерного порошка кобальта на некоторые показатели крови и прирост живой массы суягных овцематок романовской породы в последнем триместре суягности.

Исследования были выполнены в АО «Октябрьское», Пронского района, Рязанской области на суягных овцематках, находящихся в третьем триместре суягности. Животные в группы формировались по принципу аналогов: с учетом породности, количества окотов, живой массе и были сформированы в 2-е группы: контрольную и опытную, по 10 голов в каждой. Масса овцематок была в пределах 53,2-58,1 кг.

Опытные животные, содержались в ночное время в овчарне, в загонах отдельно от общего стада, где осуществлялось их кормление. В дневное время они выпасались вместе со всем поголовьем на пастбище. Для отличия животных по группам применялась краска разного цвета, которой животные были помечены в области головы. Для гематологических исследований забор крови осуществляли перед утренним кормлением из области подхвостовой вены в вакуумные пробирки с коагулянтом. Морфологический анализ проводили с помощью автоматического гематологического анализатора «Abacus Junior Vet». Биохимический анализ крови выполняли с использованием автоматического биохимического и иммуноферментного анализатора «Chem Well 2902V» по унифицированным

фотометрическим методикам клинических лабораторных исследований. Взвешивание животных осуществлялось на платформенных весах марки ВСП4-1000.2.

Препарат металлического кобальта в НРФ перед использованием активизировали в водной среде на ультразвуковой установке «ГРАД». Этим препаратом перед кормлением обрабатывали зерновую часть рациона в дозировке 0,02 мг/кг живой массы овцематок опытной группы, один раз в 7 дней, 8 раза за весь период исследований. Длительность эксперимента составила 60 суток. Схема опыта приведена в таблице 1. Суточный рацион кормления животных состоял: из сена лугового в количестве 0,5 кг/голову, свежих многолетних трав, которые животные получали при пастьбе вволю, и зерна в количестве 350 г. Рацион полностью удовлетворял потребности в питании суягных овцематок. В нем содержалось: 15,5 МДж обменной энергии, 1480 г сухого вещества, 170.8 г сырого протеина, 151 г переваримого протеина, 5,3 фосфора, 12.0 г кальция, 2,0 г магния, 3,6 г серы, 22,0 мг каротина - это был основной рацион (ОР), его получали контрольные животные. Рацион соответствовал нормам РАСХН [5, с. 238]. Опытные овцематки получали ОР зерновая часть которого была обработана НРП кобальта. Животные, участвующие в эксперименте, ежедневно осматривались врачом, и их состояние оценивалось, как клинически удовлетворительное.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Период окота	Живая масса, кг	Условия кормления	Продолжительность опыта, суток
Контроль	3	47,5±1,6	Основной рацион (ОР)	60
Опыт	3	46,2±2,3	ОР + НРП кобальта 0,02 мг/кг живой массы, один раз в 7 дней	60

На начало эксперимента все овцематки, участвующие в эксперименте, находились в периоде конца третьего месяца суягности. Живая массы животных в группах была в пределах нормы, разница не превышала 5,0%. Для контроля за здоровьем животных наиболее важны физиолого-биохимические показатели крови (таблица 2). Содержание общего белка в крови суягных овцематок за период эксперимента снизилось, в контрольной группе на 2,8%, в опытной на 1,2%, на наш взгляд, это можно объяснить интенсивным внутриутробным ростом плодов в последние месяцы суягности. Концентрация фосфатов в плазме крови имеет важное значение, как для поддержания необходимого уровня внутриклеточного фосфора, так и в качестве субстрата, используемого в процессе минерализации костей. Фосфаты в организме животных участвуют в механизмах экскреции ионов водорода с мочой и поддержании кислотно-щелочного равновесия крови. В период суягности фосфор необходим овцематкам для обеспечения нормального внутриутробного развития плода в утробе матери, поскольку он участвует в закладке и формировании тканей и органов, поэтому потребность суягных овцематок в фосфоре значительно возрастает. С увеличением сроков суягности у овцематок отмечено равномерное снижение абсолютной массы фосфора в плазме крови, у животных контрольной группы в 1,57 раза, в опытной группе в 1,62 раза ($P < 0,01$), с увеличением сроков суягности этот показатель уменьшался (таблица 2). Эти данные согласуются с показателями, полученными другими исследователями [6, с. 130].

В период беременности, происходят значительные изменения в содержании кальция в крови. С увеличением сроков суягности с 100 до 140 дней в крови овцематок отмечены значительные изменения по содержанию кальция в крови, которое в контрольной группе снизилось в 1,26 раза, а в опытной – в 1,07 раза ($P < 0,01$). Кальций во внутриутробный период используется на построение костной и мышечной ткани плодов. В процентном отношении в конце беременности межгрупповая разница по содержанию кальция в крови суягных овцематок составила 13,5% в пользу опытной группы.

Таблица 2 – Физиолого-биохимические показатели сыворотки крови суягных овцематок (n=20)

Группа	Общий белок, г/л	Витамин В ₁₂ , мкг/л	Са, ммоль /л	Фосфор ммоль /л	Мочевина ммоль /л	Щелочной резерв, об. % CO ₂
На начало опыта 100 дней беременности						
Контрольная	68,70±4,31	0,49±0,02	2,99±0,64	2,24 ±1,23	4,31±0,14	63,75±12,35
Опытная	67,20±3,52	0,47 ±0,05	2,89± 0,53	2,35±0,97	4,36±0,52	62,83±10,14
На конец опыта 140 дней беременности						
Контрольная	66,8±3,12	0,94 ±0,01	2,37±0,42	1,42±0,51	2,33±0,67	45,67±9,89
Опытная	66,4±4,71	2,15 ±0,14	2,69±0,94	1,45±0,34	2,15±0,58	48,76±10,72

Концентрация мочевины в сыворотке крови является показателем интенсивности азотистого обмена. По результатам исследований Юлдашбаева, Ю.А. и др. (2014) у жвачных животных до 70 % содержания азота мочевины крови является продуктом распада аминокислот. Снижение уровня мочевины в крови овцематок может свидетельствовать о более интенсивном использовании ее в биосинтезе белка, который расходуется на рост и развитие плода в утробе матери. В наших исследованиях более интенсивное снижение уровня мочевины в крови суягных овцематок опытной группы было связано с лучшим усвоением азота рациона под влиянием НРП кобальта и активным включением аминокислот в обменные процессы. Это подтверждается результатами исследований Соболевой Ю. Г. и др. (2012); Кашириной Л.Г. и др. (2014).

Полученные результаты по содержанию мочевины, свидетельствуют о том, что беременные овцематки опытной группы, которые получали НРП кобальта, приобрели метаболические особенности, выразившиеся в снижении показателей общего белка и мочевины в период последней трети суягности. Снижение уровня мочевины мы связываем с более эффективным усвоением азота рациона, усиленным включением аминокислот в обменные процессы, необходимые в перспективе для синтеза белков молока. Физиологическими причинами увеличения показателя щелочной фосфатазы (ЩФ) является последний триместр беременности, который свидетельствует об увеличении роли фермента в поддержании энергетического гомеостаза за счёт обмена фосфорорганических соединений.

Таблица 3 – Динамика живой массы овцематок (n=20)

Группа	n	Живая масса, кг		Прирост живой массы за период опыта, кг	Среднесуточный прирост, г
		На начало опыта	На конец опыта		
Контрольная	10	54,1±1,6	60,13±0,7	6,03	100,5
Опытная	10	53,2±2,3	61,41±2,6	8,21	136,8

Наряду с азотом, для синтеза молока требуется глюкоза, как в качестве энергетического, так и пластического материала. Это нашло свое отражение в процессах изменения прироста живой массы суягных овцематок в группах.

Прирост живой массы в опытной группе овцематок за период эксперимента был на 2,18 кг больше по сравнению с контролем, который, находился в прямо пропорциональной зависимости от среднесуточного прироста животных, в опытной группе овцематок он был на 36,1 % больше по сравнению с контролем.

Результатами, проведенных исследований было установлено, что пероральное введение наноразмерного порошка кобальта в рационы суягных овцематок, оказало положительное влияние на активизацию процессов обмена вещества, выразившееся в физиолого-биохимических показателях сыворотки крови и нашедших свое отражение в приросте живой массы.

Литература

1. Каширина, Л.Г. Взаимосвязь содержания летучих жирных кислот рубцового содержимого и крови с приростом массы валухов под влиянием наноразмерного порошка кобальта / Л.Г. Каширина, Е.Н. Качина // Вестник рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3 (23). – С. 87-90.
2. Денискин, Д.Ю. Влияние наноразмерной формы кобальта на морфологические показатели крови овец романовской породы / Д.Ю. Денискин // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки: Материалы 74-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2023. – С. 345-350.
3. Каширина, Л. Г. Физиологическое обоснование применения наноразмерного порошка железа для повышения производства свинины / Л. Г. Каширина, В. В. Кулаков, Э. О. Сайтханов. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2013. – 188 с.
4. Коваленко Л. В. Нанодисперсные металлические материалы с биологически активными свойствами / Л. В. Коваленко, Г. Э. Фолманис; Ин-т металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова. -М.: Наука, 2006. - 11 л // Омский научный вестник. – 2006. – № 10(48). – С. 55.
5. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников [и др.], М. – 2003. – 456 с.
6. Гематологические показатели кроссбредных овец / Ю.А. Юлдашбаев, Б.Б. Траисов, А.К. Султанова, К.Г. Есенгалиев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2014. – № 6 (50). – С. 129–131.
7. Оценка активности щелочной фосфатазы у крупного рогатого скота в возрастном аспекте и при диспепсии / Ю.Г. Соболева, В.М. Холод, В.П. Баран, И.Ю. Постраш // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. – 2012. – № 1. – С. 222-226.
8. Сайтханов, Э.О. Влияние ультрадисперсного порошка железа на физиологическое состояние и воспроизводительную способность свиноматок / Э.О. Сайтханов, В.В. Кулаков // Зоотехния. – 2014. – № 5. – С. 14-15.
9. Комплексный анализ проблемы минерального питания и обмена минеральных веществ в организме сельскохозяйственных животных / Г.В. Уливанова [и др.] // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : материалы Национальной научно-практической конференции. Рязань, 20 ноября 2020 года. - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2020. – С. 329-335.

УДК 636.087.7/ 636.087.8

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «САФМАННАН» НА ТЕЛЯТАХ В РАННИЙ ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

В.В. Кулаков¹, О.А. Федосова¹, Е.Г. Рудь²

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

²СПФО, г. Луховицы, РФ

Аннотация. В научной статье описан научно-хозяйственный эксперимент по введению кормовой добавки «Сафманнан» в рацион телят голштинской породы. Подтверждено положительное влияние компонентов добавки на физиологическое состояние подопытных

животных, такое как рост и живая масса, показатели крови, безопасность и эффективность использования корма. Результаты эксперимента подтвердили литературные данные о том, что применение Сафманнана оказывает следующие положительные эффекты:

- оказывает положительное влияние на живую массу и конверсию корма;
- улучшает здоровье кишечника и иммунитет;
- повышает сохранность молодняка животных;
- обеспечивает стимуляцию барьерных функций кишечной стенки;
- нормализует баланс кишечной микрофлоры.

Ключевые слова: кормовая добавка, телята, переваривание, живая масса, показатели крови, сохранность телят.

Summary. The scientific article describes a scientific and economic experiment on the introduction of the feed additive «Safmannan» into the diet of Holstein calves. The positive effect of the additive components on the physiological state of experimental animals, such as growth and live weight, blood parameters, safety and efficiency of feed use, has been confirmed.

The results of the experiment confirmed the literature data that the use of Safmannan has the following positive effects:

- has a positive effect on live weight and feed conversion;
- improves intestinal health and immunity;
- increases the safety of young animals;
- provides stimulation of the barrier functions of the intestinal wall;
- normalizes the balance of intestinal microflora.

Key words: feed additive, calves, digestion, live weight, blood parameters, safety of calves.

Основной отличительной стороной животноводства в России, как и во всем мире, является крайне высокий темп развития. В последние два десятилетия ученые-генетики и специалисты в сфере селекции добились выдающихся результатов, что на сегодняшний день ставит актуальную задачу по обеспечению высоких продуктивных показателей и полной реализации генетического потенциала хозяйственно-полезных признаков за счет кормления, поддержания иммунитета и создания здоровой среды пищеварительного тракта.

Многолетними исследованиями ни раз подтверждался факт, о том, что иммунитет животных, а в особенности молодняка формируется и поддерживается до 90 % в кишечнике, что указывает на прямую связь здоровья и сохранности с состоянием «здоровья» желудочно-кишечного тракта. Также исследования отечественных и иностранных исследователей не оставляют ни каких сомнений, что острая нехватка ряда питательных веществ негативно сказывается на иммунитете и приводит к высокой восприимчивости к инфекциям [4, с. 14; 3, с. 62].

Задача сохранения здоровья продуктивных животных и поддержание иммунитета на высоком уровне при не введении в рационы противомикробных препаратов на данный момент развития отрасли животноводства выходит на первое место, так, как основную опасность приобретает размножение антибиотико-резистентных штаммов болезнетворных микроорганизмов.

Учеными нашей страны и ветеринарными врачами-практиками установлено, что введение в рацион кормовых антибиотиков на постоянной основе с профилактической целью является неоправданным и оказывает пагубное воздействие на здоровье человека, использующего в пищу продукцию животноводства, содержащие следовые количества противомикробных соединений [2, с. 110].

Основной функцией желудочно-кишечного измельчение и ферментация кормовой массы с последующим извлечением и всасыванием в кровь питательных веществ необходимых для поддержания синтетических процессов в клетках организма. Являясь определенным медиатором между окружающей средой и живым организмом, желудочно-кишечный тракт регулярно подвергается негативным факторам, таким как воздействие

инородных патогенов, токсинов и даже собственных метаболитов, вырабатываемых в «больном» кишечнике. Даже не значительные изменения в составе рациона могут оказывать заметное негативное влияние на состояние желудочно-кишечного тракта и организм животного в целом, особенно если речь идет о формирующемся организме молодняка.

Несмотря на кажущуюся новизну в вопросе альтернативных кормовых антибиотиков к сегодняшнему дню осуществлено огромное количество научно-хозяйственных исследований по разработке и изучению эффективности использования таких средств. К их числу можно отнести различные пробиотические средства и пребиотические соединения, адсорбенты, фитобиотики, органические кислоты и синбиотики, ферменты, микробные пептиды, гипериммунные антитела и бактериофаги [1, с. 611].

Используя подход внедрения в сельскохозяйственное производство новейших разработок биотехнологии в деле сохранения здоровья продуктивных животных, может быть решена задача существенного снижения использования антибиотиков и получения органически благополучных продуктов при улучшении экономических показателей [7, с. 261; 5, с. 315].

Принимая во внимание все вышесказанное, огромное практическое значение имеют разработка и апробация в животноводческой отрасли нашей страны новых эффективных средств в реализации государственной программы антибиотикозамещения [6, с. 59].

Пребиотические препараты, в отличие от пребиотических, оказывают опосредованное влияние на кишечную микрофлору за счет улучшения условий жизнедеятельности, оказывая тем самым положительное влияние на пищеварительные и иммунологические процессы организма-хозяина.

Одними из наиболее эффективных пребиотических средств являются кормовые добавки на основе маннанолигосахаридов, соединений относятся к группе сложных углеводов. Исходным сырьем является наружная стенка дрожжевых клеток *Saccharomyces Cerevisiae*. Способны к связыванию (захвату) некоторых видов патогенных микроорганизмов, в том числе, что крайне важно для животноводства, эшерихий и сальмонелл.

Положительный эффект реализуется за счет соединения α -маннана, находящегося на поверхности дрожжевой стенки и являющегося своего рода короткоцепочечной полисахаридной «колючкой», на которую «нацепляются» мишени-бактерии, с последующей блокадой их рецепторов. Бактерии-мишени воспринимают α -маннан как подобную себе часть клеточной структуры, поскольку бактериальные клетки тоже представляют собой эукариоты. Таким образом, заблокированные «вредные» бактерии проходят желудочно-кишечный тракт, не задерживаясь, тем самым исключается болезнетворное воздействие на организм, что позволяет сохранить продуктивные качества животных.

Несмотря на то, что киллер-факторы в настоящее время выявлены у различных видов микроорганизмов, наиболее подробно они изучены у дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, что обуславливает использование их в качестве основного сырья (продуцентов) олигосахаридов. Так к примеру киллер-фактор β -глюкан, является составной частью клеточной стенки этих дрожжей и представляет собой полисахарид, состоящий из мономеров Д-глюкозы, соединенных в цепочки бетагликозидными связями. В чем особенность этого полисахарида? Он не подвергается воздействию со стороны пищеварительных ферментов, которые активны в желудочно-кишечном тракте, то есть его переваривание исключено, а значит, отсутствует возможность снижения активности и необходимости в поиске методов защиты (наличие покрытий, носителей и т.д.). β -глюкан действует стимулирующе пролиферацию бокаловидных клеток, выстилающих стенку кишечника, что приводит к высокому уровню секреции и тем самым формируется мощная физиологическая барьерную функцию пищеварительного тракта. Имеется и еще одна функция β -глюкана – стимуляция синтеза протеина, регулирующего просвет межклеточного пространства кишечной стенки.

Целью работы являлось изучение положительного эффекта препарата «Сафманнан» на рост и физиологические показатели телят в ранний постнатальный период.

В качестве объектов исследования выступали 36 телят в возрасте 8-10 дней, подобранных по принципу аналогов с учетом возраста, живой массы и клинического состояния, и разделенных на две группы (контрольная и опытная группы). Длительность научно-хозяйственного опыта составляла 60 дней. Содержание телят индивидуальное в домиках. Животные опытной группы помимо основного рациона получали кормовую добавку «Сафманнан» по 5 грамм на голову в сутки.

Один раз в 10 дней осуществляли контрольное взвешивание. Клинический осмотр осуществлялся ежедневно в утренние часы и включал в себя оценку общего состояния и термометрию, оценку фекалий (цвет и консистенция). Также ежедневно оценивали потребление телятами стартера, введенного в рацион с первого дня опыта.

Образцы крови для оценки физиологического состояния забирали из яремной вены в вакуумные пробирки в утренние часы за 30-40 минут до кормления на 10, 28 и 56 день опыта. Общеклинический анализ крови включал оценку гематокритной величины, общего количества лейкоцитов, количества нейтрофилов, количества моноцитов и лимфоцитов, отношение нейтрофилов к лимфоцитам, гемоглобина с использованием анализатора «Index Procyte Analyzer».

Результаты, значение которых имеют значимость научно-хозяйственного опыта, представлены на рисунках 1 и 2, а также в таблице 1.

Как видно из данных приведенных выше существенные отличия (в сторону более высоких значений в опытной группе) наблюдались в отношении содержания гемоглобина и общего количества лейкоцитов. Также показатели продуктивности телят, получавших пребиотик, отличались положительной динамикой. Средняя живая масса животных на 60 день эксперимента в опытной группе была выше на 5,2 % в сравнении с контролем.

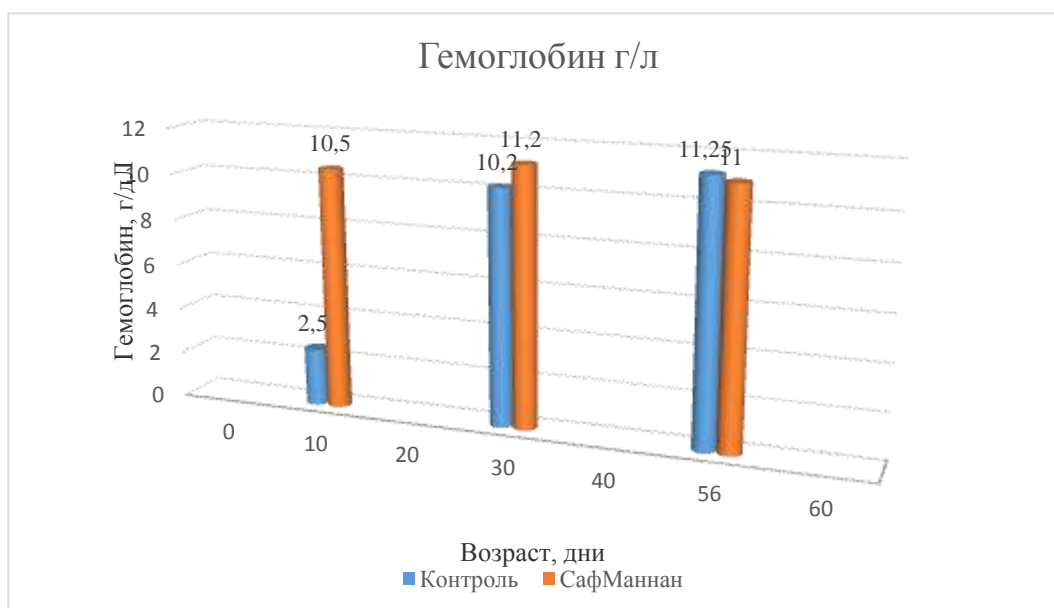


Рисунок 1 – Динамика изменения среднего значения гемоглобина в крови контрольных и опытных телят

Отмечалось более высокое потребление стартера животными опытной группы на 27,1% в сравнении с контрольными. Стоит отметить и более высокую конверсию корма опытной группе (на 1,8%), что в целом отражается на рентабельности производства.

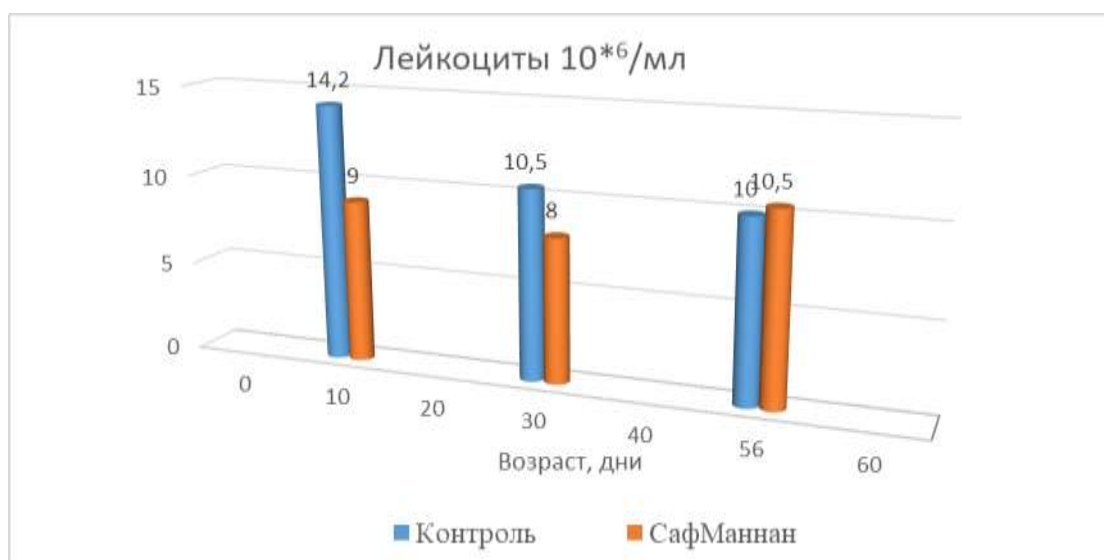


Рисунок 2 – Динамика изменения общего количества лейкоцитов в крови телят контрольной и опытной групп

Таким образом, результаты эксперимента подтверждают данные литературных источников о том, что применение Сафманнана оказывает следующие положительные эффекты:

- положительно влияет на живую массу и конверсию корма;
- улучшается состояние кишечника и иммунитет;
- повышает сохранность молодняка;
- обеспечивает стимуляцию барьерных функций кишечной стенки;
- нормализует баланс кишечной микрофлоры.

Таблица 1 – Влияние кормовой пребиотической добавки «Сафманнан» на продуктивные показатели и клиническую оценку телят

Показатель	Группа	
	Контрольная	Опытная
Кол-во голов в группе (начало/конец эксперимента)	18/16	18/17
Средняя масса теленка на начало эксперимента, кг	37,8	38,2
Средняя масса теленка на конец эксперимента, кг	79,8	83,9
Потребление стартера, кг/сутки		
с 0 по 21 день	0,025	0,034
с 21 по 42 день	0,277	0,355
с 43 по 56 день	0,547	0,786
с 57 по 67 день	1,753	2,069
Среднее потребление за период эксперимента на голову в сутки	0,513	0,652
Соотношение корм/привес, кг/кг (конверсия)	1,74	1,71
Фекальный индекс	2,28	2,21
Фекальный индекс «4» за период эксперимента, голов	6	2
Падеж, голов/период эксперимента	2	1

Литература

1. Иванищева, А.П. Использование пребиотиков на основе олиго- и дисахаридов в птицеводстве - мини-обзор / А.П. Иванищева, Е.А. Сизова, Е.В. Яушева // Сельскохозяйственная биология. – 2023. – Т. 58, № 4. – С. 609-621.
2. Липатова, Ю.И. ГМО: пища будущего или риск для здоровья / Ю.И. Липатова, Л.Г. Каширина // Перспективные научные исследования высшей школы: Материалы Всероссийской студенческой научной конференции, Рязань, 25 мая 2023 года. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 110-111.
3. Пути решения проблемы каннибализма в свиноводстве / К.А. Герцева, В.В. Кулаков, Д. В. Дубов [и др.] // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса: Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2019 года. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 62-67.
4. Сайтханов, Э.О. Влияние ультрадисперсного порошка железа на физиологическое состояние и воспроизводительную способность свиноматок / Э.О. Сайтханов, В.В. Кулаков // Зоотехния. – 2014. – № 5. – С. 14-15.
5. Шевцова, А.А. Диагностическая и лечение диспепсии у телят / А.А. Шевцова, К.И. Романов // Актуальные проблемы и приоритетные направления современной ветеринарной медицины, животноводства и экологии в исследованиях молодых ученых: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 21 ноября 2021 года. – Рязань: : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 314-320.
6. Эффективность использования пробиотика «Проваген» и комплекса этого пробиотика с хитозаном при выращивании телят / Е.В. Крапивина, Д.В. Иванов, Е.А. Кривопушкина, Г.Н. Бобкова // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 58-66.
7. Nagornov, R.S. К вопросу создания органоминеральных лекарственных композиций «энтеросорбент – пребиотик» и «энтеросорбент – белок – пробиотик» / R.S. Nagornov, P.V. Razgovorov // Тезисы докладов Кластера конференций по органической химии «ОргХим-2016», Санкт-Петербург, 27 июня – 01 2016 года. – Санкт-Петербург: ООО «Издательство ВВМ», 2016. – Р. 631.
8. Каширина, Л. Г. Трансаминазная активность крови кроликов при введении в рацион настоя плодов ирги обыкновенной / Л. Г. Каширина, С. А. Деникин, И. В. Бочкова // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой международной научно-практической конференции, Рязань, 26–27 апреля 2017 года. Том Часть 3. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 71-74.
9. Снижение себестоимости 1 центнера молока за счет применения PANTO POWER MIX / Д. В. Чижков, Е. В. Меньшова, Н. Е. Лузгин, М. В. Поляков // Молодежь и XXI век - 2021 : Материалы XI Международной молодежной научной конференции. В 6-ти томах, Курск, 18–19 февраля 2021 года / Отв. редактор М.С. Разумов. Том 6. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 335-338.
10. Повышение эффективности молочного скотоводства за счет применения кормовой пребиотической добавки "ГЕПАПРОТЕКТ" / М.В. Поляков, Г.Н. Бакулина, М.В. Евсенина и [др.] // Инновации в сельском хозяйстве и экологии. Материалы II Международной научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 319-323.

ОСНОВНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПО ПОГОЛОВЬЮ, ПРОИЗВОДСТВУ И КАЧЕСТВУ МОЛОКА В АО ПЗ «ДМИТРИЕВО»

К.К. Кулибеков¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В данной статье представлены данные по количеству дойных коров и первотелок по месяцам, распределение отелов этих коров и первотелок также в течение года, а также данные по производству и качеству молока. Для чего использовались годовые отчеты, финансовые планы и данные ветеринарной службы, контрольных доений и результаты заключений ветеринарной лаборатории. Исследования проводились для оценки экономической эффективности молочного животноводства, определения возможных путей увеличения прибыли и снижения затрат.

Ключевые слова: поголовье, доение, молочная продуктивность, соматические клетки.

Summary. This article presents data on the number of dairy cows and first heifers by month, the distribution of calving of these cows and first heifers during the year, as well as data on the production and quality of milk. For this purpose, annual reports, financial plans and data of the veterinary service, control milking and the results of the conclusions of the veterinary laboratory were used. The research was conducted, to assess the economic efficiency of dairy farming, identify possible ways to increase profits and reduce costs.

Key words: livestock, milking, milk productivity, somatic cells.

АО ПЗ «Дмитриево» – это современное предприятие, состоящее из 11 ферм, где используется круглогодичная стойловая система для крупного рогатого скота (КРС). Содержание КРС беспривязное. Коровник разделен на 4 секции с двумя проходами между ними для перемещения животных. В каждой секции есть боксы для отдыха животных. Пол в коровнике покрыт бетоном с насечками для предотвращения скольжения КРС. Помещения оборудованы вентиляцией и окнами для контроля климата [1].

Все это обеспечивает оптимальные условия для здоровья животных и эффективности производства. Для анализа экономической эффективности и производственных показателей АО ПЗ «Дмитриево» использовались годовые отчеты, финансовые планы и данные ветеринарной службы. Молочная продуктивность контролировалась путем ежемесячных доек. Также проводилось измерение массовой доли жира и массовой доли белка в молоке.

На всём протяжении существования предприятия стадо крупного рогатого скота формировалось за счёт собственного поголовья путём совершенствования местного черно-пёстрого скота (таблица 1).

В таблице 1 можно увидеть, что количество молока с 2021 года по 2022 возросло за счет увеличения численности поголовья. Маточное поголовье в течение длительного времени представлено было животными черно-пёстрой породы.

По данным таблицы становится видно, что количество коров (включая: брак, откорм, выранный жир и т.п.) за 2022 год, по сравнению с 2021 годом, уменьшилось на 193 головы, также, как и количество дойных коров – уменьшилось на 200 голов.

Количество дойных коров в стаде ко всем коровам должно составлять 60-65%, так как это обеспечивает оптимальное соотношение между количеством коров, способных давать молоко, и теми, кто находится на других стадиях физиологического состояния. Если количество коров будет меньше 60%, это может вызвать проблемы с воспроизводством стада, так как не будет достаточного количества телок для обновления поголовья [3, с. 148].

Количество дойных коров в АО ПЗ «Дмитриево» в 2021 году в процентном соотношении к общему количеству коров составил 86,6%, в 2020 году – 84,9%.

Таблица 1 – Количество коров по месяцам за 2021-2022 гг.

Месяц	Количество коров (включая: брак, откорм, выранных и т.п.), голов:			Количество коров дойных, голов:		
	2021	2022	+	2021	2022	+
Январь	1 526	1 245	281	1 313	1 078	235
Февраль	1 544	1 251	293	1 374	1 094	280
Март	1 585	1 259	326	1 419	1 047	372
Апрель	1 592	1 256	336	1 387	1 034	353
Май	1 567	1 255	312	1 380	1 028	352
Июнь	1 544	1 276	268	1 355	1 045	310
Июль	1 546	1 380	166	1 329	1 136	193
Август	1 531	1 386	145	1 330	1 148	182
Сентябрь	1 548	1 420	128	1 326	1 225	101
Октябрь	1 521	1 446	75	1 272	1 225	47
Ноябрь	1 498	1 447	51	1 244	1 217	27
Декабрь	1462	1 531	-69	1265	1 313	- 48
Среднее	1 539	1 346	193	1 333	1 133	200

После внедрения искусственного осеменения использовали сперму быков-производителей, принадлежащей Касимовской станции искусственного осеменения, а после реорганизаций системы искусственного осеменения в стране ОАО «Рязанское» по племенной работе для повышения оплодотворения коров и первотелок

Распределение отелов зависит от многих факторов, таких как порода коров, климат, условия содержания и кормления, а также цели хозяйства. В среднем, отелы коров распределяются в течение года с некоторым пиком в зимние месяцы. Это связано с тем, что зимой коровы получают больше корма и имеют больше времени для отдыха, что способствует более высокой вероятности отела [2, с. 7].

Однако в некоторых хозяйствах отелы могут быть спланированы на определенное время года, например, на весну или лето, чтобы максимально использовать пастбищные угодья и снизить затраты на кормление (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение отелов коров и первотелок за 2021-2022 гг.

Месяц	Отелы коров, голов			Отелы нетелей, голов			Выбраковка коров (вкл. первотелок), голов		
	2021	2022	+	2021	2022	+	2021	2022	+
Январь	87	64	23	52	18	34	32	17	15
Февраль	78	69	9	71	35	36	30	32	- 2
Март	42	58	-16	38	36	2	43	47	- 4
Апрель	101	62	39	25	28	- 3	50	21	29
Май	99	93	6	17	44	- 27	55	25	30
Июнь	70	89	-19	26	47	- 21	29	48	- 19
Июль	102	98	4	38	35	3	46	45	1
Август	96	121	-25	69	72	- 3	48	44	4
Сентябрь	91	88	3	37	44	- 7	61	22	39
Октябрь	85	72	13	44	70	- 26	76	71	5
Ноябрь	143	105	38	30	99	- 69	42	58	- 16
Декабрь	99	86	13	28	51	- 23	54	61	- 7
Сумма	1093	1005	88	475	579	- 104	566	491	75

Как видно из таблицы 2 в 2021 году больше всего отелов коров пришлось на следующие месяцы: апрель (101 отел), июль (102 отела), и ноябрь (143 отела), а в 2022 году – май (93 отела), август (121 отел) и ноябрь (105 отелов). Всего же за 2021 год было всего 1093 отела коров, что на 88 отелов больше, чем в 2022 году.

Среди нетелей в 2021 году отелилось 475 голов, а в 2022 году 579 голов, т.е. на 104 головы. Выбраковка коров, включая первотелок за 2022 год, составила 491 голов, а в 2021 году 566 голов, что меньше на 75 голов или 13,3 %.

В коммерческих стадах коровы обычно не отбираются для разведения до достижения определенного возраста, а отелы происходят в определенное время года, в зависимости от климатических условий. У коров также есть естественный цикл течки продолжительностью около 18-24 дней, после чего они возвращаются в цикл, если не были оплодотворены. Оплодотворение может быть естественным или искусственным.

Как видно в АО ПЗ «Дмитриево» распределение отелов в течении года неравномерное, особенно при таком высоком проценте выбраковки коров и первотелок в течении нескольких лет, что оставляет много вопросов техника-осеменаторам.

Жиры и белки являются важными компонентами молока, и их содержание может влиять на качество и стоимость молока. Жир в молоке обеспечивает энергию и питательные вещества для роста телят, а также влияет на вкус и текстуру молока. Белок в молоке помогает поддерживать здоровье иммунной системы телят и коров, а также улучшает вкусовые качества молока. Высокое содержание жира и белка может увеличить стоимость молока, так как эти компоненты ценятся на рынке [4, с. 12; 6, с. 17-23; 7, с. 80-85; 8, с. 48-53].

Однако слишком высокое содержание жира или белка [9, с. 14-20] может снижать спрос на молоко, так как потребители предпочитают более сбалансированный состав питательных веществ. Поэтому, при разведении коров важно контролировать содержание жира и белка в молоке, чтобы обеспечить оптимальное качество продукции и ее стоимость (таблица 3).

Таблица 3 – Количество массовой доли жира и белка в молоке коров за 2021-2022 гг.

Месяц	Произведено молока, кг			МДЖ, %			МДБ, %		
	2021	2022	±	2021	2022	±	2021	2022	±
Январь	870 000	766 000	187 000	4,00	4,10	- 0,10	3,32	3,44	- 0,12
Февраль	857 000	659 000	198 000	3,90	4,10	- 0,20	3,35	3,42	- 0,07
Март	874 527	735 000	178 000	4,00	4,10	- 0,10	3,32	3,43	- 0,11
Апрель	907 379	714 000	156 000	3,90	4,00	- 0,10	3,31	3,44	- 0,13
Май	945 463	730 000	215 463	3,85	3,90	- 0,05	3,29	3,39	- 0,10
Июнь	913 000	960 000	126 527	3,80	3,90	- 0,10	3,30	3,38	- 0,08
Июль	953 000	825 000	82 379	3,87	3,80	0,07	3,34	3,34	0,00
Август	919 605	869 000	56 116	3,95	3,80	0,15	3,34	3,32	0,02
Сентябрь	856 458	830 000	68 458	3,90	3,90	0,00	3,38	3,34	0,04
Октябрь	862 301	823 000	32 301	3,93	3,90	0,03	3,37	3,31	0,06
Ноябрь	834 757	748 000	- 34 243	4,00	4,00	0,00	3,39	3,33	0,06
Декабрь	879 116	788 000	- 40 395	4,00	4,00	0,00	3,36	3,36	0,00
Среднее	889 384	787 250	102 134	3,93	3,96	0,03	3,34	3,38	0,04

Данные таблицы 3 показывают, что за 2022 год было произведено молока на 787 250 кг, а в 2021 году на 889 384, что меньше на 102 134 кг или 11,5%.

Массовая доля жира и массовая доля белка за 2022 год, по сравнению с 2021 годов возросли соответственно на 0,03% и 0,04%. Соотношение МДЖ к МДБ в молоке высокопродуктивных коров не должно быть меньше, чем 1,2:1. В АО ПЗ «Дмитриево» данный показатель в 2021 году составил 1,17: 1 также как и в 2022 году, что служит косвенным показателем повышенной нарушения обмена веществ.

Также, как можно заметить из таблицы 3, в летние месяцы содержание жира и белка в молоке коров было самое низкое, а зимой самое высокое, а количество произведенного молока наоборот летом было больше, чем в зимний период, т.к. существует прямая зависимость этих явлений – чем больше удои, тем меньше жира в молоке. Соматические клетки – это клетки тела, которые могут попадать в молоко при заболеваниях или травмах. Количество соматических клеток может быть разным в зависимости от породы коровы, ее возраста, состояния здоровья и других факторов (таблица 4).

Таблица 4 – Санитарная оценка молока коров за 2021-2022 гг.

Месяц	Соматические клетки, тыс/мл			Бактерии, тыс/мл			Цена реализации (физ. вес без НДС), руб.		
	2021	2022	±	2021	2022	±	2021	2022	±
Январь	291	284	7	-	-	-	29,50	28,57	0,93
Февраль	446	213	233	-	-	-	29,20	27,48	1,72
Март	420	294	126	-	-	-	27,30	27,21	0,09
Апрель	300	163	137	-	-	-	-	26,94	-26,94
Май	334	207	127	-	-	-	-	25,91	-25,91
Июнь	200	238	-38	38	-	-	-	24,78	-24,78
Июль	332	220	112	32	-	-	-	24,17	-24,17
Август	354	269	85	42	-	-	-	24,26	-24,26
Сентябрь	279	549	-270	53	-	-	-	24,82	-24,82
Октябрь	242	240	2	17	-	-	-	25,21	-25,21
Ноябрь	236	315	-79	17	-	-	-	26,53	-26,53
Декабрь	252	250	2	17	-	-	-	26,99	-26,99
Среднее	307	270	37	31	-	-	28,67	26,07	2,59

Обычно количество соматических клеток в молоке здоровых коров составляет от 100 000 до 500 000 на миллилитр. Однако, если количество соматических клеток превышает 1 000 000 на миллилитр, это может указывать на наличие заболеваний у коровы, таких как мастит или кетоз. В таком случае необходимо провести дополнительные исследования и принять меры для лечения животного [5, с. 212].

Из таблицы 4 можно сделать вывод, что за 2021 год количество соматических клеток в молоке коров составило 307 тыс/мл, а в 2022 – 270 тыс/мл или на 37 тыс/мл меньше.

В гигиенических условиях, когда за коровой ухаживают и молоко обрабатывают с соблюдением санитарных норм, количество бактерий в молоке остается достаточно низким, не превышая примерно 1150 штук на миллилитр. В неблагоприятных условиях, когда гигиена не соблюдается, количество бактерий может увеличиваться до 2130 тысяч штук на миллилитр и более. В АО ПЗ «Дмитриево» бактерий за 2022 году в пробах молока вообще не было обнаружено, однако еще в 2021 году их было 31 тыс/мл.

Литература

1. АО ПЗ Дмитриево. Сельскохозяйственная продукция от производителя / [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dmitrievo.com>.
2. Анализ некоторых показателей воспроизводства высокопродуктивных коров в условиях роботизированной фермы / И.Ю. Быстрова, Е.Н. Правдина, В.А. Позолотина, К.К. Кулибеков // Актуальные проблемы и приоритетные направления животноводства: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Рязань: Изд-во РГАТУ, 2019. – С. 6-10.

3. Карамаев, С.В. Скотоводство / С.В. Карамаев, Х.З. Валитов, А.С. Карамаева // Учебник (Учебники для вузов. Спец. литература) 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 548 с.
4. Кулибеков, К.К. Совершенствование технологии производства молока при доении коров-первотелок в условиях роботизированной фермы: автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.02.10 / К.К. Кулибеков // Чувашская ГСХА. – Рязань, 2016. – 20 с.
5. Radchikov, V.F. Premixes for growing cattle / V.F. Radchikov // Current problems of intensive development of animal husbandry. – Gorki. – 2003. – P. 212-216.
6. Современные аспекты генотипирования крупного рогатого скота по различным направлениям исследований / И. Ю. Быстрова, Г. Н. Глотова, О. А. Федосова, Е. А. Чухина // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 17-23.
7. Коровушкин, А.А. Молочная продуктивность животных ведущих линий, их сочетаемость и анализ методов подбора / А.А. Коровушкин, В.А. Позолотина, Г.Н. Глотова // Современные проблемы зоотехнии : Сборник трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Бакай Анатолия Владимировича (1946-2020) в рамках Года науки и технологий Российской Федерации по тематике «Генетика и качество жизни», Москва, 14 декабря 2021 года. – Москва: ЗооВетКнига, 2022. – С. 80-85.
8. Киселев, О.А. Влияние доильных установок на качество молока коров в хозяйствах Рязанской области / О.А. Киселев, Е.В. Киселева, Г.Н. Глотова // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2016. – № 2(3). – С. 48-53.
9. Глотова, Г.Н. Действие аллельных вариантов гена CSN3 молока на его состав и физико-химические показатели при выработке творога / Г.Н. Глотова, В.А. Позолотина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2021. – Т. 13, № 2. – С. 14-20.
10. Романов, К. И. Взаимосвязь концентрации продуктов перекисного окисления липидов в крови и молоке новотельных коров / К. И. Романов // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2018. – № 3(39). – С. 3-7.
11. Синякина, А. И. Молочная продуктивность новотельных коров под влиянием препарата "Бутофан" / А. И. Синякина, К. И. Романов // Научные приоритеты современного животноводства в исследованиях молодых учёных : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Рязань, 05 марта 2020 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 263-268.
12. Некрашевич, В. Ф. Выведение молока из вымени коровы доильным аппаратом / В. Ф. Некрашевич, В. М. Ульянов // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. – № 3. – С. 15-17.
13. Кострова, Ю.Б. Совершенствование процедуры контроля качества молока как фактор обеспечения продовольственной безопасности / Ю.Б. Кострова, Ю.О. Ляшук, А.Б. Мартынушкин // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2019. - № 1 (39). - С. 45-49.

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ И КРАТНОСТИ ДОЕНИЯ НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЧАСТОТУ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КОРОВ МАСТИТОМ В УСЛОВИЯХ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ФЕРМЫ

К.К. Кулибеков¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань

Аннотация. В данной статье представлены данные о влиянии продолжительности и кратности доения на молочную продуктивность и частоту заболеваемости коров маститом в условиях роботизированной фермы. Описаны такие показатели как персистентность, бимодальность, интервалы доения и система предупреждения о мастите в работе с высокопродуктивным стадом, т.к. в условиях роботизированной фермы все основные процессы проходят без участия человека и необходимо менять сам подход к ведению молочной отрасли.

Ключевые слова: персистентность, бимодальность, доение, робот.

Summary. This article presents data on the effect of the duration and frequency of milking on milk productivity and the incidence of cows with mastitis in a robotic farm. Such indicators as persistence, bimodality, milking intervals and a mastitis warning system in working with a highly productive herd are described, since in a robotic farm all the main processes take place without human participation and it is necessary to change the approach to the dairy industry itself.

Key words: persistence, bimodality, milking, robot.

Персистентность – это показатель, который характеризует способность коровы поддерживать высокую молочную продуктивность на протяжении длительного времени. Это важный показатель для молочного животноводства, так как он позволяет оценить эффективность селекционной работы и выбрать наиболее продуктивных особей для разведения.

Бимодальность – это явление, при котором интенсивность молокоотдачи изменяется во время доения. Этот процесс может быть связан с различными факторами, включая стресс, усталость или неправильную технику доения. Бимодальность может негативно сказаться на эффективности доения и привести к снижению молочной продуктивности [1, с. 69; 2, с. 73].

Бимодальность, повторяемая систематически – влечет за собой потерю молока и возникновение мастита (рисунок 1).



Рисунок 1 – Основные причины бимодальности.

Поэтому, единственное мероприятие для поддержания персистентности на достаточно высоком уровне и профилактики бимодальности – контроль над соблюдением процесса технологического регламента доения и обслуживания животных, а также контроль над техническим состоянием доильного оборудования. Однако, особую актуальность описанные выше показатели приобретают в условиях роботизированной фермы, где все основные процессы проходят без участия человека и необходимо менять сам подход к ведению молочной отрасли [4, с. 33; 9, с. 17-23].

ООО «Вакинское Агро» – это крупнейшее в Европе роботизированное молочное хозяйство, на котором работают 33 системы добровольного доения. Предприятие успешно занимается разведением молочного скота и получает высокие показатели удоя на корову и занимает одно из ведущих мест в Рязанской области.

Таблица 1 показывает зависимость разового удоя молока от времени, которое коровы проводят в зоне ожидания доения.

Исходя из данных таблицы 1, можно сделать вывод, что зависимость между временем ожидания и разовым удоём прямая. Чем больше времени корова проводит в зоне ожидания, тем больше ее разовый удой. Если взять средний разовый удой 13,71 кг и среднее время ожидания 1 минуту 19 секунд, то интервал между доениями составит 9 часов 26 минут. Это значение находится в пределах нормы.

Содержание соматических клеток в молоке – это естественный процесс, связанный с отмиранием клеток организма и их заменой на новые. Соматические клетки – это клетки, которые составляют основную массу тела животных и человека. У коров отторжение эпителия вымени также сопровождается попаданием его в молоко. Однако, слишком высокое содержание соматических клеток может указывать на наличие заболеваний у коровы [5, с. 271; 8, с. 9].

Таблица 1 – Зависимость разового надоя от времени нахождения коров в специальной зоне ожидания доения

Название группы	Время в зоне ожидания доения, сек	Разовый надой, кг	Интервал между двумя смежными доениями, час
Group 01	0:53	19,80 ± 0,5	11:00
Group 02	1:09	11,74 ± 0,4	9:06
Group 03	0:47	10,91 ± 0,4	8:50
Group 04	1:13	12,68 ± 0,5	9:20
Group 05	1:01	12,98 ± 0,5	9:50
Group 06	0:48	12,59 ± 0,5	8:23
Group 07	0:34	12,18 ± 0,4	9:19
Group 08	0:43	13,42 ± 0,4	9:47
Group 09	1:05	17,74 ± 0,5	9:08
Group 10	1:18	16,31 ± 0,5	10:20
Group 11	1:26	11,44 ± 0,5	9:29
Group 14	0:59	12,87 ± 0,5	8:10
Group 15	1:05	13,35 ± 0,5	9:36
Group 16	0:49	13,95 ± 0,5	9:46
Среднее	1:19	13,71	9:26

Система роботизированного доения помогает выявлять проблемы со здоровьем коров. Если корова пропускает дойку или у нее изменился интервал между дойками, это может быть признаком того, что у нее натерты копыта, воспаление вымени или другие проблемы со здоровьем. Компьютер системы может также предупредить оператора, если у коровы снижается удой, что также может указывать на проблемы со здоровьем.

Робот-дояр может измерять электропроводность молока для определения наличия новых инфекций. Однако, необходимо учитывать, что могут быть ложные срабатывания, поэтому необходимо использовать и другие методы диагностики. Новый датчик определения цвета молока может помочь определить качество молока и наличие мастита. Исследования в Европе показывают, что этот датчик эффективно определяет наличие мастита по цвету молока [3, с. 117].

Если такие коровы больны, компьютер системы доения может определить это и направить молоко от этих коров в отдельную емкость для некачественного молока. Система также может быть запрограммирована на автоматическую очистку всех поверхностей, которые контактировали с молоком этой коровы.

В таблице 2 указано влияние количества проходов через специальные селекционные ворота на интервал между двумя смежными доениями и заболеваемость коров маститом. Технология MDi – система раннего предупреждения о мастите в системе управления стадом DelPro, установленной в хозяйстве. Технология MDi (индекс обнаружения мастита) позволяет распознавать коров с подозрительным снижением продуктивности, обусловленным заболеванием. Система точно вычисляет для каждой четверти показатели, основанные на электропроводности, содержании крови, интервале доения, потоке молока и пиках проводимости [6, с. 823; 7, с. 217-220].

Исходя из полученных данных таблицы 2, можно сделать вывод, что в среднем при 13 количествах проходов через ворота, интервал между двумя смежными доениями составляет 9 часов 26 минут. Такие показатели как количество проходов через ворота и интервал между двумя смежными доениями напрямую связаны, поскольку, чем больше количество проходов через ворота, тем меньше интервал между двумя смежными доениями.

Таблица 2 – Влияние количества проходов через ворота на интервал между двумя смежными доениями

Название группы	Интервал между двумя смежными доениями, час	Количество проходов через ворота	Средний MDi за последние 3 дня
Group 01	11:00	12 ± 0,6	1,1
Group 02	9:06	12 ± 0,8	1,2
Group 03	8:50	14 ± 0,8	1,1
Group 04	9:20	14 ± 0,8	1,2
Group 05	9:50	14 ± 1,1	1,0
Group 06	8:23	9 ± 0,4	1,2
Group 07	9:19	15 ± 0,6	1,5
Group 08	9:47	13 ± 0,9	1,2
Group 09	9:08	10 ± 0,4	1,2
Group 10	10:20	15 ± 1,2	1,1
Group 11	9:29	15 ± 0,8	1,2
Group 14	8:10	17 ± 0,8	1,1
Group 15	9:36	14 ± 0,7	1,2
Group 16	9:46	11 ± 0,5	1,1
Среднее	9:26	13	1,2

В таблице 3 указаны показатели среднего количества доений за 7 дней и количество доений за последние 24 часа в системах добровольного доения.

Таблица 3 – Показатели среднего количества доений за 7 дней и количество доений за последние 24 часа в системах добровольного доения (VMS)

Имя устройства	Доения за последние 24 ч	Средний надой за последние 7 дней	Среднее количество за последние 7 дней
VMS 01	118	1793,5	137
VMS 02	124	1670,7	125
VMS 03	126	1669,6	133
VMS 04	143	1667,3	137
VMS 05	136	1708,4	146
VMS 06	123	1545,3	126
VMS 07	117	1751,2	129
VMS 08	127	1792,5	128
VMS 09	136	2009,1	147
VMS 10	100	1702,5	126
VMS 11	135	1628,6	131
VMS 12	111	1776,1	132
VMS 13	134	1719,2	146
VMS 14	124	1637,6	128
VMS 15	121	1716,6	126
VMS 16	120	1893,4	132
VMS 17	112	1878,7	125
VMS 18	111	1838	122
VMS 19	112	1834,8	118
VMS 20	96	1583,2	117
VMS 21	76	856,5	91
VMS 22	96	998,3	105
VMS 25	114	1635,9	118
VMS 26	117	1606,3	121
VMS 27	111	1527,1	124
VMS 28	114	1523,1	122
VMS 29	124	1647,3	136
VMS 30	99	1372,5	122
VMS 31	117	1541,6	133
VMS 32	122	1766,8	132
VMS 33	82	1002,1	99
Среднее	109	1524,1	119

Изучая таблицу 3, можно сделать вывод, что чем меньше среднее количество доений в день за последние 7 дней, тем меньше средний надой в день за те же 7 дней, и тем меньше доение за последние 24 часа и наоборот.

В итоге, среднее количество доений в день за последние 7 дней ровняется 119, при этом средний надой за последние 7 дней составляет 1524,1 кг, а доения за последние 24 часа составляет 109.

Литература

1. Доровских, В.И. Исследование влияния кратности доения коров роботами на их продуктивность / В.И. Доровских, В.С. Жариков // Журнал: Наука в Центральной России – Тамбов: Учредители: Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, 2019. – С. 69-77.

2. Рыжова, Д.А. Кратность доения / Д.А. Рыжова, Л.П. Ошкина // III Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета. – Пенза: Издательство Пензенского государственного аграрного университета, 2021. – С. 73-76.
3. Влияние роботизированного доения на качество молока / Г.А. Симнов, В.Е. Никифоров, И.С. Серебров и др. // Журнал: Наука в Центральной России – Тамбов: Учредители: Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, 2020. – С. 117-124.
4. Тихомиров, И.А. Технологические особенности использования доильных роботов в молочном скотоводстве / И.А. Тихомиров, В.К. Скоркин // Журнал: Техника и технологии в животноводстве – Москва: Учредители: Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 2020. – С. 32-37.
5. Технологические показатели коров в условиях роботизированного доения / Д.Р. Шарипов, Т.М. Ахметов, О.А. Якимов и др. // Журнал: Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства – Казань: Учредители: Марийский государственный университет, 2020. – С. 270-273.
6. Technology and Robotic Milking in Dairy Production / N.A. Nicolas, N.A. Lyons, J. I. Gargiulo, E.F. Cameron Clark, S.C. Garcia // Encyclopedia of Dairy Sciences (Third edition), 2022. – P. 823-829.
7. Майорова, Ж.С. Оценка молочной продуктивности коров разных линий / Ж.С. Майорова, Г.Н. Глотова, А.А. Волков // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 18 мая 2016 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 217-220.
8. Глотова, Г.Н. Молочная продуктивность и качество молока коров холмогорской породы разных генотипов по каппа-казеину и бета-лактоглобулину : специальность 06.02.04 «Ветеринарная хирургия» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Глотова Галина Николаевна. – Рязань, 2007. – 22 с.
9. Современные аспекты генотипирования крупного рогатого скота по различным направлениям исследований / И. Ю. Быстрова, Г. Н. Глотова, О. А. Федосова, Е. А. Чухина // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 17-23.
10. Седельников, А. С. Медикаментозная профилактика послеродовых гинекологических заболеваний у коров в СПК «путь Ленина» Раменского района Московской области / А. С. Седельников, И. В. Щербакова // Научно-практические достижения молодых ученых как основа развития АПК в условиях интенсификации производства и техногенного пресса : Материалы Национальной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 15 марта 2023 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 280-285.
11. Синякина, А. И. Молочная продуктивность новотельных коров под влиянием препарата "Бутофан" / А. И. Синякина, К. И. Романов // Научные приоритеты современного животноводства в исследованиях молодых учёных : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Рязань, 05 марта 2020 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 263-268.
12. Некрашевич, В. Ф. Выведение молока из вымени коровы доильным аппаратом / В. Ф. Некрашевич, В. М. Ульянов // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. – № 3. – С. 15-17.

СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ И НИТРИТОВ В РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ АПК

Л.В. Никулова¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В статье рассматривается методика определения содержания нитратов в растительной продукции с помощью прибора нитрат-тестер с целью установления ветеринарно-санитарной и токсикологической безопасности растительной продукции для населения. Повышенное содержание нитратов и нитритов, встречающееся в растительной продукции, создает опасность отравления животных и человека.

Ключевые слова: нитраты, токсикология, отравления, растительная продукция.

Summary. The article discusses the method of determining the content of nitrates in plant products using the nitrate tester device in order to establish veterinary, sanitary and toxicological safety of plant products for the population. The increased content of nitrates and nitrites found in plant products creates a danger of poisoning animals and humans.

Key words: nitrates, toxicology, poisoning, plant products.

В настоящее время проблема экономической рентабельности животноводства в Рязанской области актуальна. Ежегодно животноводческие предприятия недополучают продукцию за счет снижения удоев и выхода телят [1, с. 17]. Одним из факторов снижения хозяйственных показателей является частота регистрируемых отравлений – кормовых токсикозов у животных, связанных с недостаточным внедрением в ветеринарную практику предприятий доступных лабораторных методов токсикологической диагностики кормов. Также, с точки зрения экологии, в условиях масштабного загрязнения среды обитания животных нужны объективные критерии для осуществления токсикологического мониторинга. Негативное воздействие на окружающую среду также оказывает антропогенное влияние. Современные достижения в науке и технике позволили внедрить в практику лабораторных исследований ряд новых приборов и химических реактивов, разработать новые методы контроля качества и безопасности пищевых продуктов. Одним из главных факторов, способных значительно снизить качество сельскохозяйственной продукции, является обнаружение нитратов [2, с. 112; 3, с. 12]. Таким образом, важное значение приобретает ветеринарно-санитарная и токсикологическая оценка продуктов питания, а также мониторинг ситуации по содержанию нитратов в продукции агропромышленного комплекса [4, с. 41; 5, с. 20; 6, с. 16].

Цель исследования: исследование содержания нитратов и нитритов в растительной продукции АПК.

Материалы и методы. Для исследования были приобретены в торговой сети г. Рязани образцы растительной продукции № 1-10. Содержание нитратов определяли по общепринятой установленной методике при помощи прибора нитрат-тестер. Обладает высокой точностью. Нормативные ГОСТ 29270-95, ГОСТ 34307-2017 (рисунок 1).

Результаты и их обсуждение. Данные, полученные в результате измерений, приведены в таблице 1.



Рисунок 1 – Нитратомер

Таблица 1 – Результаты исследования содержания нитратов и нитритов в растительной продукции АПК

Растительная продукция (n=10)	Результат исследования, мг/кг	ПДК, мг/кг
№ 1 Картофель	220	250
№ 2 Кабачок	155	400
№ 3 Капуста белокочанная поздняя	137	500
№ 4 Лук репчатый	117	80
№ 5 Свекла столовая	180	1400
№ 6 Лимон	110	300
№ 7 Мандарин	35	300
№ 8 Апельсин	21	300
№ 9 Хурма	19	60
№ 10 Яблоко сезонное	19	60

При анализе данных таблицы 1 наглядно представлены значения уровня нитратов и нитритов в растительной продукции, предназначенной в пищу населению. По всем образцам №1-3, 5-10 содержание нитратов и нитритов в норме и не превышает установленные ПДК по ГОСТ 29270-95 и ГОСТ 34307-2017 (рисунок 2). В пробе лука репчатого №4 отмечается превышение 117 мг/кг против 80 мг/кг ПДК (рисунок 3). Следует помнить, что продуктов без содержания нитратов в природе не бывает и нахождение нитратов в растительной продукции в небольших количествах является необходимым звеном азотистого обмена растений. Повышенное их содержание, встречающееся в овощах и фруктах, создает опасность отравления животных и человека. Значительное превышение ПДК (предельно допустимой концентрации) крайне нежелательно, так как нитраты, особенно нитриты, обладают высокой токсичностью (рисунок 4).

Таким образом, определение нитратов и нитритов в растительной продукции АПК является неотъемлемым мероприятием в профилактике отравлений человека и животных. Современные методы исследования в токсикологии имеют важное значение в снабжении населения доброкачественными продуктами. Контроль за качеством продукции агропромышленного комплекса актуален. Современный метод исследования нитратов и нитритов в растительной продукции является простым, доступным и недорогим методом лабораторной диагностики профилактики отравлений и может быть рекомендован для лабораторий ветеринарно-санитарной экспертизы рынков и торговых сетей города Рязани.



Рисунок 2 – Исследование содержания нитратов в лимоне



Рисунок 3 – Исследование содержания нитратов в луке репчатом



Рисунок 4 – Исследование содержания нитратов в картофеле

Литература

1. Никулова, Л.В. Токсикологическая оценка содержания нитратов в растительной продукции / Л.В. Никулова // Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения: Материалы 71-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 15 апреля 2020 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 121-126.
2. Британ, М.Н. Мониторинг содержания нитратов и нитритов в плодово-овощной продукции г. Рязани / М.Н. Британ, Л.В. Никулова // Научно-практической конференции ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ им. Петра I. – 2015. – С 110-115.
3. Никулова, Л.В. Анализ содержания нитратов и нитритов в свекле обыкновенной (*beta vulgaris L.*) для диагностики и профилактики отравлений / Л.В. Никулова, К.А. Герцева, М.Н. Британ // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2022. – № 2(15). – С. 12-14.
4. Коньков, А. Осторожно нитраты! / А. Коньков, К.А. Герцева // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева: Материалы научно-практической конференции 2011 года, Рязань, 01 января – 31 2011 года. Том 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 41-42.
5. ГОСТ 29270-95 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов (с Поправкой) <http://docs.cntd.ru/document/12000229051>
6. ГОСТ 34307-2017 Плоды цитрусовых культур. Технические условия <https://internet-law.ru/gosts/gost/66136>
7. Уливанова, Г.В. Содержание нитратов в плодовоовощной продукции и влияние их на организм человека / Г.В. Уливанова, Е.А. Рыданова // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона : материалы 67-ой Международной научно-практической конференции. Рязань, 18 мая 2016 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2016. – С. 129-134.
8. Перспективы применения биопрепаратов в сельскохозяйственной практике / О.В. Лукьянова, А.С. Ступин, О.А. Антошина, В.С. Конкина // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2022. - № 5 (389). - С. 502-506.

УДК 616.12-073.7-092.9

ОЦЕНКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ УСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА ПРЕДПОЧТЕНИЯ МЕСТА (УРПМ) НА БЕСПРИСТРАСТНОСТЬ

Э.О. Сайтханов¹, К.В. Сапронова¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос оценки беспристрастности или предвзятости тест-установки, изготовленной по усредненным параметрам, отраженным в доступных литературных источниках. Исследования выполнены с использованием самцов крыс породы Wistar. Оценка проводилась с использованием видеofиксации. В качестве основного критерия использовали время пребывания в одной из камер.

Ключевые слова: крысы, рефлекс, предпочтение места, беспристрастность.

Summary. The article considers the issue of assessing the impartiality or bias of the test plant, made according to the average parameters reflected in the available literary sources. Studies were performed using male Wistar rats. The evaluation was performed using video recording. As the main criterion, the residence time in one of the chambers was used.

Key words: rats, reflex, place preference, impartiality.

Условно-рефлекторная реакция предпочтения места – это стандартная доклиническая поведенческая модель, используемая для оценки аддиктивного потенциала фармакологических средств. Сущностью потенциала пристрастия является способность влиять на мозговые системы «награды» и «наказания», то есть вызывать зависимость. Таким образом лекарственное средство, имеющее аддактивный потенциал, обладает подкрепляющим свойством. Подкрепление характеризуется увеличением вероятности проявления той или иной поведенческой реакции вследствие действия следующим за ней событием. Если поведенческая реакция ведёт к ослаблению или устранению отрицательно-подкрепляющих факторов, то вероятность повторения предшествующего поведения также увеличивается. Следует учитывать, что фармакологические вещества обладают не только положительным подкреплением, но и отрицательным. Отрицательно подкрепляющие свойства характеризуются лекарственные вещества, способные вызывать синдром отмены после прекращения их введения. Однако основными диагностируемыми свойствами являются прежде всего положительно-подкрепляющие [1, с. 30; 2, с. 6; 4, с. 230].

Тест предпочтения условного места для выявления аддиктивного потенциала широко используется в фармакологии, поведенческих науках и неврологических исследованиях. Данная методика применяется не просто в качестве инструмента оценки наркотической зависимости, но и для изучения нейротрансмиттеров, областей мозга, генов, сигнальных путей и других механизмов, опосредующих вознаграждающее (или аверсивное) действие лекарств. И для корректного анализа аддиктивного потенциала в приведенных областях важным условием является использование непредвзятой тест-установки, отсеки которой не являются сами по себе, привлекательными для лабораторных животных [5, с. 102].

Таким образом, целью нашего исследования является анализ сделанной нами из АБС-пластика установки теста предпочтения условного места на беспристрастность.

Исследования проводили на кафедре ветеринарно-санитарной экспертизы, хирургии, акушерства и внутренних болезней ФГБОУ ВО РГАТУ. В качестве объектов исследований были использованы 10 крыс породы Wistar (самцы) со средней живой массой 165 г. Крысы содержались групповым способом (по 2 головы) в клетках из полипропилена тип Т-4 размером 540×390×20 мм. Каждому животному перед началом эксперимента был присвоен индивидуальный номер. На этикетке клетки для группового содержания указывали группу, номера животных, вид исследования, пол, норму кормления. Содержание животных осуществлялось в стандартных условиях вивария в соответствии с зоогигиеническими нормами [1, с. 124]. Животные были сформированы в группу случайным образом, с учетом пола (самцы), возраста и массы тела.

В эксперименте использовали установка «Тест предпочтения места», выполненная из АБС-пластика серого цвета. Установка была спроектирована на основе литературных данных, с учетом особенностей плановых научных задач. Тест-установка имеет две боковые и одну центральную камеру. На внутренние стенки на постоянной основе нанесены узоры (геометрический рисунок), различающиеся в левом и правом отсеках. Рисунок на стенах правой камеры – вертикальные черные полосы шириной 1,5 см, расстояние между полосами 1,5 см. Рисунок на стенах левой камеры – горизонтальные черные полосы шириной 3 см, расстояние между полосами 3 см. Стенки стартового (центрального) отсека гладкие, без особенностей [2, с. 7; 4, с. 231; 5, с. 102; 6, с. 2].

Для оценки является ли установка «предвзятой» или «беспристрастной» было проведено обучение животных в течение 3 дней. Обучение заключалось в приучении животных к рукам и уколам. Для этого после нескольких минут держания в руках, крысу помещали в центральный отсек с открытыми дверьми. В каждом отсеке располагалось пищевое подкрепление (основной корм). Животное находилось в установке в течение 15 минут, затем вынималось из установки и снова приучалось к рукам. После каждой посадки крыс в установку, установку необходимо обрабатывать перекисью водорода 3 %. На 4 день был выполнен контрольный опыт: с помощью видеофиксации регистрировали время

нахождения животного в каждом из 3 отсеков. Для упрощения вычислений время измерялось в секундах, начиная с момента посадки. Время нахождения в установке 15 минут. В результате исследования установлено, что непосредственно после периода адаптации большинство животных (6 из 10) предпочитают основную часть времени находиться в центральной камере (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты тестирования для оценки «предвзятости» или «беспристрастности» установки для оценки УРПМ, (n=10)

Группа	Показатель	Время, с	Предпочтение камеры относительного общего времени пребывания в левом или правом отсеках, %	
			Левый отсек	Правый отсек
Среднее время пребывания в отсеках, с	Время пребывания в центральном отсеке	646	38	62
	Время пребывания в левом отсеке (горизонтальные полосы)	89		
	Время пребывания в правом отсеке (вертикальные полосы)	165		
	Общее время пребывания в отсеках (левый + правый)	254		

В боковых отсеках, в контексте максимального времени пребывания находились 4 из 10 голов (3 самца в левом отсеке с вертикально полосой и 1 самец в правом отсеке с горизонтальной полосой) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Видеофиксация времени пребывания крыс в отсеках тест-установки

Общее время пребывания каждой крысы в тест-установке составляло 900 секунд. Все животные активно перемещались между отсеками, демонстрируя при этом стандартные элементы поведения – вертикальные стойки, короткий и длительный груминг. При этом следует отметить, что фазы длительного груминга у всех самцов были сопряжены с тем отсеком, в котором они находились большую часть времени.

Анализ данных показал, что в среднем самцы крыс предпочитали большую часть времени, находится в центральном отсеке, не имеющем полос – 408,5 секунд, что в общем временном интервале тестирования составляло 45,4%.

В отсеке с вертикальными полосами (левый отсек тест-установки) крысы находились в среднем 303,3 секунды, что составило 33,7%, в свою очередь общее время нахождения в отсеке с вертикальными полосами на стенах составило 188,2 секунды и 20,9%, соответственно, что на 12,8% меньше.

При статистическом анализе данных с использованием критерия Стьюдента для связанных выборок было установлено, что время пребывания в левом и правом отсеках не имеет статистически достоверных различий на достаточном уровне значимости.

При анализе предпочтения крысами одного из отсеков было обнаружено, что процентное соотношение предпочтений животными левого и правого отсеков не превышает 75% от общего времени, проведённого в отсеках. Таким образом, исходя из результатов исследования, можно сделать вывод, что установка для проведения теста предпочтения условного места, выполненная из серого АБС-пластика и имеющая в качестве основного различия среды пребывания рисунок в виде вертикальных и горизонтальных черных полос является «беспристрастной».

Литература

1. Оценка аддиктивного потенциала препарата Кортексин® в доклинических исследованиях / Д.А. Абашева, А.В. Калатанова, М.Н. Карпенко [и др.] // Лабораторные животные для научных исследований. – 2020. – № 4. – С. 29-37.

2. Условное предпочтение места определяется положительными подкрепляющими ГАМК-, дофамин- и опиоидергическими механизмами прилежащего ядра / Р.О. Роик, А.А. Лебедев, Е.Г. Шумилов [и др.] // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2014. – Т. 13, № 2. – С. 5-14.

3. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях / Е. И. Асташкин, Е. Е. Ачкасов, К. В. Афонин [и др.]. – Москва : Профиль - 2С, 2010. – 358 с.

4. Саркисова, К. Ю. Условная реакция предпочтения места, ассоциированного с детенышами, и материнская забота у депрессивных крыс линии Wag/Rij / К. Ю. Саркисова, К. К. Танаева, Ю. В. Добрякова // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2016. – Т. 66, № 2. – С. 229.

5. Buccafusco J.J., editor. Methods of Behavior Analysis in Neuroscience. 2nd edition. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis; 2009. - 374 p.

6. A Conditioned Place Preference Protocol for Measuring Incubation of Craving in Rats / Sun Y, Chen G, Zhou K, Zhu Y.J // Vis Exp. 2018 Nov 6; (141).

7. Позолотина, В.А. Оценка поведенческих реакций коров-первотёлок в условиях роботизированной фермы / В.А. Позолотина, К.К. Кулибеков // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : материалы Национальной научно-практической конференции. Рязань, 12 декабря 2016 года. - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2016. – С. 423-428.

СЕКЦИЯ
«ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ»

УДК 637.1:658.512.621.928

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
МАСЛОИЗГОТОВИТЕЛЕЙ

Ш.З. Агаева¹, Б.З. Салманов²

¹*Азербайджанский Государственный Аграрный Университ, г. Гянджа, Азербайджанская Республика*

²*Азербайджанский Государственный Аграрный Университ, г. Гянджа, Азербайджанская Республика*

Аннотация. При производстве сливочного масла промышленное применение получили два метода: сбивание и конвертирование жирных сливок.

На основе технологического процесса взбивания сливок созданы маслопроизводители периодического и непрерывного действия. Процесс нефтеобразования при непрерывном и периодическом сбивании принципиально не отличается. Прилипание жировых шариков происходит в результате трансформации и уплотнения пузырьков воздуха за счет механического фактора, получаемого от вращательного движения контейнера с кремом. В отличие от периодических маслопроизводителей, в неагрессивных взбивателях более интенсивное механическое воздействие лишь увеличивает агрегацию жировых шариков в объеме, сопровождающуюся выделением жидкого жира. Отрицательной стороной этого явления является увеличение жирности пахты.

Ключевые слова: масло, высокожирные сливки, жировые шарики, пахта, маслообразование, маслоизготовитель, сбивание, сепарирование, концентрирование, периодическое действие.

Summary. In the production of butter, industrial use has received two methods: churning and converting high-fat cream.

Based on the technological process of whipping cream, oil producers of periodic and continuous action were created. The process of oil formation during continuous and periodic churning does not fundamentally differ. Adhesion of fat globules occurs as a result of the transformation and compaction of air bubbles due to the mechanical factor obtained from the rotational movement of the cream container. Unlike periodic oil producers, in non-adversive whippers, a more intense mechanical action only increases the aggregation of fat globules in volume, accompanied by the release of liquid fat. The negative side of this phenomenon is to increase buttermilk fat

Keywords: butter, high-fat cream, fat globules, buttermilk, butter formation, butter maker, churning, separation, concentration, batch action.

В производстве сливочного масла промышленное использование получило два способа: сбивание и преобразование высокожирных сливок.

На основе технологического процесса сбивания сливок созданы маслоизготовители периодического и непрерывного действия. Процесс маслообразования при непрерывном и периодическом сбивании принципиально не отличаются. Слипание жировых шариков происходит в результате преобразования и уплотнения воздушных пузырьков за счет механического фактора, получаемого от вращательного движения емкости со сливками [1, 2]. В отличие от периодических маслоизготовителей, в непрерывных сбивателях более интенсивное механическое воздействие лишь увеличивает агрегации жировых шариков в

объеме, сопровождающиеся высвобождением жидкого жира. Отрицательная сторона этого явления заключается в повышении жирности пахты.

Метод преобразования высокожирных сливок отличается от методов сбивания условиями протекания процессов структурообразования. Производство масла, согласно этому способу представляет собой процесс, состоящий из двух технологических операций: концентрирования жира посредством сепарирования и последующее охлаждение высокожирных сливок. При этом на качественные показатели масла существенное влияние оказывает характер протекания процесса охлаждения [3].

В нашей стране наибольшее распространение получил поточно-сепараторный метод преобразования высокожирных сливок.

Основное преимущество производства масла из высокожирных сливок, отмечаемое создателями соответствующих аппаратов, состоит в том, что по сравнению с производством масла методом сбивания, здесь скорость процесса маслообразования существенно увеличивается: с момента поступления сырья до выпуска готового продукта проходит менее часа, а сам процесс превращения высокожирных сливок в масло длится 4-6 минут.

В 1951-1962 гг. под руководством Лукьянова Н.Я. была разработана конструкция двухцилиндрового маслообразователя, реализующего способ Мелешина В.А. Однако создание его на основе серийных линий производства масла были малопродуктивными (порядка 350-400 кг масла в час) и недостаточно надежными. В 1961 г. был создан трехцилиндровый маслообразователь производительностью 600/700 кг/час, который выпускается и в настоящее время.

В настоящее время к серийному производству принят четырехцилиндровый маслообразователь Я5-ОМЛ производительностью 1000кг/ч. Он будет использоваться для производства масла с пониженным содержанием жира [4, 5]. Наконец, в последние годы созданы и переданы в серийное производство несколько моделей пластичных маслообразователей производительностью 1000/2000 кг/ч. К серийно изготавливаемому оборудованию относятся линии П8-ОЛУ или П8-ОЛФ.

Основные усилия ученых и конструкторов направлены на создание приборов и устройств, позволяющих наиболее эффективно контролировать и управлять процессами охлаждения и механико-термической обработкой. Многие проблемы в этом плане еще ожидают своего решения.

Способ получения масла в условиях вакуума Страховым В.В. [4]. Подаваемые через форсунку в мелкорассыпленном состоянии в вакуум-камеру высокожирные сливки быстро охлаждаются. Образовавшееся масляное зерно сбрасывается встряхивающим устройством на шнеки текстуратора, представляющего собой шнековое прессующее устройство. Захваченное шнеками масло уплотняется, продавливается через отверстия решеток и перемещается крыльчатками, насаженными на концы шнеков.

Отличительная особенность метода и соответствующей установки в том, что преобразование сливок в масло через «масляное зерно» происходит здесь, в отличие от способов сбивания, не за несколько часов, а мгновенно, исключается из технологического процесса многочасовая операция «созревания» сливок.

Установка для производства различных видов сливочного масла методом вакууммаслообразования защищена патентами во Франции, США, Швеции, Дании.

Из-за недостаточно высокого качества масла, изготавливаемого методом преобразования высокожирных сливок, неоднородности его состава, в нашей стране все большее распространение получает производство методом непрерывного сбивания, которое наряду с методом периодического сбивания доминирует в технологии маслоизготовления в странах Западной Европы, Австрии, Новой Зеландии.

Конструкция сбивальных аппаратов совершенствуется в направлении наиболее полного и быстрого получения из сливок масляного зерна и пахты, а также осуществления регулирования температурных режимов (охлаждения или подогрева) с целью получения масла высокого качества.

Основными преимуществами маслоизготовителей непрерывного действия являются высокая их производительность при небольших размерах установки. Однако конструкция их сложна, регулирование содержания жира в пахте и влаги в масле затруднено, потери жира с пахтой сравнительно велики, что связано с формированием процесса сбивания.

Более высокое качество масла при минимальном содержании жира в пахте достигается в маслоизготовителях периодического действия [6, 7]. При производстве масла периодическим способом получения масла из сливок и обработка его производятся циклически.

Маслоизготовители периодического действия широко распространены за рубежом. Так например фирмами «Колдинг», «Пааш-Силькеборг» выпускаются безвальцовые металлические маслоизготовители емкостью до 10 тысяч литров и более. Обычно сливки заполняются 40-50% общей емкости маслоизготовителя, который вращается со скоростью 20-40 об./мин. После образования масляного зерна и жидкой фазы – пахты в результате процесса сбивания сливок маслоизготовитель останавливается, пахта удаляется, а масляное зерно подвергается дальнейшей обработке на пониженных скоростях для получения монолита масла.

По принципу обработки масла маслоизготовители периодического действия делятся на:

а) вальцевые; б) безвальцевые.

По виду материала, из которых они изготовлены на:

а) деревянные; б) металлические.

По конфигурации: а) цилиндрические; б) нецилиндрические.

По способу удаления продукта: а) на аппараты; б) с ручной выгрузкой в бункера или специальную тележку; в) с удалением масла насосом; г) со шнековой выгрузкой.

Большинство современных маслоизготовителей периодического действия являются металлическими безвальцевыми. В них сбивание сливок и обработка масла производятся лопастями специальной конструкции, неподвижно установленными в бочке маслоизготовителя.

Выпускаемый российской промышленностью маслоизготовитель ММ-5000 имеет емкость 5000л. Для его наполнения сливками и удаления масла бочка снабжена прямоугольным люком, геометрически закрываемый крышкой с воздушным краном. Слив пахты производятся двумя кранами, смонтированными на цилиндрической части бочки и ее обечайке приварены три рабочие лопасти специальной конструкции. Наблюдение за рабочим процессом осуществляется через два окна, находящиеся на сферических днищах. От конструкции применяемых маслоизготовителей, техники сбивания зависят параметры масляного зерна. Так в конусных кубических маслообразователях сбивание заканчивается при получении зерен размером 4-7 мм, а в цилиндрических – при размере зерен 3-4 мм. При этом маслоизготовители цилиндрической формы обеспечивают протекание требуемого технологического процесса и без дополнительных лопастей.

Длительность полного цикла одной выработки (от заполнения до окончательной обработки) составляет порядка порядка 2,5 ч. при времени сбивания 25-60 мин.

Достоинствами маслоизготовителей периодического действия является ярко выраженная стадийность технологического процесса (сбивание, слив пахты, промывка, обработка) возможность осуществления контроля и регулирования параметров, определяющих качество каждой операции [6,7].

Маслоизготовители отличаюся простотой конструкции, обслуживания и эксплуатации позволяют получать масло высокого качества при низкой жирности пахты 0,15-0,4%.

Из недостатков следует отметить сложность изготовления маслоизготовителей большой емкости, особенно нецилиндрической формы. Значительный вес вращающейся емкости со сливками и возникающие ударные нагрузки вызывают большой расход мощности предъявляют повышенные требования к прочности привода, подшипников, опор, а также к системе управления приводом. Вбивание большого количества воздуха в масло

значительно ухудшает его качество и сокращает сроки хранения. Использование же дополнительной вакуумной обработки масла усложняет конструкцию и эксплуатацию маслоизготовителей указанного типа.

Литература

1. Белоусов, А.П. Физико-химические процессы в производстве масла сбиванием сливок / А. П. Белоусов. - Москва : Лег. и пищ. пром-сть, 1984. - 264 с.
2. Производство масла способом непрерывного сбивания : Лекция / О. Г. Котова. - Ленинград : Б. и., 1982. - 36 с
3. Грищенко, А.Д. О сущности производства масла методом преобразования высокожирных сливок / А.Д. Грищенко // Молочная промышленность, отечественный опыт. - 1985. - Вып. 4. - С. 2-8.
4. Кузьмин, Ю.Н. Производство сливочного масла методом вакуум-маслообразования / Ю.Н. Кузьмин - Москва : [б. и.], 1978. - 20 с.
5. Кук, Г.А. Процессы и аппараты молочной промышленности] / Со вступ. статьей, [с. 3-22], и примеч. засл. деят. науки и техники РСФСР, д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Липатова. - 2-е изд. - Москва : Пищ. пром-сть, 1973. - 767 с
6. Качераускис, Д.В. Новое в производстве масла способом периодического сбивания: [Обзор] / М-во мясной и молочной пром-сти СССР. Центр. науч.-исслед. ин-т информации и техн.-экон. исследований. - Москва : [б. и.], 1970. - 20 с. :
7. Кузьмин, Ю. Н. Современные зарубежные маслоизготовители периодического действия: (Обзор) / Ю. Н. Кузьмин, А. Е. Крикунов. - Москва : [б. и.], 1969. - 64 с.
8. The use of modern robotic systems in the agro-industrial complex / I. G. Shashkova, L. V. Romanova, M. V. Kupriyanova, L. V. Cherkashina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Yekaterinburg, 15–16 октября 2021 года. – Yekaterinburg, 2022. – P. 012024.

УДК 519.87

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ КАК МАТЕРИАЛОВ БУДУЩЕГО В СОВРЕМЕННОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

А.И. Акимов¹

¹Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, г. Оренбург, РФ

Аннотация. В данной работе проведено математическое моделирование процесса полимеризации как производственный фактор в цифровой экономике в условиях импортозамещения. Также исследованы задачи массообмена и теплообмена на интервалах нагрева и полимеризации в многослойных композитных цилиндрических конструкциях при помощи дифференциальных преобразований Ханкеля. Учитывая, что между слоями имеет место идеальный тепловой контакт и температура соприкасающихся поверхностей двух слоев одинакова.

Ключевые слова: композиционные конструкции, установка Ханкеля, процесс полимеризации, теплообмен, массообмен, метод изотермических поверхностей.

Summary. In this work, mathematical modeling of the polymerization process as a production factor in the digital economy under conditions of import substitution was carried out. The problems of mass transfer and heat transfer in the heating and polymerization intervals in multilayer

composite cylindrical structures using differential Hankel transformations were also studied. Considering that there is ideal thermal contact between the layers and the temperature of the contacting surfaces of the two layers is the same.

Key words: composite structures, Hankel installation, polymerization process, heat transfer, mass transfer, isothermal surface method.

В данной работе проведено математическое моделирование процесса полимеризации как производственный фактор в цифровой экономике в условиях импортозамещения. Также исследованы задачи массообмена и теплообмена на интервалах нагрева и полимеризации в многослойных композитных цилиндрических конструкциях при помощи дифференциальных преобразований Ханкеля. Учитывая, что между слоями имеет место идеальный тепловой контакт и температура соприкасающихся поверхностей двух слоев одинакова.

Рассмотрим решение задачи «массообмена».

$$\frac{\partial m_k(r_k, \tau)}{\partial \tau} = a_{mk}^2 \frac{\partial^2 m_k(r_k, \tau)}{\partial r_k^2} + \frac{1}{r_k} \frac{\partial m_k(r_k, \tau)}{\partial r_k}, R_{k-1} \leq r_k \leq R_k, \tau > 0, \quad (1)$$

учитывая условия конвективности тепловых потоков

$$m_k(R_k, \tau) = m_{k+1}(R_k, \tau); \quad (2)$$

$$\lambda_{mk} \frac{\partial m_k(R_k, \tau)}{\partial r_k} = \lambda_{m(k+1)} \frac{\partial m_{k+1}(R_k, \tau)}{\partial r_{k+1}}, \quad (3)$$

m -индекс массообмена, при $W_k(r_k, \tau) = 0$

$$P = \frac{1}{\mu_n^2} \sum_{k=1}^N \frac{\lambda_k}{a_k^2} \int_{R_{k-1}}^{R_k} r_k W_k M_0 \left(\frac{\mu_n}{a_k} r_k \right) dr_k = 0.$$

Таким образом, приходим к решению вида

$$m_k(r_k, \tau) = C_{mk} + D_{mk} \ln(r_k) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{M \left(\frac{\mu_{nn}}{a_{mk}} r_k \right)}{\sum_{k=1}^N \|M_k\|^2} e^{-\mu_{nn}^2 \tau} \times \quad (4)$$

$$\times \sum_{k=1}^N \frac{\lambda_{mk}}{a_{mk}^2} \int_{R_k}^{R_{k-1}} r_k [\varphi_k(r_k) - \psi_{mk}(r_k)] M \left(\frac{\mu_{mn}}{a_{mk}} r_k \right) dr_k.$$

Опишем следующими уравнениями «тепломассообмен»

$$\frac{\partial U_k(r_k, \tau)}{\partial \tau} = a_{gk}^2 \left(\frac{\partial^2 U_k(r_k, \tau)}{\partial r_k^2} + \frac{1}{r_k} \frac{\partial U_k(r_k, \tau)}{\partial r_k} \right) + \sigma \frac{c_{mk}}{c_{gk}} \frac{d_k}{1-d_k} \cdot \frac{\partial m_k(r_k, \tau)}{\partial \tau} + W_k(r_k, \tau), \quad (5)$$

$$\frac{\partial m_k(r_k, \tau)}{\partial \tau} = a_{mk}^2 \frac{1-d_k}{r_k} \cdot \frac{\partial}{\partial r_k} \left(r_k \frac{\partial m_k(r_k, \tau)}{\partial r_k} \right), \quad (6)$$

Будем рассматривать задачу «массообмена»:

$$\frac{\partial m_k(r_k, \tau)}{\partial \tau} = a_{mk}^2 (1-d_k) \left(\frac{\partial^2 m_k(r_k, \tau)}{\partial r_k^2} + \frac{1}{r_k} \frac{\partial m_k(r_k, \tau)}{\partial r_k} \right), \quad (7)$$

Используя «метод изотермических поверхностей», приходим к виду:

$$m_k(r_k, \tau) = C_{mk} + D_{mk} \ln(r_k) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{M \left(\frac{\mu_{mn}}{c_{mk}} r_k \right)}{\sum_{k=1}^N \|M_k\|^2} \sum_{k=1}^N \frac{\lambda_{mk}}{c_{mk}^2} \int_{R_{k+1}}^{R_k} r_k [g_k(r_k) - \psi_{mk}(r_k)] \times \\ \times M \left(\frac{\mu_{mn}}{c_{mk}} r_k \right) dr_k e^{-(\mu_{mn}^2 \tau)}, \quad (8)$$

при $C_{mk} = a_{mk}^2 (1-d_k)$,

Опишем второй этап производства композитов в виде уравнения [1]

$$\frac{\partial U_k(r_k, \tau)}{\partial \tau} = a_k^2 \left(\frac{\partial^2 U_k(r_k, \tau)}{\partial r_k^2} + \frac{1}{r_k} \frac{\partial U_k(r_k, \tau)}{\partial r_k} \right) + W_k(r_k, \tau), \quad (9)$$

Будем иметь в виду, что $W_k(r_k, \tau) = \frac{q_v(r_k, \tau)}{c \cdot \rho}$, $U_k(r_k, 0) = \varphi_k(r_k)$ (10)

Будем исследовать решение в виде. [2]

$$U_k(r_k, \tau) = \psi_k(r_k) + T_k(r_k, \tau), \quad \text{где} \quad T_k(r_k, \tau) = U_k(r_k, \tau) - \psi_k(r_k) \quad (11)$$

$$\frac{d^2 \psi_k(r_k)}{dr_k^2} + \frac{1}{r_k} \frac{d\psi_k(r_k)}{dr_k} = 0, \quad R_{k-1} \leq r_k \leq R_k, \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (12)$$

Решение стационарной задачи имеет вид:

$$\psi_k(r_k) = C_k + D_k \ln(r_k), \quad k = 1, 2, \dots, n. \quad (13)$$

$$\frac{\partial T_k(r_k, \tau)}{\partial \tau} = a_k^2 \left(\frac{\partial^2 T_k(r_k, \tau)}{\partial r_k^2} + \frac{1}{r_k} \frac{\partial T_k(r_k, \tau)}{\partial r_k} \right) + W_k(r_k, \tau), \quad (14)$$

$$R_{k-1} \leq r_k \leq R_k, \quad t > 0, \quad k = 1, 2, \dots, N$$

Синтез определен стандартно. [3]

$$\overline{T_k(\mu_k, \tau)} = \int_{R_k}^{R_{k-1}} r_k T_k(r_k, \tau) M_k(\mu_n, t) dr_k - \text{«изображение по Ханкелю»};$$

$$T_k(r_k, \tau) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{M_k(\mu_n, r_k)}{\|M_k\|^2} \overline{T_k(\mu_n, \tau)} - \text{«оригинал по Ханкелю»},$$

$$\rho(r_k) = r_k;$$

$$M_k(\mu_n, r_k) = J_0\left(\frac{\mu_n}{R_k} r_k\right) Y_0(\mu_k) - J_0(\mu_n) Y_0\left(\frac{\mu_n}{R_k} r_k\right) - \text{«ядро по Ханкелю»};$$

$$\|M_k\|^2 = \frac{2R_k^2 \left[J_0^2(\mu_n) - J_0^2\left(\mu_n \frac{R_{k+1}}{R_k}\right) \right]}{\pi^2 \mu_n^2 J_0^2\left(\mu_n \frac{R_{k+1}}{R_k}\right)} - \text{«норма в квадрате»};$$

Исследуем уравнение:

$$J_0(\mu) Y_0\left(\mu \frac{R_{k+1}}{R_k}\right) - Y_0(\mu) J_0\left(\mu \frac{R_{k+1}}{R_k}\right) = 0,$$

Синтез примет вид (15)

$$T_k(r_k, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{M\left(\frac{\mu_n}{a_k} r_k\right)}{\sum_{k=1}^N \left\| M_k\left(\frac{\mu_n}{a_k} r_k\right) \right\|^2} \cdot \left\{ \left[\sum_{k=1}^N \frac{\lambda_k}{a_k^2} \int_{R_k}^{R_{k-1}} r_k (\varphi_k(r_k) - \psi_k(r_k)) M\left(\frac{\mu_n}{a_k} r_k\right) dr_k - P \right] e^{-\mu_n^2 \tau} + P \right\} \quad (15)$$

Получим следующий вид решения:

$$U_k(r_k, \tau) = C_k + D_k \ln(r_k) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{M\left(\frac{\mu_n}{a_k} r_k\right)}{\sum_{k=1}^N \left\| M_k\left(\frac{\mu_n}{a_k} r_k\right) \right\|^2} \times \left\{ \left[\sum_{k=1}^N \frac{\lambda_k}{a_k^2} \int_{R_k}^{R_{k-1}} r_k (\varphi_k(r_k) - C_k - D_k \ln(r_k)) M\left(\frac{\mu_n}{a_k} r_k\right) dr_k - P \right] e^{-\mu_n^2 \tau} + P \right\}. \quad (16)$$

Литература

1. Акимов, А.И. Исследование теплопередачи в многослойных цилиндрических изделиях на первом этапе производства композиционных / И.А. Акимов, А.И. Акимов, Е.О. Каракулина // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – № 2. – С. 68-72.
2. Акимов, А. И. Применение метода изотермических поверхностей для решения задач теплообмена в многослойных конструкциях с изменяющимся агрегатным состоянием материалов / А. И. Акимов // Образовательная среда сегодня и завтра: Материалы VIII Международной научно-практической конференции: сборник научных трудов, Москва, 24–25 октября 2013 года / Ответственный редактор: Г.Г. Бубнов. – Москва: Московский государственный индустриальный университет, 2013. – С. 312-314.
3. Акимов, А. И. Матричный метод решения комплексированных задач теплообмена, массообмена и термонапряжений в многослойных конструкциях с фазовыми переходами / А. И. Акимов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2013. – № 3. – С. 60-63.
4. Корнюшин, В. М. Стеклопластиковая и базальтопластиковая композитная арматура / В. М. Корнюшин, И. Е. Кушев, В. В. Коченов // Новые технологии в науке, образовании, производстве : Международный сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, Рязань, 20–23 декабря 2014 года / Ответственный редактор Горохова Марина Николаевна. – Рязань: НП "Голос губернии", 2014. – С. 440-447.

УДК 638.171

О КЛАССИФИКАЦИИ ВОСКОВОГО СЫРЬЯ

А.Н. Алексеев¹, Д.Е. Каширин¹, А.В. Протасов¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Воск используется в более чем сорока областях промышленности, однако основными потребителями являются пчеловоды, потребляющие до 80% всего производимого пасечного воска. Исходное сырье и вытопки – это категории пасечного воскового сырья, которое классифицируется по своему качеству и восковитости, а также методам и способам переработки. Сырьем для пасечных вытопок могут составлять старые, поврежденные и испорченные соты, а также забрус, срезанный при откачке меда. Исходное восковое сырье разделяется на три сорта в зависимости от процентного содержания воска.

Ключевые слова: Воск, пчеловодство, сырье, вытопки, сорт, восковитость.

Summary. Wax is used in more than forty industrial applications, but beekeepers are the main consumers, consuming up to 80% of all apiary wax produced. Feedstocks and mellows are categories of apiary wax feedstock that are categorized by their quality and wax content, as well as processing methods and techniques. Raw materials for apiary waxes can be old, damaged and spoiled honeycombs, as well as beads cut during honey extraction. The initial wax raw material is divided into three grades depending on the percentage of wax content.

Key words: Wax, beekeeping, raw materials, mellows, grade, wax content.

Пчеловодство имеет важное значение для сельского хозяйства. Отличительной особенностью пчеловодства является производство пчелиного воска, смеси органических веществ, вырабатываемых медоносными пчелами. «Воск содержит множество химических соединений, основными из которых являются сложные эфиры, составляющие около 70-75% общей массы продукта.» [1] «Кроме того, в состав воска входят до 17% предельных углеводов, таких как гептакозан и пентакозан, а также свободные жирные кислоты в количестве от 12 до 15%. В улье воск содержит незначительное количество механических

примесей (менее 0,3%), таких как пыльца растений, ульевый сор и прополис, а также небольшое количество воды (менее 2,5%) из-за активной деятельности пчел.» [2, 3, 4]

Воск играет значительную роль в множестве отраслей промышленности, применяясь в более чем сорока областях. В металлургии он находит применение при проверке чугунных форм, которые используются для отливки частей машин. В авиационной сфере воск добавляется в различные пропиточные и покрывающие составы. В железнодорожном обслуживании он пропитывает специальные уплотнения в тормозах. В оптике его используют для гравировки стекол. В радиотехнике восковые вещества применяются для изоляции проводов и конденсаторов. Особую важность воск имеет для кожевенной промышленности, где он является неотъемлемой частью процессов отделки, пропитки, полировки и окраски.

«Исходное сырье и вытопки - это категории пасечного воскового сырья, которое классифицируется по своему качеству и восковитости, а также методам и способам переработки» [5]. Пасечное восковое сырье находит наиболее широкое применение в косметологии, медицине и пищевой промышленности. Однако основными потребителями этого продукта являются пчеловоды, которые потребляют до 80% всего производимого пасечного воска. На данный момент нет возможности полностью заменить натуральный пчелиный воск синтезированным веществом.

«Исходное сырье для пасечных вытопок могут составлять старые, поврежденные и испорченные соты, а также забрус, срезанный при откачке меда.» [6] После переработки в пасечных условиях с использованием сухих или влажных методов, полученные вытопки имеют различный цвет - от светло-коричневого до темно-серого. Структура вытопок может быть рассыпчатой или комковатой с комочками, сохраняющими форму ячеек. Для дальнейшей обработки, вытопки подвергаются разравниванию и прессованию на пасечных воскопрессах. В результате прессования образуются отходы, которые называют пасечной мервой. Таким образом, исходное восковое сырье разделяется на три сорта в зависимости от процентного содержания воска.

Соты первого сорта - это сухие соты, которые хорошо просвечиваются со всех сторон, белого, желтого или янтарного цвета. Они не содержат перги и меда, не повреждены молью и не имеют плесени или других примесей. Восковитость этих сот составляет 70% и выше.

Второй сорт сот - это темно-коричневые или темные соты, которые просвечиваются в доньшках. Они также являются сухими и не содержат перги или меда. Соты первого сорта, содержащие до 15% перги, также относятся к этому сорту. Восковитость сырья этого сорта составляет от 55% до 70%.

Соты третьего сорта - это черные соты, которые не просвечиваются, сухие и не содержат меда или перги. Они также не поражены молью или плесенью. Светлые соты с большим количеством перги также относятся к этому сорту. Восковитость сырья третьего сорта составляет от 45% до 55%.

Влажность сырья зависит от его восковитости. Если в сырье содержится много невосковых веществ, то его влажность будет выше, так как меда перга. Если восковое сырье содержит более 10% влаги, то оно начинает плесневеть и нагреваться, из-за чего восковитость этого сырья снижается. «Влажность сырья первого сорта обычно составляет от 0,1% до 0,5%, второго сорта - от 0,5% до 2,2%, третьего сорта - от 2,2% до 3,8%.» [7, 8]. Такое сырье, которое не отвечает требованиям третьего сорта, относят к вытопкам.

Литература

1. Каширин, Д. Е. Энергосберегающие технологии извлечения перги из сотов специализированными средствами механизации : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Каширин Дмитрий Евгеньевич. – Рязань, 2013. – 474 с.

2. Бышов, Д. Н. К вопросу очистки воскового сырья от загрязнений: моделирование процесса растворения перги в воде при интенсивном механическом перемешивании / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, В. В. Павлов // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 2(143). – С. 150-156.
3. Исследование энергосберегающей инфракрасной вакуумной сушки перги россыпью / А. В. Шемякин, Д. Е. Каширин, А. Н. Алексеев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 162-167.
4. Бочков, П. Э. Анализ способов снижения энергоёмкости сушки в конвективных сушильных установках / П. Э. Бочков, В. В. Павлов, Д. Е. Каширин // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 37-41.
5. Бочков, П. Э. Определение рациональных условий ассимиляционного осушения воздушного потока в сушильных установках / П. Э. Бочков, В. В. Павлов, Д. Е. Каширин // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 41-44.
6. Ловим пчелиный рой / А. Н. Алексеев, В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин, С. Н. Гобелев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2021. – № 2(13). – С. 34-38.
7. Обоснование рациональных конструктивно-технологических параметров измельчителя воскового сырья / Д. Е. Каширин, В. В. Павлов, М. Н. Чаткин, И. И. Гришин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4. – С. 96-103.
8. Каширин, Д. Е. Исследование прочностных характеристик загрязнений суши пчелиных сотов / Д. Е. Каширин, А. Н. Алексеев, Т. В. Сиротина // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022.
9. Результаты изучения свойств пчелиного воска / Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин, Н. Б. Нагаев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 80-85.
10. Нагаев, Н. Б. Совершенствование процесса вытопки воска с обоснованием параметров центробежного агрегата : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Нагаев Николай Борисович, 2016. – 247 с.
11. Оптимальный угол течения воска / В. Ф. Некрашевич, Н. Б. Нагаев, Р. А. Мамонов [и др.] // Пчеловодство. – 2014. – № 10. – С. 46-48.

ДАЧНЫЕ ТЕПЛИЦЫ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ

А.Н. Бачурин¹, А.Ю. Виноградов¹, В.М. Корнюшин¹¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В статье описаны и проанализированы принципы работы дачных теплиц с регулируемой температурой внутри теплицы. Сделан обзор наиболее подходящих патентов РФ, описаны их принципы работы и особенности конструктивных решений, проанализированы их преимущества и недостатки, а также сделаны выводы о целесообразности и рациональности использования.

Ключевые слова: теплица, системы автоматического проветривания, регулирование температуры, сельское хозяйство.

Summary. The article describes and analyzes the principles of operation of country greenhouses with controlled temperature inside the greenhouse. An overview of the most suitable patents of the Russian Federation is made, their principles of operation and features of structural solutions are described, their advantages and disadvantages are analyzed, and conclusions are drawn about the expediency and rationality of use.

Key words: greenhouse, automatic ventilation systems, temperature regulation, agriculture.

Одной из задач, которые выполняют дачные теплицы, является нагрев и сохранение тепла внутри теплицы, а именно поддержание определённой комфортной для растений температуры, отличной от уличной погоды. При этом теплицы обогреваются в основном солнечным теплом, которое действует неравномерно в течении дня. И самое неприятное для дачника – это потеря урожая в связи с перегревом и повышенной температурой внутри теплицы, отчего растения просто погибают. Без регулировки микроклимата в летний период температура может подняться до 50°C. Поэтому изобретателями разрабатываются различные принципы и методы регулировки температуры в дачных теплицах.

Все дачные теплицы по принципу регулировки температуры можно условно разделить на три группы: теплицы с ручной регулировкой, полуавтоматической и точной автоматической [1, 2].

К теплицам с ручной регулировкой температуры относится патент «Теплица» от 27.02.2019 года. Теплица представляет собой по форме арочную теплицу, она выполнена из светопрозрачного покрытия (рисунок 1). Купол соединен с винтовым регулирующим механизмом, выполненным с возможностью изменения высоты установки купола. Привод винтового регулирующего механизма выполнен ручным.

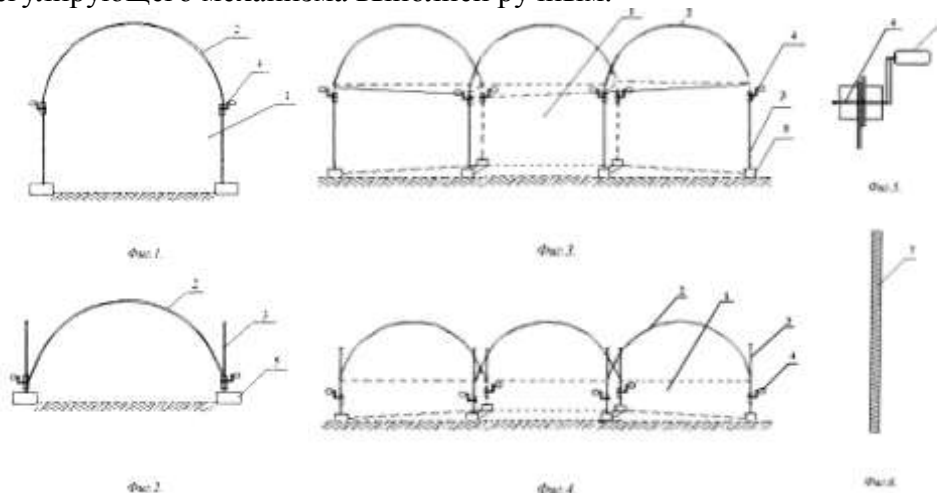


Рисунок 1 – Теплица с регулируемой высотой установки купола

На рисунке 1 (фиг. 1, 3) показана теплица с тыльной стороны, когда купала (или крыша) теплицы находятся в самой верхней части, в наиболее приподнятом состоянии. В этом случае температура воздуха внутри теплицы повышена. При понижении температуры воздуха купала (или крыша) теплицы опускаются в нижнюю её часть (рис. 2, 4).

Принцип работы заключается в следующем. На корпусе теплицы в стойках установлены регулирующие механизмы (винты) (рис. 5), при помощи которых производится подъём и опускание корпуса теплицы. В зависимости от температуры воздуха внутри теплицы с помощью регулирующих механизмов (поворотного рычага) вручную можно верхнюю часть теплицы (крыша, купала) опускать вниз или поднимать вверх. Таким образом, снижаются потери тепла, регулируется температура воздуха внутри теплицы и повышается энергоэффективность [3].

При такой конструкции положительного эффекта совсем немного: меньшие потери тепла за счёт изменения объёма и поверхности корпуса теплицы в течении суток; высокая эффективность распределения тепла; относительно низкая себестоимость и малая металлоёмкость [4].

Недостатков значительно больше: сложная и трудоёмкая конструкция по причине требования строгого выравнивания краёв теплицы для закрепления винтов и создания гибкого каркаса теплицы; ручная регулировка температуры, требующая присутствие человека; невозможность использования как круглогодичную теплицу на территории стран с холодными зимами и стран с относительно частыми ветрами.

К группе с полуавтоматической регулировкой температуры относится теплица по патенту на изобретение «Теплица» от 27.05.2003 года, которая состоит из профильного каркаса, выполненного в виде куба с торцевыми панелями на крыше, и с закреплённым на каркасе исполнительным механизмом автоматического проветривания. Проёмы каркаса выполнены в виде форточек. Привод узла автоматического проветривания снабжён системой рычагов, шарнирно скреплённых между собой, и створками форточек, а также жёстко закреплённых на элементе крепления между собой трубки с вакуумом, частично заполненной легкорасширяющейся жидкостью, и противовеса (рис. 2) [5].

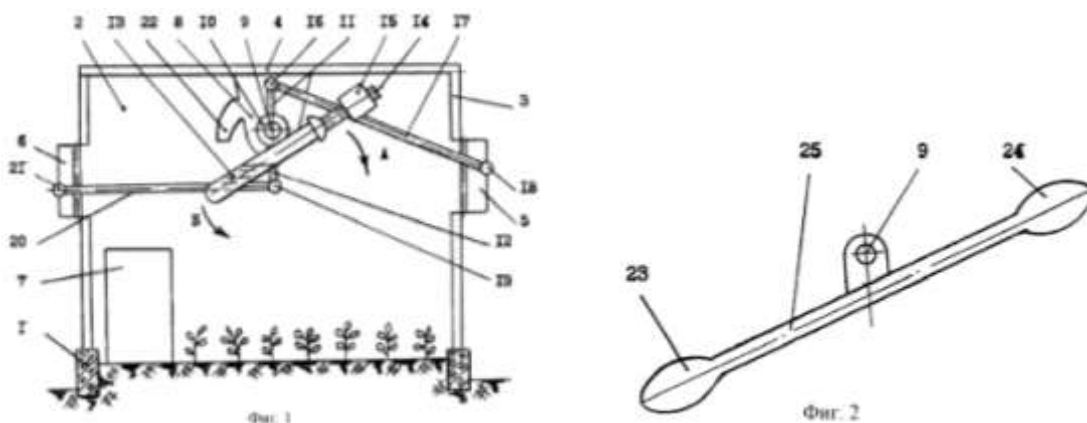


Рисунок 2 – Полуавтоматическая теплица с регулируемой вручную по градуснику температурой

Устройство: теплица состоит из фундамента 1, на который крепятся стенки 2, 3, крыша 4, выполненные из каркаса, проёмы в котором закрыты светопрозрачным материалом. В торцевых стенках 3 имеются форточки 5, 6 для проветривания теплицы.

Внутри теплицы закреплено автоматическое устройство проветривания, состоящее из оси 9 и втулки 10 с рычагами 11, 12, 17, 20 и с герметичной трубкой 13, в нижнюю часть которой залита легкорасширяющаяся жидкость (эфир), а в верхней – создан вакуум. К втулке 10 прикреплен стержень с надетым на него по резьбе противовесом 15.

Регулирование температуры происходит по следующему принципу. При нормальной температуре в теплице жидкость в трубке 13 занимает меньший объём, общий центр тяжести поворотной системы находится левее от точки подвеса 9 и система повернута по стрелке Б до положения, при котором форточки закрыты.

При повышении температуры жидкость (эфир) в трубке 13 расширяется, центр тяжести жидкости перемещается вправо. Система поворачивается по стрелке А, рычаги 11 и 12 толкают тяги 17 и 20 в направлении форточек, которые открываются для проветривания. При понижении температуры всё происходит в обратном порядке, форточки закрываются.

Температура, при которой необходимо открыть или закрыть форточки, регулируется по термометру вручную вращением противовеса 15 на резьбе стержня 14, т.е. изменением положения общего центра тяжести системы [5].

Преимущества: автоматическое проветривание с началом при определённо заданной температуре в теплице; постепенное всё большее открытие форточек при повышении температуры; полная автономность и энергоэффективность.

Недостатки: сложная конструкция и сложность её реального воплощения, т.к. все детали оригинального изготовления; трудоёмкая ручная первичная настройка температуры начала проветривания; конструкция предполагает довольно ограниченное открытие форточек, в жаркие летние периоды такого открытия может не хватить, что приведёт к гибели растений [2, 6].

Рассмотрим группу теплиц с точной автоматической настройкой температуры по температурным датчикам. Известно изобретение «Система для регулирования температуры воздуха в теплице» от 25.11.2003 года. Сущность его заключается в следующем. Система регулирования температуры воздуха в теплице содержит датчики положения фрамуг, температуры, анемометр, блок управления, фрамуги и их привод, который состоит из тяг, шарнирно закреплённых на фрамугах, подвижные рельсы, которые соединены с приводным элементом, а приводной элемент выполнен из материала с памятью формы, принудительный нагрев которого осуществляют от электронагревателя, который получает питание от блока управления в зависимости от информации о параметрах микроклимата в теплице и внешних погодных условиях. Чертежи системы представлены на рисунке 3, работает она следующим образом [7].

При сработке исполнительного механизма за счёт приводного элемента 3 (фиг. 1) перемещается рельс 4, который действует на наклонные тяги 2, открывающие или закрывающие фрамуги 1. Принцип работы приводного элемента (фиг. 2) заключается в следующем. На основе информации датчиков температуры блок управления генерирует сигнал на открытие фрамуг, подаётся питание на нагреватель 6 (например, нихромовая спираль) приводного элемента 7, изготовленного из материала с эффектом памяти формы (ЭПФ), и на электромагнит 3 фиксатора 2. При нагревании до температуры восстановления формы, приводной элемент 7 разжимаясь передаёт усилие на рейку 1. При достижении нужного угла открытия фрамуг, выключается питание нагревателя и электромагнита фиксатора. Фиксатор под действием пружины 4 входит в отверстие на рейке, чем блокирует её перемещение. При необходимости закрытия фрамуг, подаётся питание на электромагнит фиксатора, шток освобождает рейку, и она под действием веса фрамуг, сжимая приводной элемент 7, перемещается по направлению закрывания фрамуг. При достижении необходимого положения фрамуг, питание с электромагнита снимается, и рейка блокируется. Сигнал на открывание или закрывание фрамуг определяется блоком управления (фиг. 3) на основе информации датчиков температуры и положения фрамуг, а также анемометра (прибор для измерения скорости ветра) [7].

Преимущества: автоматическое проветривание с началом при определённо заданной температуре в теплице; сигнал на открывание или закрывание фрамуг определяется блоком управления и легко задаётся на экране блока кнопочным способом; температуру открытия или закрытия всегда можно поменять.

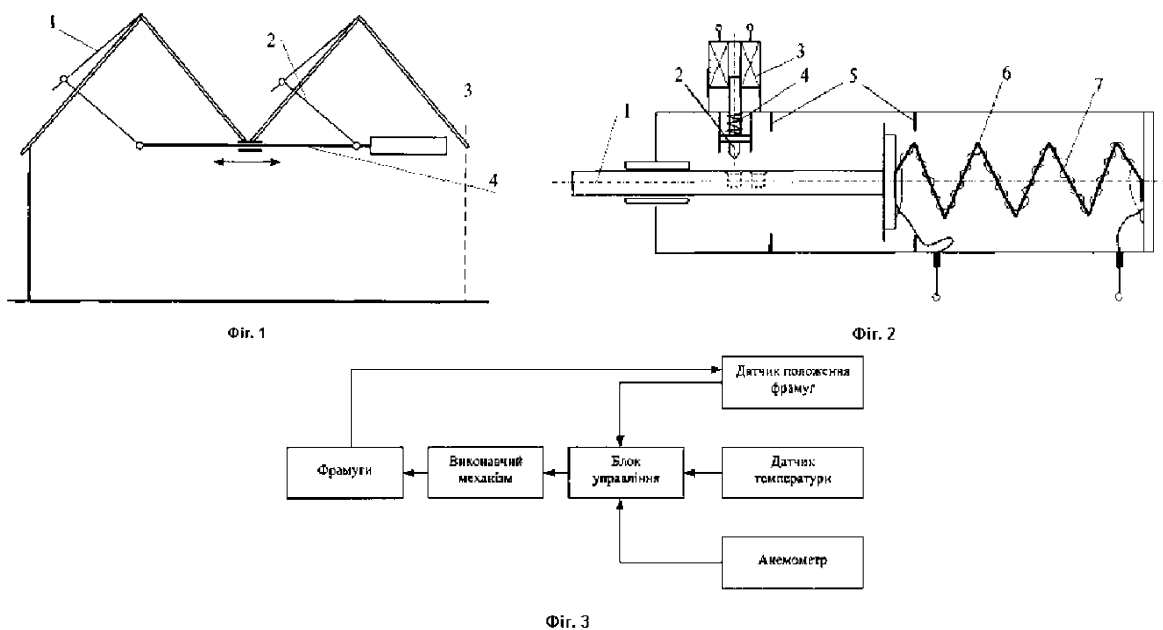


Рисунок 3 – Теплица с автоматической системой регулирования температуры воздуха

Недостатки: нет плавного регулирования температуры в теплице, т.к. фрамуги имеют только два положения (открыто и закрыто), определяемые фиксатором; сложность исполнения приводного механизма; крыша должна быть специальной оригинальной конструкции; ненадёжная система защиты от порывов ветра снаружи, т.к. она связана с понижением температуры внутри теплицы, которая очень инертна; зимой должна быть специальная защита от снеговой нагрузки [8].

Из рассмотренных выше патентов наибольший интерес у дачников, конечно, вызывает группа теплиц с автоматической регулировкой температуры, что предполагает возможность обслуживать теплицу, которая находится далеко от места проживания.

Все представленные конструкции теплиц могут быть использованы лишь в единичном изготовлении для личного подсобного хозяйства, т.к. имеют очень существенные недостатки:

- сложные системы привода механизмов проветривания и большая трудоёмкость их реального воплощения, т.к. все детали оригинального изготовления;
- конструкции предполагают довольно ограниченное открытие форточек, в жаркие летние периоды такого открытия может не хватить, что приведёт к гибели растений.

Подводя выводы к вышесказанному, следует отметить, что, при наличии большого количества патентов для теплиц с автоматической регулировкой температуры, в стране имеется потребность в разработке и проектировании дачной автоматизированной теплицы, универсальной в изготовлении и простой в эксплуатации [9, 10].

Литература

1. Внедрение системы точного земледелия / К. П. Андреев, Н. В. Аникин, Н. В. Бышов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 2(42). – С. 74-80.
2. Бачурин, А.Н. Анализ существующих конструкций систем автопроветривания теплиц для дачных участков / А.Н. Бачурин, В.М. Корнюшин, А.Ю. Виноградов // Инновации в сельскохозяйственном машиностроении, энергосберегающие технологии и повышение эффективности использования ресурсов: Материалы международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 8-13.

3. Патент № 1450 U. Республика Узбекистан Теплица / Матчанов Н.А., Ахадов Ж.З., Расакходжаев Б.С., Ахмаджонов У.З. угли – Оpubл. 31.01.2020.
4. Патент на полезную модель № 91381 U1 Российская Федерация, МПК F02M 31/02. Универсальный подогреватель биотоплива : № 2009131913/22 : заявл. 24.08.2009 : опубл. 10.02.2010 / Н. В. Бышов, В. М. Корнюшин, Е. В. Мещеряков ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
5. Патент № 2249344. Российская Федерация, Теплица : Оpubл. 10.04.2005; Бюл. № 10./ В.Л. Гой: заявитель и патентообладатель Гой В.Л.
6. Корнюшин, В. М. Стеклопластиковая и базальтопластиковая композитная арматура / В. М. Корнюшин, И. Е. Кущев, В. В. Коченов // Новые технологии в науке, образовании, производстве : Международный сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, Рязань, 20–23 декабря 2014 года / Ответственный редактор Горохова Марина Николаевна. – Рязань: НП "Голос губернии", 2014. – С. 440-447.
7. Патент UA № 68 239 A. Система для регулирования температуры воздуха в теплице / Козырский В.В., Волошин С.М., Марчинский В.А. – Оpubл. 15.07.2004.
8. Патент на полезную модель № 183361 U1 Российская Федерация, МПК E04H 5/08. Хранилище сельскохозяйственной продукции : № 2018112101 : заявл. 03.04.2018 : опубл. 19.09.2018 / С. Н. Борычев, И. А. Успенский, Д. В. Колошеин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).
9. Кузнецов, И. В. Технологии энергосбережения на предприятиях и в жилых помещениях АПК / И. В. Кузнецов, В. М. Корнюшин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 1(10). – С. 165-170.
10. Виноградов, А. Ю. Инновационная теплица для дачных участков / А. Ю. Виноградов, А. Н. Бачурин, В. М. Корнюшин // Инновационные решения для АПК, Рязань, 16 февраля 2023 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ Совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 70-76.
11. Яровой, М. Н. Современные системы для создания микроклимата на животноводческих фермах / М. Н. Яровой, А. Д. Лабунский, Н. Е. Лузгин // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно- практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 119-123.
12. Гобелев, С. Н. Использование различных видов излучающих установок в теплицах в условиях Рязанской области / С. Н. Гобелев, П. А. Леденева // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 107-112.

К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ НА УНИВЕРСАЛЬНЫХ ДОИЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ ТИПА «УДС»

В.И. Борозенцев¹

¹ФГБОУ ВО Белгородский государственный аграрный университет, г. Белгород, РФ

Аннотация. В статье обоснована необходимость разработки устройства для доения коров применительно к универсальным доильным станциям типа «УДС», применяемых в условиях пастбищного содержания животных, обеспечивающих автоматизацию заключительных операций машинного доения. Предложена новая конструкция устройства для доения, обеспечивающая управление процессом доения в соответствии с заданным алгоритмом, а именно: выполнение машинного додаивания - по каждой доле вымени индивидуально; отключение и снятие доильного аппарата с вымени животного.

Ключевые слова: корова, устройство для доения, вакуум, доильный стакан, механизм додаивания, пневмоцилиндр, молоко, коллектор.

Summary. The article substantiates the need to develop a device for milking cows in relation to universal milking stations of the “UDS” type, used in conditions of pasture keeping of animals, ensuring automation of the final operations of machine milking. A new design of a milking device has been proposed, which provides control of the milking process in accordance with a given algorithm, namely: performing machine milking - for each udder lobe individually; disconnecting and removing the milking machine from the animal's udder.

Key words: cow, milking device, vacuum, milking cup, milking mechanism, pneumatic cylinder, milk, collector.

В молочном скотоводстве машинное доение коров является сложной, трудоемкой и ответственной технологической операцией, по сравнению с другими технологическими процессами в отрасли животноводства.

Доильный аппарат, а именно доильные стаканы в процессе машинного доения непосредственно воздействуют с организмом животного, продолжительностью в среднем 5 – 7 минут, два или три раза в сутки. И это непродолжительное взаимодействие механизма с выменем животного влияет на длительность лактационного периода, заболеваемость вымени маститом, молочную продуктивность и др.

Поэтому одним из резервов увеличения молочной продуктивности коров и снижение заболеваний вымени коров маститом – разработка доильного оборудования, которое наиболее полно отвечало физиологии животных. Одной из основных причин заболевания вымени коров маститом является передержка доильных стаканов на вымени животных, из-за несвоевременности их снятия с долей вымени. Также не исключена их передержка из-за стремления оператора полностью извлечь молоко из долей вымени, не учитывая то, что разность времени доения отдельных долей вымени зачастую превышают зоотехнические требования.

Частично эта проблема решена доением коров на автоматизированных доильных установках типа «елочка», «карусель» и др., которые комплектуются автоматами доения, обеспечивающие автоматизацию заключительных операций машинного доения - отключение и снятия доильных стаканов с вымени животных и целесообразность их использования доказана многолетним опытом их применения [1].

Так же по данным Лачуги Ю.Ф., полученных на основе многочисленных исследований, установлено, что длительность хозяйственного использования животных и повышение их молочной продуктивности может быть достигнута автоматизацией

управления процессом доения, которая обеспечивает: поддержание стабильного вакуумного режима; щадящее доение; машинное додаивание и завершение процесса доения [2].

В своих публикациях, на основании проведенных исследований, Винников И.К. указывает на то, что нет существенного преимущества при доении коров на автоматизированных доильных установках, при беспривязной технологии их содержания, перед доением на линейных доильных установках типа «молокопровод», при привязной технологии содержания. Однако автор утверждает о необходимости применения автоматизированного управления процессом доения на всех типах доильных установок и, несомненно, перспективным направлением является роботизация процесса машинного доения [3, 4].

На сегодняшний день, как отмечает в своих трудах Морозов Н.М, значительная часть животных находится на привязной технологии содержания с доением на линейных доильных установках типа «молокопровод» переносными доильными аппаратами. Поэтому при сложившихся условиях наиболее перспективным направлением является автоматизация и роботизация процесса машинного доения, что значительно позволит снизить затраты ручного труда, заболеваемость вымени маститом и тем самым исключить субъективность в оценки выдоенности животного оператором машинного доения, то есть своевременности проведения машинного додаивания и снятия доильного аппарата с сосков вымени [5].

Для создания доильного оборудования, которое наиболее полно отвечало физиологии животных, ученые проводятся многочисленные исследования по изучению морфофункциональных свойств как в целом по вымени, так и каждой ее доли в отдельности. [6, 7].

Некоторые разногласия наблюдаются в вопросе, о необходимости введении в алгоритм управления процесса доения - машинное додаивание. Так некоторые исследователи в своих трудах утверждают, что при выполнении машинного додаивания нагрузка на соски вымени непредсказуема, вследствие различной формы вымени, и при их оттягивании у животных вызывают болевые ощущения, тормозящие рефлекс молокоотдачи [8].

Однако ряд исследователей утверждают, что при завершении доения внутривыменное давление снижается, что способствует наполнению доильного стакана на сосок, который смыкает ткани основания соска, цистерна вымени и цистерна соска не сообщается и происходит преждевременное окончание доение. Поэтому своевременное выполнение машинного додаивания обеспечит полноту выдаивания животных, так как исключает преждевременное снятие доильных стаканов с сосков вымени автоматами доения. Кроме этого указывают на необходимость не только включение в алгоритм управления - машинное додаивание, но и его выполнение по каждой доле вымени в отдельности [9, 10, 11, 12, 13].

Многие сельскохозяйственные предприятия практикуют перевод с привязного содержания животных на беспривязное – пастбищное содержание в весенне-летний период, в летних лагерях, с доением на универсальных доильных станциях типа «УДС».

Поэтому для доения животных на универсальной доильной станции в летних лагерях, предлагается применить, разработанное устройство для доения, обеспечивающее в зависимости от интенсивности молокоотдачи животных по вымени в целом выполнять: машинное додаивание - каждой доли вымени индивидуально и в сторону естественного направления соска, с требуемым усилием равным 7 Н; отключение от вакуума подсосковые камеры доильных стаканов, снятие их с долей вымени и вывод за пределы доильного станка. [14].

Так как каждый доильный стакан содержит в предложенной конструкции механизм додаивания, то для обоснования его конструктивных параметров нами была создана экспериментальная установка, обеспечивающая путем тензометрирования и регистрации на ноутбуке величину перемещения доильного стакана, при его оттягивании с усилием от 0 до 10 Н, относительно вымени животного. Исследованиями было установлено, что при усиллии оттягивания доли вымени 10 Н, максимальная разность перемещения доильного стакана

между долями вымени исследуемых коров изменялась от 2 до 32 мм, а максимальная величина перемещения доильного стакана у отдельных особей – до 40 мм [10].

Из приведенных результатов следует, что выполнение машинного додаивание необходимо выполнять каждой доли вымени индивидуально.

Устройство для доения состоит из пневмоцилиндра 15, который посредством механизма регулировки 16 прикреплен к стойке 18 (Рисунок 1). Поршень 14 прикреплен к штоку 11, выполненного из трубы квадратного сечения. К свободному концу штока прикреплен держатель 5 к которому прикреплены: улавливатели 3 доильных стаканов 1 и распределитель 9; снизу механизмы додаивания 6 каждого доильного стакана 1. Механизм додаивания 6 выполнен в виде пневмоцилиндра, поршень которого штоком соединен гибкой тягой 3 с кольцом 2 своего доильного стакана 1.

Управление процессом доения осуществляет датчик потока молока 34 жестко прикрепленный к разьему 31, который соединен с молокопроводом 30 и молочным шлангом 13 с коллектором 10 и далее с доильными стаканами 1. Золотниковый распределитель 35 датчика потока молока 34 соединен: вакуумшлангом 32 с распределителем 9 и далее вакуумшлангами 8 с механизмами додаивания 6; вакуумшлангом 33 с вакуумпроводом 29; вакуумшлангом 36 с пневмозажимом 27. Клапан 26 соединен вакуумшлангами 17 и 24 соответственно с пневмоцилиндром 15 и поворотной камерой 21. Мембрана 23 поворотной камеры 21 соединена шарнирно тягой 22 с валом 20 с возможностью проворота со стойкой 18 относительно опоры 19. Пнемозажим 27, поворотная камера 21 и опора 19 жестко прикреплены к стойке 37 доильного станка.

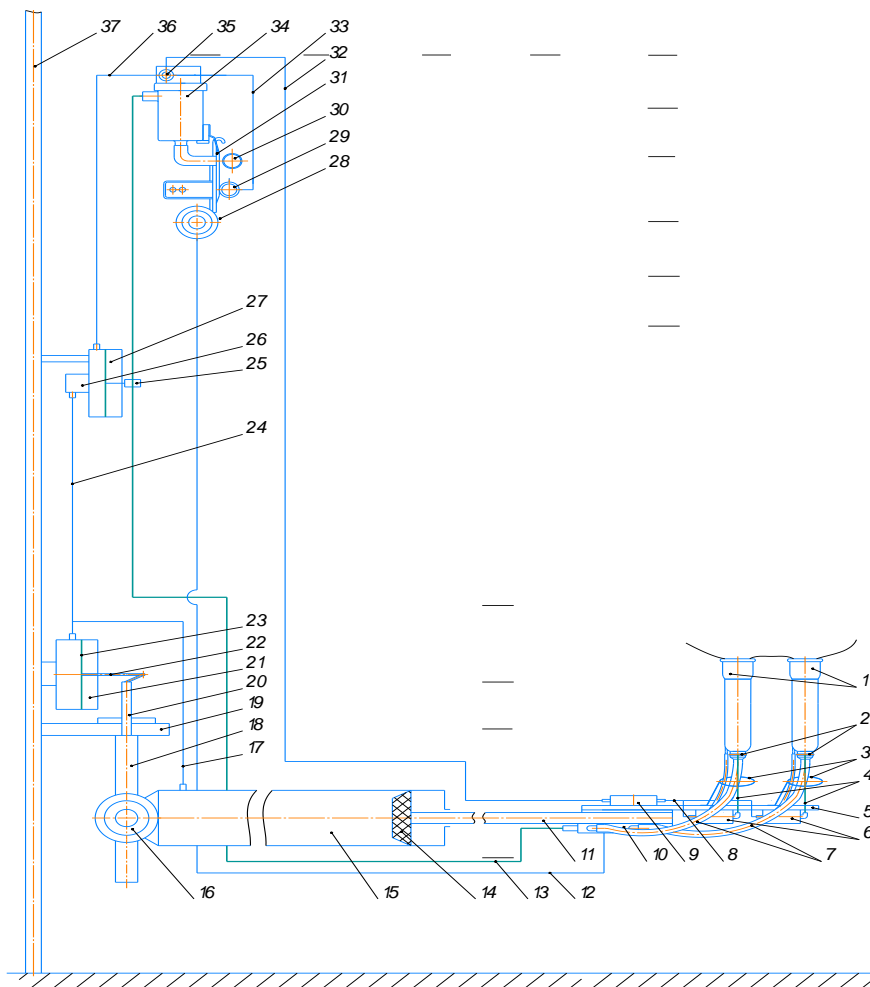
Принцип работы устройства для доения заключается в следующем. После выполнения предварительных работ по подготовке животного к доению, оператор устанавливает датчик потока молока 34 в стартовое положение и надевает доильные стаканы 1 на соски вымени и начинается процесс доения.

При окончании доения интенсивность молокоотдачи снижается и при достижении 600 мл/мин., вакуум от золотника распределителя 35 по вакуумшлангу 32 поступает в распределитель 9 и далее по вакуумшлангам 8 в пневмоцилиндры механизмов додаивания 6. При поступлении вакуума в пневмоцилиндр, поршень перемещается и увлекает за собой гибкую тягу 4, которая через кольцо 2 перемещает доильный стакан 1, который оттягивает свой сосок вымени с усилием равным 7 Н. Тем самым выполняется додаивание каждой доли вымени индивидуально. Если при этом интенсивность молокоотдачи возрастает, происходит отключение механизмов додаивания 6 от вакуума. При дальнейшем снижении интенсивности молокоотдачи до 600 мл/мин., вновь включается режим машинного додаивания.

При уменьшении потока молока до 200 мл/мин., от золотника распределителя 35 вакуум по вакуумшлангу 36 поступает в пневмозажим 27, который пережимает молочный шланг 13 и поступление вакуума в подсосковые камеры доильных стаканов 1 прекращается. При этом шток пневмозажима 27 воздействует на клапан 26, который срабатывает и вакуум из рабочей камеры через клапан 27 и по вакуумшлангу 24 поступает в поворотную камеру 21 и вакуумшлангу 17 в пневмоцилиндр 15.

Включения клапана 26 в управление работой устройства связано с необходимостью задержки поступления вакуума в пневмоцилиндр и поворотную камеру, и тем самым достигается в подсосковых камерах доильных стаканов давление до атмосферного, в момент их снятия, максимально, исключая болевые ощущения.

При поступлении вакуума в пневмоцилиндр 15, поршень 14 с держателем 5 перемещается и снимает доильные стаканы 1 с сосков вымени, которые фиксируются улавливателями 3. При поступлении вакуума в поворотную камеру 21, мембрана 23 прогибается и тягой 22 проворачивает вал 20 со стойкой 18, а, следовательно, и пневмоцилиндр 15 с держателем 5 и доильными стаканами 1. При этом пневмоцилиндр 15 с доильными стаканами 1 занимает стартовое положение, вне доильного станка, для свободного выхода животного из доильного станка.



1-доильный стакан; 2-кольцо; 3-улавливатель; 4-тяга; 5-держатель; 6-механизм додаивания; 7-молочный патрубок; 8, 12, 17, 24, 32, 33, 36-вакуумный шланг; 9-распределитель; 10 коллектор; 11-штук; 13-шланг молочный; 14-поршень; 15-пневмоцилиндр; 16-механизм регулировки; 18, 37-стойка; 19-опора; 20 вал; 21- камера поворотная; 22-тяга; 23-мембрана; 26-клапан; 27-пневмозажим; 28-пульсатор; 29-вакуумпровод; 30-молокопровод; 31-разъем; 34-датчик потока молока; 35- золотниковый распределитель

Рисунок 1 – Устройство для доения коров

Применение разработанных устройств для доения коров позволит снизить заболеваемость вымени маститом, увеличить молочную продуктивность, вследствие реализации генетического потенциала животных, а также снизить затраты ручного труда.

Литература

1. Кирсанов, В.В. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок/ В.В. Кирсанов // Достижения науки и техники АПК. - 2010. – № 1. - С. 64–65.
2. Лачуга, Ю.Ф. Направления научных исследований по совершенствованию автоматизированных систем управления технологическими процессами в животноводстве / Ю.Ф. Лачуга // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2013. - № 2 (10). - С. 4 - 9.
3. Винников, И.К. Автоматизация и роботизация доения коров в параллельно проходных станках / И.К. Винников // Техника в сельском хозяйстве. - 2009. - №4. - С. 12-15.

4. Винников, И. К. Совершенствование технологии доения коров в стойлах / И. К. Винников, О. Н. Бахчевников, Ю. В. Пахомов // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 5. – С. 21-25.
5. Морозов, Н.М. Экономическая эффективность и цифровизация животноводства / Н.М. Морозов // Техника и оборудование для села. - 2019. - № 4. - С. 2–7.
6. Анисимова, Е. И. Оценка морфофункциональных свойств вымени коров симментальской породы разных внутривидовых типов / Е. И. Анисимова, П. С. Катмаков // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1(41). – С. 64-68.
7. Забродина, О.Б. Адаптивное управление процессом доения / О.Б. Забродина, О.И. Мартыненко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -2010. - №7. - С. 28 – 29.
8. Бойнович, М.К. Элементы автоматизации доения коров / М.К. Бойнович, Н.С. Линьков // Молочное и мясное скотоводство. - 2011. - № 1. - С. 19 – 21.
9. Лукманов, Р.Р. К вопросу автоматизации процесса машинного доения коров / Р.Р. Лукманов, Б.Г. Зиганшин, И.Н. Гаязиев // Вестник Казанского ГАУ. - 2012. - № 3 (25). - С. 87-90.
10. Борозенцев, В.И. К разработке алгоритма управления манипулятора доения коров / В.И. Борозенцев // Теоретический и научно-практический журнал «Инновации в АПК: проблемы и перспективы».- 2021. - №4 (32). - С. 73-80.
11. Юлдашев, Ф.Ф. Эффективность доения и автоматического машинного додаивания коров на различных установках / Ф.Ф. Юлдашев // Доклады РАСХН. -1995. - №3. - С. 45 - 47.
12. Авторское свидетельство № 1777550 СССР, МПК А01J 7/00. Доильная установка : заявл. 22.05.1990 : опубл. 23.11.1992 / В. Ф. Ужик, В. И. Борозенцев ; заявитель Белгородский сельскохозяйственный институт.
13. Авторское свидетельство № 1699385 А1 СССР, МПК А01J 7/00. Манипулятор доильной установки : № 4768190 : заявл. 11.12.1989 : опубл. 23.12.1991 / В. Ф. Ужик, В. И. Борозенцев, А. В. Бурменко ; заявитель Белгородский сельскохозяйственный институт.
14. Патент № 2735955 С1 Российская Федерация, МПК А01J 5/00, G01B 5/22. Устройство для определения перемещения доильного стакана относительно вымени коровы при вертикальной нагрузке : № 2020111862 : заявл. 23.03.2020 : опубл. 11.11.2020 / В. Ф. Ужик, В. И. Борозенцев, О. В. Китаева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина".
15. Экспериментальные исследования доильного аппарата с изменяющимся центром масс в производственных условиях / В. М. Ульянов, В. А. Хрипин, М. Н. Мяснянкина, Ю. Н. Карпов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 45-50.
16. Кулибеков, К.К. Влияние треугольной сосковой резины на продуктивность и качество молока коров в условиях крупного роботизированного комплекса / К.К. Кулибеков, В.А. Позолотина, Е.Н. Правдина // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : материалы 70-й Международной научно-практической конференции. Рязань, 23 мая 2019 года. - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2019. – С. 100-105.
17. The use of modern robotic systems in the agro-industrial complex / I. G. Shashkova, L. V. Romanova, M. V. Kupriyanova, L. V. Cherkashina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Yekaterinburg, 15–16 октября 2021 года. – Yekaterinburg, 2022. – P. 012024.

НАКОПИТЕЛЬ-ПИТАТЕЛЬ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ ДЛЯ ПОТОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ КОРМОПРИГОТОВЛЕНИЯ

А.В. Брусенков¹, А.И. Завражнов², Н.В. Билан¹

¹ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, РФ

²ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», г. Мичуринск, РФ

Аннотация. В статье изложены проблемы использования несовершенных конструкций машин для приготовления корнеклубнеплодов. Предложена собственная конструкция прицепного накопителя-питателя корнеклубнеплодов, позволяющая осуществлять более качественную их очистку от посторонних примесей, а также предусматривающая возвращение плодородного слоя почвы обратно на поля.

Ключевые слова: животноводство, кормоприготовление, накопитель-питатель.

Summary. The article describes the problems of using imperfect designs of machines for the preparation of root crops. A proprietary design of a trailed storage feeder for root crops is proposed, which allows for better cleaning of foreign impurities, as well as providing for the return of the fertile soil layer back to the fields.

Key words: animal husbandry, feed preparation, storage feeder.

Основой в решении продовольственной безопасности страны является животноводческая отрасль, оказывающая существенное влияние на политическое, социальное и экономическое развитие сельских территорий и обеспечение населения полноценными продуктами питания. Животноводческим предприятиям с различными технологиями содержания и кормления животных необходимы технологические решения, обеспечивающие максимальную питательность и поедаемость кормов, а также минимальные потери питательных веществ. В большей степени это зависит от сроков и длительности уборки кормов, а также от их технологии приготовления и хранения.

Современная форма организации производства продукции животноводства требует нового подхода к решению организационных, технологических, технических, строительных и экономических проблем. Особо важное значение приобретает задача снижения себестоимости животноводческой продукции и повышение рентабельности этой отрасли.

Для постоянного повышения рентабельности продукции и снижения ее себестоимости необходимо располагать прочной кормовой базой, круглогодично обеспечивающей обильное и разнообразное кормление животных, что возможно за счет рациональных методов формирования агрегатов и поточных линий заготовки, раздачи и использования кормов.

Использование машин на погрузке, транспортировке и перегрузки кормов должно осуществляться так, чтобы агрегаты и поточные линии выполняли работы с минимальными затратами времени и труда, расходом электроэнергии и топлива. Следовательно, комплектование агрегатов, поточных технологических линий (ПТЛ) и их функционирование должно быть поставлено исходя из технико-экономической оценки их работы [1].

Одними из первостепенных вопросов механизации процессов погрузки, транспортировке и перегрузки кормов в животноводстве отводится различным средствам механизации: тележкам, спускам, питателям, транспортерам и так далее. При решении данных задач немаловажное значение имеют трудности, связанные с приемом и накоплением кормов, и в частности корнеклубнеплодов. Из-за своей повышенной загрязненности, попаданием в них камней, палок и так далее, корнеклубнеплоды требуют более тщательной очистки и мойки [2,3,4]. Согласно зоотехническим требованиям остаточная загрязненность корнеклубнеплодов должна быть не более 3% по массе, однако данный показатель из-за физико-механических свойств почвы и сроков уборки может достигать до 30% и более, что

приводит к забиванию и поломкам рабочих органов кормоприготовительных машин. Поэтому нежелательно перевозить для переработки корнеклубнеплоды совместно с примесями, а остатки почвы должны оставаться на полях. Этого можно достичь совмещением двух или более технологических операций при параллельных процессах, например, погрузка и транспортировка с одновременной доочисткой. Такая технология сможет исключить необходимость использования в ПТЛ специальных моечных машин.

Корнеклубнеплоды в автотранспортные средства перегружаются из мест складирования свекольными или грейферными погрузчиками, а во избежание перебоев в работе ПТЛ загружаются в бункера-питатели или бункера-накопители самосвальным транспортом. Этот текущий резерв корнеклубнеплодов в ПТЛ кормоприготовления осуществляется в бункерах-питателях типа ПБ-2М, ПБ-15, ТК-5, ТК-5Б, ТЗК-30М и ПЗМ-1,5. Недостатком машин ПБ-2М и ПБ-15 является то, что в накопительной их части, углубленной на 3 метра в землю, в процессе работы посменно скапливается чрезмерное количество почвы, намерзающей в зимнее время на рабочие органы, что осложняет и утяжеляет их процесс очистки, а также провоцирует повышение нагрузочных режимов на электродвигатели, цепи и тому подобное. Существенным недостатком шнеков-питателей ТК-5 и ТК-5Б является также необходимость их углубления, что приводит к дополнительным затратам на проведение проектно-технологических работ и доставляет затруднения при поддержании работоспособности данных машин при их эксплуатации. В сравнении с питателями ПБ-2М и ПБ-15, питатель-дозатор корнеплодов ПДК-Ф-15-1 создает условия для обеспечения плавной и равномерной поступления продукта, для его размещения не требуется больших финансовых инвестиций, но он также не лишен недостатков, а именно попадания почвенных примесей в кормоприготовительные машины ПТЛ. Кроме того, современные технологии подготовки корнеклубнеплодов к скармливанию животным не предусматривают возвращение отделенной почвы на поля, что служит одним из оснований для зарождения экологической катастрофы.

На рамной прицепной двухосной конструкции питателя-дозатора расположен цельнометаллический бункер прямоугольной формы, нижняя часть которого (дно кузова) имеет коническую форму [5]. В нижней конической части днища размещен продольный горизонтальный транспортер с цепями и скребками. Позади цельнометаллического бункера к его нижней части рамы шарнирно прикреплен наклонный транспортер с цепочно-скребковым тяговым рабочим органом, расположенным в коробчатом прямоугольном полуоткрытом кожухе. Тяговый орган цепного транспортера представляет собой состоящую из двух ветвей цепь, которая приводится в действие с помощью ведущей звездочки. Ветви цепи опираются посредством имеющихся на ней роликов на направляющие, укрепленные с определенными интервалами на несущей раме транспортера. Угол возвышения наклонного транспортера с цепочно-скребковым тяговым рабочим органом, реализуется при поддержке двух гидравлических цилиндров, расположенных по обе стороны прямоугольного кожуха. В нижней части коробчатого кожуха предусмотрено выгрузное окно для удаления остатков почвенных примесей. Привод транспортёров питателя-дозатора независим друг от друга и осуществляется от вала отбора мощности (ВОМ) трактора через цепные передачи. Такая конструкция позволяет производить более качественную очистку корнеклубнеплодов перед их подачей в моечную машину, а также предусматривает возвращение ценного почвенного слоя обратно на поля.

Литература

1. Рекомендации по эффективному использованию машин в поточных линиях раздачи кормов крупному рогатому скоту // Техника в сельском хозяйстве, 1986. – №6. – С. 21-24.
2. Зайцев, С.П. Экономическая и энергетическая эффективность технологии приготовления кормов / С.П. Зайцев, Н.П. Зайцева // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2007. – №11. – С. 16-17.

3. Брусенков, А.В. Анализ технологической линии доставки и приготовления корнеклубнеплодов / А.В. Брусенков, В.П. Капустин // Наука в центральной России: науч.-производ. периодич. журнал. – Тамбов: Изд-во ФГБНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. – 2019. – №4(40). – С.49-55.

4. Брусенков, А.В. Обзор и анализ технических средств для мойки корнеклубнеплодов на животноводческих фермах / А.В. Брусенков, В.О. Мякотин // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 2-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 28-29 мая 2020 года (ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»). – Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В. – 2020. – С.226-231.

5. Патент № 2767618 С1 Российская Федерация, МПК А01К 5/02, А23N 17/00. Накопитель-питатель корнеклубнеплодов : № 2021119983 : заявл. 07.07.2021 : опубл. 18.03.2022 / А. В. Брусенков, Н. П. Пучков ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет»

6. Захаркин, В. В. Анализ кормовой ценности корнеплодов и их значение в рационах животных / В. В. Захаркин, Д. М. Савушкин, Н. Е. Лузгин // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 100-104.

7. Резервы повышения доходности в картофелеводстве за счет применения селективного гербицида СОЙЛ ФЛЮИД, КС / Е.В. Меньшова, А.В. Кривова, М.В. Поляков [др.] // В сборнике: Инновации в сельском хозяйстве и экологии. Материалы II Международной научно-практической конференции. Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. - 2023. - С. 219-223.

УДК 631.372

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТРАКТОРА К-735 С ПОСЕВНЫМ КОМПЛЕКСОМ КУЗБАСС ПК 6.1

И.А. Гайнуллин¹, А.Ф. Ахметов¹

¹ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Уфа, РФ

Аннотация. В статье представлены результаты энергетической оценки колесного трактора К-735 с посевным комплексом Кузбасс ПК 6.1.

Ключевые слова: трактор, посевные комплексы, посев, тяговое усилие, скорость.

Summary. The article presents the results of traction and energy tests of the K-735 wheeled tractor with the Kuzbass PK 6.1 sowing complex.

Keywords: tractor, sowing complexes, sowing, traction force, speed.

Современное растениеводство ведется на основе внедрения ресурсосберегающих технологий земледелия, основанных на минимальных и нулевых обработках почвы, использовании широкозахватных скоростных комбинированных посевных комплексов [1 с. 1, 2 с. 1, 3, с. 1] и направлены на сохранение и повышение плодородия почвы [4 с. 1, 5 с. 1]. Комбинированные агрегаты за один технологический проход выполняют комплекс агротехнических операций и совмещение операций предпосевной обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур.

Современные посевные комплексы работают в широком диапазоне изменения тягового сопротивления это связано с параметрами и режимами работы посевных комплексов, с шириной захвата и с изменением веса технологических емкостей, вследствие расхода семян, удобрений и топлива в баке трактора. Исследования по агрегатированию посевных комплексов с частичным переносом веса технологических емкостей на трактор и их влияние на тягово-энергетические показатели машинно-тракторного агрегата являются актуальными.

Целью исследований является определение тягово-энергетических показателей машинно-тракторного агрегата на базе колесного трактора К-735 с посевным комплексом Кузбасс ПК 6.1 при посеве пшеницы.

Программой экспериментальных исследований предусматривались в соответствии с планом многофакторного эксперимента определение тягово-энергетических показателей машинно-тракторного агрегата на базе колесного трактора К-735 с посевным комплексом Кузбасс ПК 6.1 при посеве пшеницы (рис. 1).

Для исследований было выделено три уровня фактора, уровни и интервалы варьирования, кодированные обозначения которых приведены в таблице 1. В качестве плана эксперимента выбран план для трех факторов Бокса-Бенкина

Таблица 1 - Уровни и интервалы варьирования факторов

Наименование факторов	Обозначения		Уровни варьирования			Интервал
	именн.	кодир.	-1	0	+1	
Масса (семян и удобрений)	<i>m</i> , кг	X ₁	0	3100	6200	3100
Скорость агрегата	<i>v</i> , м/с	X ₂	2,22 (8)	2,77(10)	3,32 (12)	0,55
Глубина посева семян,	(км/ч)	X ₃	0,05	0,07	0,09	0,02
	<i>a</i> , м					

После проведения всех опытов и обработки данных, определяются коэффициенты регрессии второго порядка:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i x_i + \sum_{ij=1}^3 b_{ij} x_i y_j + \sum b_{ij} x_i^2, \quad (1)$$

где *Y* – переменная, характеризующая объект исследования; *x_i* – *i*-й фактор; *b₀*, *b_i*, *b_{ij}*, *b_{ii}* – коэффициенты регрессии; *j* – номер фактора, отличный от *i*.

Условия испытаний на вспаханном поле представлены в таблицах 2.

Таблица 2 - Характеристика условий испытаний

№ п/п	Наименование	Значение показателя
1	Фон	Поле, после дискования
2	Тип почвы (по мех. составу)	чернозем
3	Структура	мелкокомковатая зернистая
4	Рельеф	ровный
5	Микрорельеф	средневыраженный
6	Влажность почвы, % слоях, см 0-10 / 10-20	18,0 / 20,0
7	Плотность почвы по слоям, г/см ³ 0-10 см / 10-20 см	0,92 / 1,01

Исследования проводились на полях Уфимского научного центра Башкирского ГАУ. Основные показатели определялись тензометрическим методом. При тягово-энергетических испытаниях измерительная аппаратура ZET LAB и дополнительное оборудование

монтировалось в кабине трактора. Измерительно-регистрающая аппаратура состоит из трех модулей – модуля измерений силовых показателей, модуля измерений скоростных показателей и модуля регистрации, управления и передачи информации. Тензодатчики преобразуют механическую силу в пропорциональный электрический сигнал, в измерительных модулях осуществляется преобразование электрического сигнала в значения измеряемой величины и передача результатов в цифровом виде.

Датчики и приборы, установленные на тракторе, позволяли регистрировать следующие показатели: тяговое усилие на крюке трактора, $P_{кр}$; частоту вращения двигателя, $n_{об}$; частоту вращения правой и левой колес трактора, n_k ; частоту вращения путеизмерительного колеса, $n_{пк}$, время, опыта, t .

Подготовка трактора к испытанию заключалась в проверке работоспособности всех узлов и систем. Необходимые регулировки, настройки, опробование трактора и экспериментального оборудования и приборов проводилась тех же участках, на которых определялись показатели трактора и отбор образцов почв.

Испытания проходили при атмосферном давлении 102,5 кПа, влажность воздуха 85%, при температуре окружающего воздуха от +4 до +6 °С и при скорости ветра 4 м/с.

Анализируя полученные данные, можно отметить, тяговое усилие в посевах изменяется с 19,0 кН до 36,4 кН и зависит от скорости агрегата, глубины посева и веса бункеров. Трактор работал на втором режиме и 1,2,3 передачах и соответственно действительная скорость изменялась в пределах 8 (2,22 м/с) км/ч, 10 (2,77 м/с) км/ч и 12 (3,32 м/с) км/ч. Выходная крюковая мощность изменяется от 41,18 до 123,1 кВт в зависимости от скорости движения агрегата, глубины посева и веса бункеров семян и удобрений (рис. 2,3). Коэффициент буксования находится в пределах 4,0...9,0%. Дизель работал ближе к зоне номинальных значений данного трактора 1900 мин⁻¹.



Рисунок 1 – Определение тягово-энергетических показателей колесного трактора К 735 с посевным комплексом ПК 6.1 на посевах

Сила сопротивления качению трактора К-735 определялась путем его буксирования через тензозвено с трактором Т-150К. Установлено, что коэффициент сопротивления качению трактора К-735 составил 0,088 на стерне и на паровом поле - 0,096. Снижение веса трактора с бункером посевного комплекса от 237,40 кН до 175,4 кН в процессе разгрузки семян и удобрений из бункеров посевного агрегата во время посева влияет на силы сопротивления качению агрегата. Силы сопротивления качению агрегата на паровом поле изменяются от 12,53 кН до 16,20 кН, а на стерне гречихи от 6,28 кН до 15,04 кН.

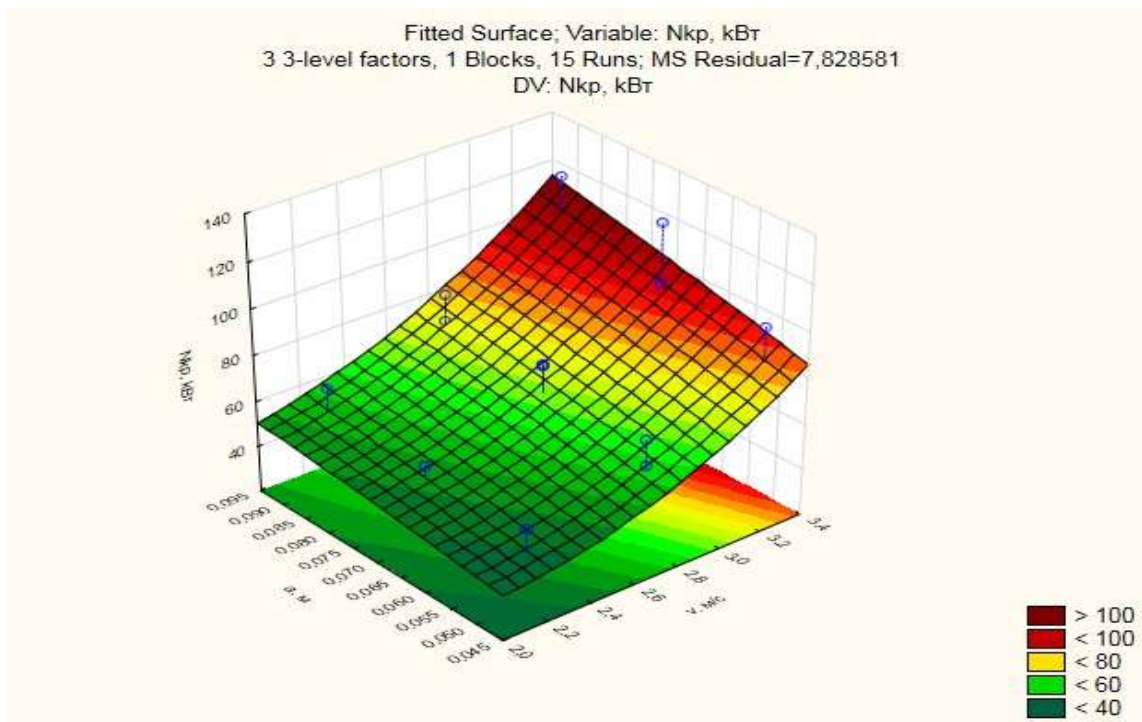


Рисунок 2 - Изменение тяговой мощности при полном весе бункеров
 ($G_c = 3700$ кг, $G_y = 2500$ кг)

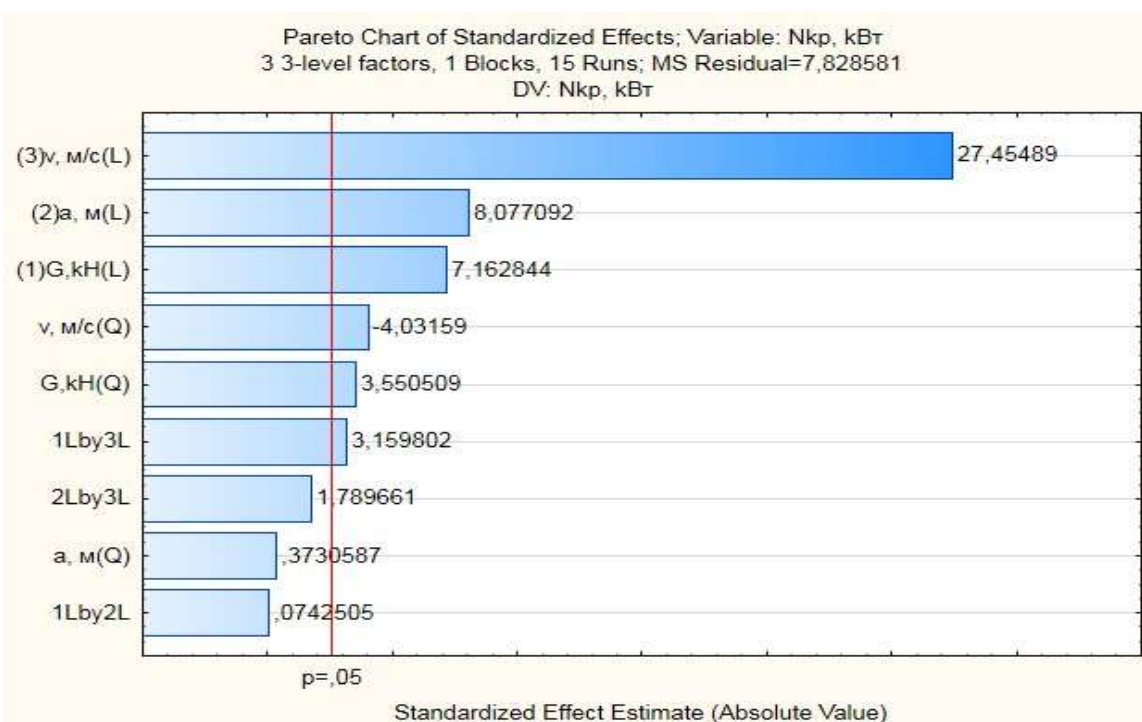


Рисунок 3 – Уровни значимости факторов при изменении тяговой мощности
 (полный вес бункеров: $G_c = 3700$ кг, $G_y = 2500$ кг)

Таким образом, на основе проведенных исследований следует, тягово-энергетических показатели колесного трактора К 735 с посевным комплексом ПК 6.1 на посеве пшеницы зависит от скорости движения, глубины посева и степени разгрузки бункеров посевного агрегата во время посева. Для повышения тягово-энергетических показателей и снижения сопротивления качению агрегата необходимо обеспечить рационального перераспределения веса бункера с семенами и удобрениями между колесами бункера и трактора в процессе выполнения технологической операции.

Литература

1. Гайнуллин И.А. Эффективность работы посевных комбинированных агрегатов / И.А. Гайнуллин, Р.Р. Хисаметдинов Р.Р., А.В. Ефимов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2010. - № 3. - С. 10-12.
2. Почвообрабатывающе-посевной комплекс "Уралец" для энерго- и ресурсосберегающих технологий / В. В. Бледных, Н. К. Мазитов, Р. С. Рахимов [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 8. – С. 18-21
3. Эффективность зарубежных и отечественных почвообрабатывающе-посевных комплексов / Н. К. Мазитов, Р. Л. Сахапов, Р. С. Багманов [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 4. – С. 12-15.
4. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в степных агроландшафтах Республики Башкортостан / К. З. Халиуллин, Т. И. Киекбаев, С. А. Лукьянов, И. А. Гайнуллин // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 1. – С. 34-35.
5. Гайнуллин, И. А. Методы оценки распределения давления и показателей эффективности снижения уплотняющего воздействия движителей МТА на почву / И. А. Гайнуллин // Вестник Челябинского ГАУ. – 2004. – Т. 43. – С. 31-38.
6. Макаров, Р.Р. Состояние и перспективы развития материально-технического обеспечения сельского хозяйства / Р.Р. Макаров, В.С. Конкина // Современная экономика: новые вызовы и решения в меняющемся мире : Материалы Национальной студенческой научно-практической конференции. 2023. С. 57-61.
7. Результаты изучения свойств пчелиного воска / Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин, Н. Б. Нагаев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 80-85.

УДК 631.362.36

ОЦЕНКА ПРОЦЕССА СОРТИРОВАНИЯ В ВИБРОПНЕВМООЖИЖЕННОМ СЛОЕ СЕМЯН ЯЧМЕНЯ НА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ МАШИНЕ ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ

В.Д. Галкин¹, А.Ф. Федосеев¹, А.С. Кустов¹, С.А. Огнев¹

¹ФГБОУ ВО Пермский государственный аграрно-технологический университет, г. Пермь, РФ

Аннотация. Опыты проведены на комплексе послеуборочной обработки семян учебно-научного опытного поля ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ на опытном образце пневмосортировального стола на семенах ячменя. При среднем значении удельной производительности $3,65 \text{ т}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$ сортирование на усовершенствованном пневмосортировальном столе семян ячменя, прошедших предварительную очистку, сушку, воздушно-решетно-триерную очистку, при продольном угле наклона деки 4° , поперечном угле равном 0° , частоте колебаний деки 420 мин^{-1} , обеспечило выделение из семян с натурой $659 \text{ г}/\text{дм}^3$, поступающих в машину, фракций семенного материала с повышенной натурой не менее $677 \text{ г}/\text{дм}^3 - 22\%$; $677 - 670 \text{ г}/\text{дм}^3 - 72,3\%$ при допустимых потерях в отходы.

Ключевые слова: семена ячменя, вибропневмоожиженный слой, разделение, натура.

Summary. The experiments were carried out at the complex of post-harvest seed treatment of the educational and scientific experimental field of the Perm State Technical University on a prototype of a pneumatic sorting table on barley seeds. With an average value of specific productivity of $3.65 \text{ t} / (\text{h} \cdot \text{m}^2)$, sorting on an improved pneumatic sorting table of barley seeds that have been pre-cleaned, dried, air-sieve-trier cleaning, with a longitudinal angle of inclination of the deck 4° , a

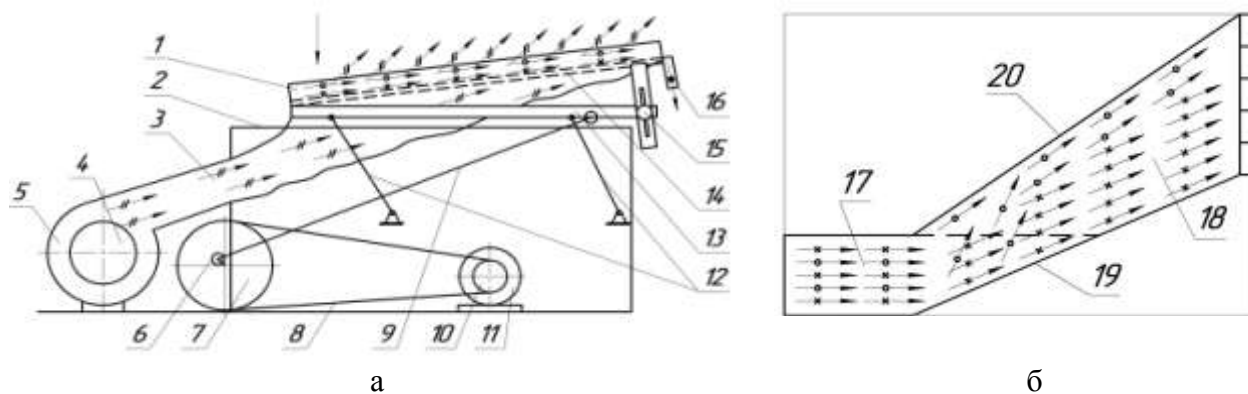
transverse angle equal to 00, the oscillation frequency of the deck 420 min⁻¹, provided isolation from seeds in kind 659 g/ dm³ entering the machine, fractions of seed material with an increased nature of at least 677 g/ dm³ – 22%; 677 - 670 g/ dm³ -72.3% with acceptable losses to waste.

Key words: seeds, barley, vibropneumoidized bed, separation, nature, fractions.

В настоящее время в России подготовку к посеву семян кондиционной влажности ведут на воздушно-решетных машинах и триерах. Дополнительная обработка семян на машинах окончательной очистки, в частности, на пневмосортировальных столах, проводится лишь на семенном материале, относительное количество которого составляет незначительную долю семян, высеваемых на полях страны [1, с. 95]. Вместе с тем, специалист в области очистки зерновых смесей, Н.Г.Гладков отмечает, что обработка семян на пневмосортировальном столе позволяет получить фракцию семян с повышенной удельной массой, а, следовательно, увеличивает всхожесть выделенного посевного материала на 7-11%, а высев этих семян, дает прибавку урожая до 15-20% [2, с. 258]. Кроме этого, применение для посева семян с высокой всхожестью позволит снизить нормы высева семян до 170-180 кг/га вместо 200-250 кг/га [3, с. 33]. Однако эти преимущества машин окончательной очистки не используются. Причинами этого являются высокие энергоёмкость, металлоёмкость и, как следствие, стоимость как отечественных, так и зарубежных пневмосортировальных столов. В этой связи, исследования, направленные на снижение энергоёмкости и металлоёмкости за счет повышения удельной производительности машин окончательной очистки семян в вибропнеумооживленном слое, являются важными и актуальными.

Целью исследований является оценка качества сортирования семян ячменя на пневмосортировальном столе оригинальной конструкции.

Исследования проведены на опытном образце машины [4, с.191], схема и рабочий процесс которого приведен на рисунке 1.



а
 б

1 – дека с приёмниками семян 16 ; 2 – рама; 3 – наклонный воздушный канал; 4 – входное окно вентилятора 5; 6 – эксцентриковый вал со шкивом 7, приводимый во вращение ремнем 8 ; шкив 10 с двигателем 11; шатун 9 приводящий в колебательное движение рамку 13 установленную на стойках 12; 15 – устройство для изменения наклона дека, имеющей воздуховыравнивающую поверхность; 17 и 18 -зоны расслоения и транспортирования, 19 и 20 стенки дека, расширяющиеся к приёмнику фракций

Рисунок 1 – Схема усовершенствованной машины: а -схема машины с наклонным воздушным потоком, нагнетаемым под деку; б- схема дека в плане

Опыты проведены на комплексе послеуборочной обработки семян учебно-научного опытного поля ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ на опытном образце пневмосортировального стола на семенах ячменя сорта «Память Чепелева». Условия проведения опытов, параметры, режимы и оценки рабочего процесса приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия проведения опытов, параметры, режимы и оценки рабочего процесса

Условия проведения опытов	Технологические и конструктивные параметры и режимы	Оценки рабочего процесса
Среднее значение объемной массы (натуры) семян ячменя сорта «Память Чепелева», прошедшей предварительную очистку, сушку, воздушно-решетно-триерную очистку на двух машинах К531 – 659,0 г/дм ³ ; Среднее значение влажности семян - 13,7%.	Среднее значение подачи семян - 985 кг/ч; Угол продольного наклона деки 4 ⁰ , поперечного 0 ⁰ ; Среднее значение скорости воздушного потока над слоем семян в зоне расслоения 1,0-1,2 м/с; Частота колебаний деки площадью 0,27 м ² -420 мин ⁻¹ . Мощность двигателей, 3,75 кВт.	Среднее значение выхода основной фракции семян, %; Среднее значение выхода промежуточной фракции семян, %; Среднее значение натуры основной фракции семян, г/дм ³ ; Среднее значение натуры промежуточной фракции семян, г/дм ³ ; Среднее значение потерь семян в отходы, %.

Приборы, используемые при проведении опытов, приведены в таблице 2.

Проведены четыре серии опытов с трехкратной повторностью каждой, в процессе которых изменяли положение клапана, ограничивающего расходную характеристику основной фракции, движущейся вдоль стенки деки 19 и выходящей за пределы машины из приемника 16 (Рис. 1а и 1б) семян. Для изменения расходных характеристик основной фракции использовали клапан, который устанавливали в четырех положениях -50, 100, 150 и 200 мм от выходного конца стенки 19 до поверхности клапана. Клапан приемника промежуточной фракции устанавливали в положение, обеспечивающее потери семян в отходы, не превышающие 10%. В каждом опыте при установившемся режиме работы машины проводили отбор трех фракций семян (основной, промежуточной и потери семян в отходы) в течение 15 секунд. Фракции семян взвешивали, определяли их натуру литровой пуркой и относительное количество каждой фракции. С использованием средних численных значений оценок работы машины строили графические зависимости.

Таблица 2 - Приборы, используемые в опытах

Наименование	Марка	Назначение
Весы	МК-6.2-А20	Измерение массы фракций семян
Секундомер	СДС-пр1	Определение времени отбора проб
Влагомер	Фауна М	Определение влажности семян
Литровая пурка	ПХ-1	Определение объемной массы (натуры) фракций семян
Термоанемометр	Testo 417	Определение скорости воздушного потока над слоем семян, движущихся по деке

В таблице 3 приведены результаты опытов, а на рисунках 2 и 3 представлены графические зависимости.

Таблица 3 – Средние значения технологических оценок сортирования семян

Положение клапана приемника основной фракции, мм	Основная фракция		Промежуточная фракция		Средние значения потерь семян в отходы, %
	Средние значения выхода семян, %	Средние значения натуре семян, г/дм ³	Средние значения выхода семян, %	Средние значения натуре семян, г/дм ³	
50	22,0	677,0	72,0	664,0	6,0
100	41,0	671,0	51,0	658,0	8,0
150	55,8	670,0	35,5	657,0	8,7
200	72,3	670,0	20,0	657,0	7,7

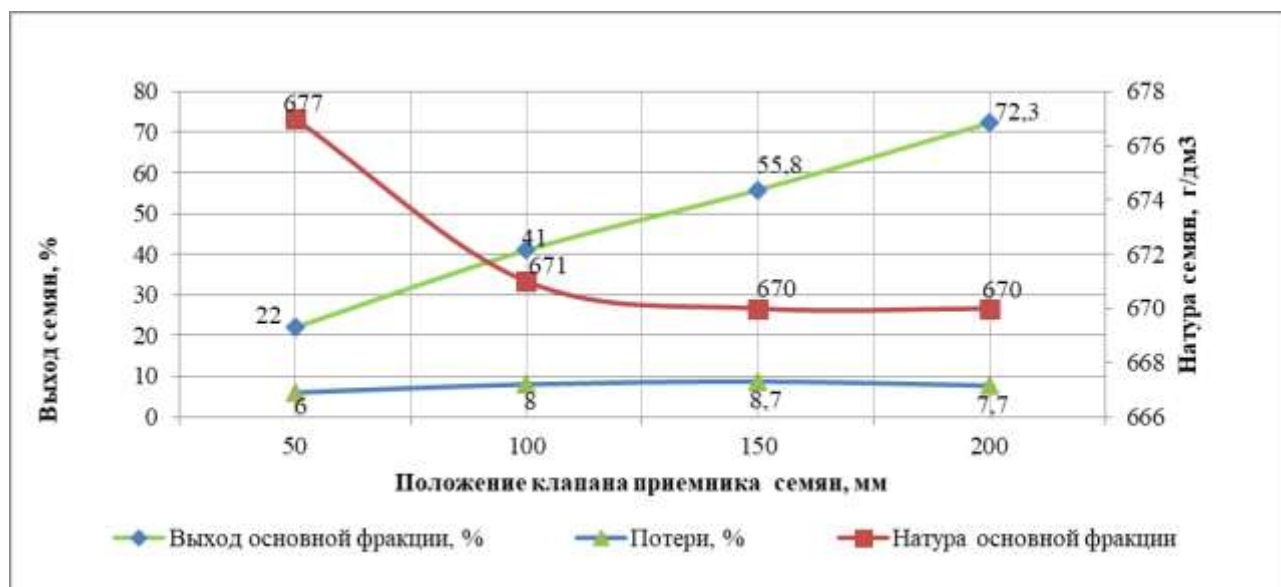


Рисунок 2 – Закономерности изменения натуре основной фракции, её выхода и потерь семян в отходы в зависимости от положения клапана приёмника семян

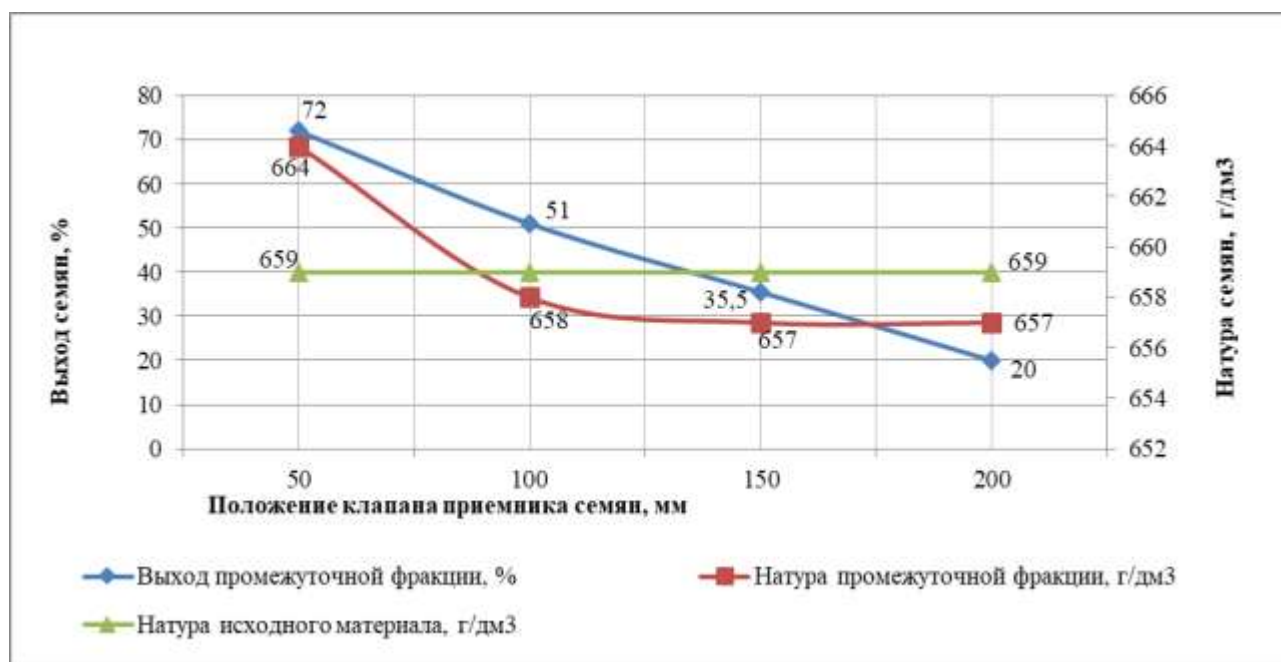


Рисунок 3 – Закономерности изменения натуре промежуточной фракции, её выхода в зависимости от положения клапана приёмника семян

Вывод. Экспериментальным путем установлено, что при среднем значении удельной производительности $3,65 \text{ т}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2)$ сортирование на усовершенствованном пневмосортировальном столе семян ячменя, прошедших предварительную очистку, сушку, воздушно-решетно-триерную очистку, при продольном угле наклона деки 4^0 , поперечном угле равном 0^0 , частоте колебаний деки 420 мин^{-1} , обеспечило выделение из семян с натурой $659 \text{ г}/\text{дм}^3$, поступающих в машину, фракций семенного материала с повышенной натурой не менее $677 \text{ г}/\text{дм}^3 - 22\%$; $677 - 670 \text{ г}/\text{дм}^3 - 72,3\%$ при допустимых потерях в отходы. Среднее значение натурой промежуточной фракции семян ячменя не существенно отличается по этому показателю от семян, поступающих на пневмосортировальный стол.

Литература

1. Дринча, В. М. Исследование сепарации семян на селекционно-семеноводческом пневмосортировальном столе / В. М. Дринча, А. С. Филатов // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2020. – № 23(186). – С. 94-102.
2. Гладков, Н.Г. Зерноочистительные машины : Конструкция, расчет, проектирование и эксплуатация / Н. Г. Гладков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машгиз, 1961. - 368 с.
3. Дринча, В. М. Применение и функциональные возможности пневмосортировальных столов / В. М. Дринча, И. Б. Борисенко // Научно–агрономический журнал. – 2008. – № 2. – С. 33–35.
4. Галкин, В. Д. Технологии, машины и агрегаты послеуборочной обработки зерна и подготовки семян / В. Д. Галкин, А. Д. Галкин, С. Л. Елисеев ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н.Прянишникова». – Пермь : ИПЦ Прокрость, 2021. – 234 с.
5. Коченов, В. В. Особенности некоторых конструкций воздушно-решетных очисток зерноуборочных комбайнов / В. В. Коченов, Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2022 : сборник научных статей 11-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 10–11 ноября 2022 года. Том 5. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 232-237.
6. Обзор существующих способов обеззараживания зерна на линиях послеуборочной обработки / Д. О. Иванова, Я. А. Брюхин, Н. Б. Нагаев, А. В. Винников // Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 12 ноября 2021 года, Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 59-64.
7. Нагаев, Н. Б. Повышение эффективности предпосевной обработки зерна путем облучения ультрафиолетовой светодиодной установкой в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев, С. Н. Гобелев, А. А. Жильцова // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 214-219.
8. Макаров, Р.Р. Состояние и перспективы развития материально-технического обеспечения сельского хозяйства / Р.Р. Макаров, В.С. Конкина // Современная экономика: новые вызовы и решения в меняющемся мире : материалы Национальной студенческой научно-практической конференции. - 2023. - С. 57-61.

АНАЛИЗ ФИЛЬТРОВЫХ ЗАЩИТ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В СЕЛЬСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.Н. Гобелев¹, А.В. Данилкин¹, Е.Н. Кузнецова¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В наше время требования к устройствам защиты электроустановок приобретают особую актуальность в связи с постоянным развитием технологий и увеличением нагрузки на энергетические системы. Опыт использования электроустановок в сельском хозяйстве подчеркивает важность внедрения современных средств защиты для обеспечения надежной и безопасной работы электрооборудования. Решение проблемы высокой аварийности требует комплексного подхода, включая техническое обслуживание, обучение персонала, соблюдение стандартов безопасности и внедрение современных технологий.

Ключевые слова: устройство защиты, микропроцессорный блок, промышленная безопасность, экономический ущерб, энергопотребление, диагностика, авария, электроустановка.

Summary. In our modern time, the requirements for protection devices for electrical installations are becoming particularly relevant due to the constant development of technologies and an increase in the load on energy systems. The experience of using electrical installations in agriculture underlines the importance of introducing modern protective equipment to ensure reliable and safe operation of electrical equipment. Solving the problem of high accident rates requires a comprehensive approach, including maintenance, staff training, compliance with safety standards and the introduction of modern technologies.

Key words: protection device, microprocessor unit, industrial safety, economic damage, energy consumption, diagnostics, accident, electrical installation.

Регулярное обновление и модернизация электрооборудования также позволит существенно снизить риск возникновения аварий. Проблема появления нового электрооборудования в сельском хозяйстве вызвана несколькими факторами [1]:

- Финансовые ограничения: Приобретение нового электрифицированного оборудования часто связано с высокими затратами. Сельскохозяйственные предприятия, особенно малые фермерские хозяйства, сталкиваются с финансовыми ограничениями, что затрудняет обновление оборудования.

- Отсутствие доступных финансовых инструментов: Недостаток доступа к льготным кредитам, субсидиям или другим формам финансовой поддержки делает новое оборудование недоступным для фермеров.

- Нехватка информации: Фермеры могут не иметь достаточной информации о новых технологиях и их преимуществах. Недостаток образования и обучения является преградой для успешного внедрения новых электрифицированных технологий.

- Отсутствие инфраструктуры: Некоторые сельские районы сталкиваются с проблемами инфраструктуры, такими как ограниченный доступ к электросетям, что делает использование электрифицированного оборудования менее эффективным.

- Нормативные барьеры: Сложности с соответствием нормативам и стандартам безопасности замедляют внедрение новых технологий.

Электродвигатели – важная часть механизмов и систем водоснабжения. Данные исследования указывают, что электродвигатели сталкиваются с несколькими ключевыми ситуациями, которые вызывают поломки [2]. К ним относятся заклинивание ротора из-за износа или неправильной смазки, разрыв фаз, превышение допустимых нагрузок, старение и износ изоляции, неисправности в системе охлаждения двигателя, износ подшипников и

заводские недочеты. Особенно повышенная аварийность заметна в системах водоснабжения фермерских предприятий.

В современной электроэнергетике, где насосы играют ключевую роль, подача питания на электродвигатели часто осуществляется через сети низкого напряжения, такие как 380/220 В. Однако, проведенный анализ качества напряжения в этих сетях раскрывает высокую степень несимметрии, что является заметным аспектом в контексте надежности и безопасности работы электродвигателей [3].

Несимметрия напряжения создает неравномерные условия работы электродвигателей, что повышает риск повреждений и сбоев в их функционировании. В частности, защитные механизмы, предназначенные для реагирования на обрыв фазы, испытывают трудности в корректном функционировании при несимметричных условиях питания [4].

Реле контроля фаз серии ЕЛ-11, ЕЛ-12 и ЕЛ-13, разработанные КБ "Ритм" Киевского НПО реле и автоматика примерно 30 лет назад, являются одними из самых массово применяемых в отечественных системах, предназначенных для работы в сетях с изолированной нейтралью. Эти реле отличаются успешным выбором порогов срабатывания, минимальным количеством регулировок и отсутствием альтернативных аналогов, что способствовало их широкому распространению.



Рисунок 1 – Реле ЕЛ-11, ЕЛ-12, ЕЛ-13

С момента своего создания эти реле остаются популярными и до сих пор производятся практически без изменений. Некоторые предприятия выпускают их в первозданном виде, сохраняя все их особенности, включая как достоинства, так и недостатки [5]. Другие компании предлагают улучшенные модели с использованием цифровой обработки сигнала, добавляя дополнительные функции контроля, регулировки и повышенную надежность.

Реле ЕЛ-11, ЕЛ-12 и ЕЛ-13 представляют собой высокотехнологичные устройства, спроектированные для надежного мониторинга сетевого напряжения в электроэнергетических системах. С их помощью осуществляется точное определение порядка чередования фаз, обеспечивая стабильность и согласованность работы электрооборудования [6]. Эти реле предоставляют широкий спектр функциональности, что делает их востребованными в различных электротехнических системах.

Несмотря на наличие разнообразных импортных устройств на рынке России, реле серии ЕЛ сохраняют популярность, прежде всего, благодаря своей доступной цене. Это делает их доступными для различных потребителей и привлекательными для применения в условиях, где важна экономия бюджета.

Реле ЕЛ-12 представляет собой весьма гибкое устройство, находящее широкое применение в сфере электротехники. В процессе его эволюции были разработаны несколько модификаций, предназначенных для различных задач и условий эксплуатации. Одной из важных особенностей определенных модификаций реле ЕЛ-12 является использование

фильтра напряжений обратной последовательности в роли датчика обрыва фаз (см. рисунок 2).

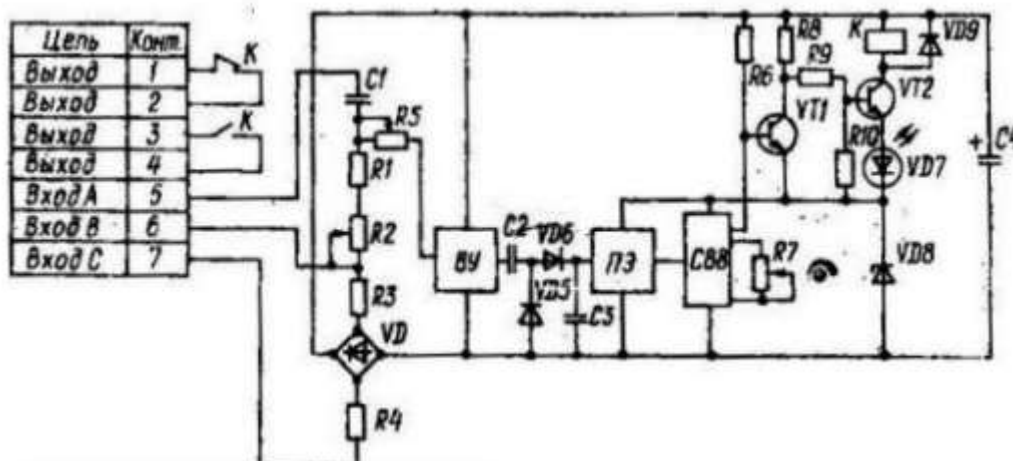


Рисунок 2 – Электрическая принципиальная схема ЕЛ-12

Фильтр напряжений обратной последовательности применяется для определения обрыва фазы в системе [7]. Обратная последовательность напряжения используется для анализа несимметричных состояний в электрической сети, таких как обрыв фазы. Он работает на основе того факта, что при обрыве фазы напряжение в обратной последовательности изменяет свои характеристики.

С другой стороны, резистивные делители напряжения применяются для создания относительно постоянных напряжений, которые используются для контроля состояния каждой фазы. Если напряжение в какой-то из фаз слишком низкое или отсутствует, это является признаком обрыва фазы [8].

Реле контроля фаз РКФ-М05-11 – устройство, предназначенное для более тонкого контроля линейных напряжений в трехфазных системах. Возможность регулировки верхней и нижней границ напряжения позволяет адаптировать его под конкретные требования электрической сети.

Регулируемая задержка срабатывания (от 0,1 до 10 секунд) является полезной функцией для предотвращения ложных срабатываний в случае кратковременных флуктуаций напряжения, которые не являются серьезными проблемами для системы [9].

Реле контроля фаз с такими функциональными возможностями используется для обеспечения стабильности и безопасности электрической системы, контролируя напряжение и реагируя в случае отклонений от установленных параметров.

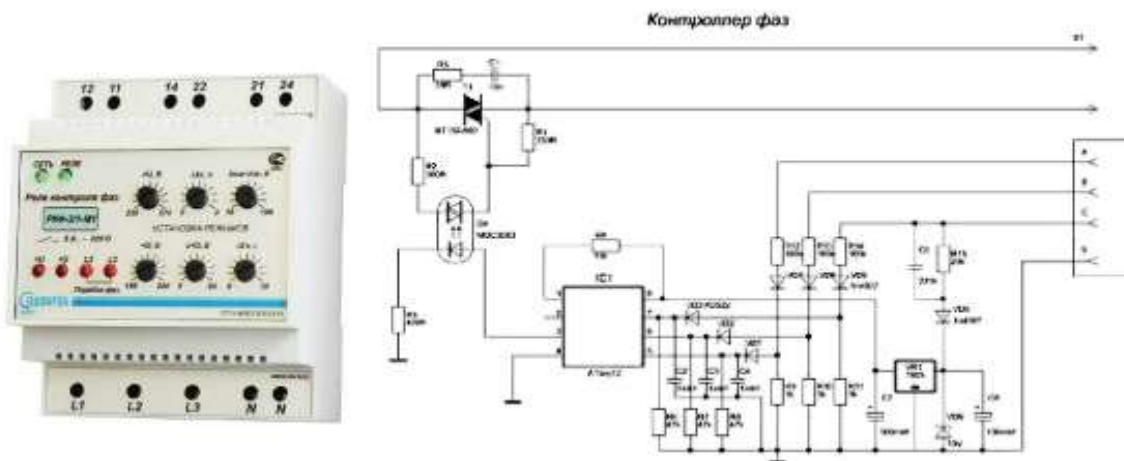


Рисунок 3 – РКФ-М05-11, принципиальная электрическая схема

Таким образом, данное реле предоставляет не только базовую функцию обнаружения обрыва фазы, но и дополнительные возможности для контроля и защиты электрической сети.

Светодиодная индикация нормального и аварийного состояния сети является важной частью пользовательского интерфейса, предоставляя операторам или техническому персоналу визуальную обратную связь о текущем состоянии системы. Это существенно упрощает процесс обслуживания и диагностики проблем.

Защита от пропадания фазы и контроль асимметрии фаз также являются важными функциями для поддержания стабильности электрической сети и предотвращения повреждений оборудования. Регулируемые уровни падения напряжения и настраиваемая задержка срабатывания делают это реле гибким в использовании и адаптированным к различным условиям в электрических системах [10].

Гистерезис в контексте реле контроля фаз используется для предотвращения ложных срабатываний и обеспечения более стабильной работы устройства. Гистерезис – это диапазон значений входного параметра, в пределах которого устройство остается неактивным (или активным), даже если параметр находится в этом диапазоне [11]. Это помогает избежать нестабильных переключений в случае небольших флуктуаций или шумов в системе.

Динамические и статические несимметрии, а также наведенные напряжения, представляют сложности при разработке защитных устройств. Когда речь идет о фильтрах напряжений обратной последовательности, разброс параметров комплектующих, особенно конденсаторов, существенно влияет на их производительность [12]. Этот разброс вызывает изменение характеристик фильтра и усложняет точную настройку и поддержание требуемых параметров.

В ходе анализа исследований защитных устройств выявилась потребность в инновационном подходе к разработке нового устройства защиты, основанного на альтернативном методе подключения датчика обрыва фаз. С целью достижения оптимальных результатов в предложенном устройстве предполагается использование фильтра напряжений нулевой последовательности, реализованного с использованием стандартных резисторов с минимальными отклонениями от номинальных параметров [13].

Фильтры нулевой последовательности представляют собой важный элемент в электротехнических системах, призванных улучшить качество электроэнергии и предотвратить возможные асимметрии в фазных напряжениях. Эти схемы подключения обеспечивают эффективное компенсирование негативных воздействий несимметрии напряжения, что является ключевым фактором для поддержания надежной работы электродвигателей [14].

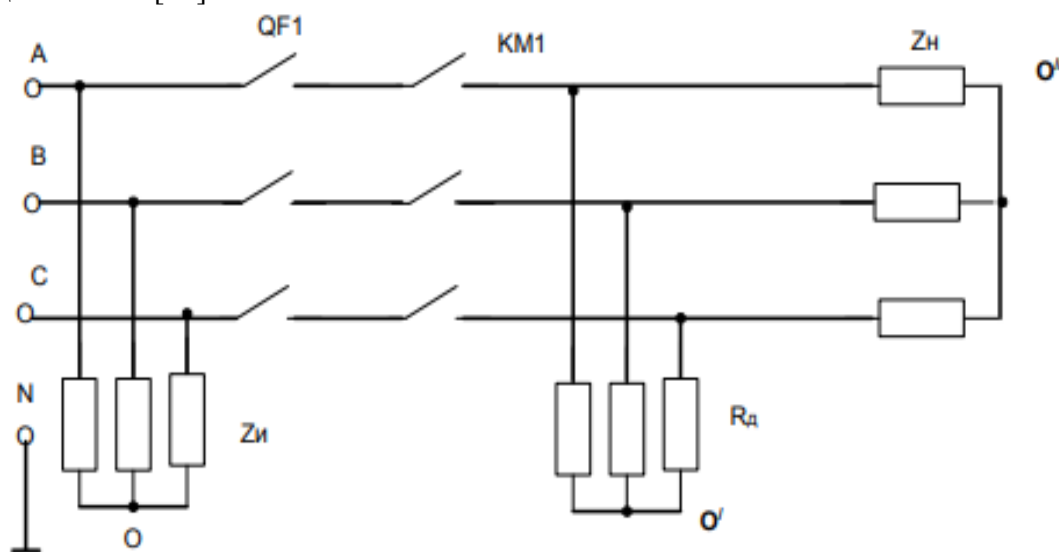


Рисунок 4 – Принципиальная схема подключения фильтра напряжений

Несимметричные напряжения могут возникнуть из-за различных факторов, таких как короткие замыкания, несимметричные нагрузки или другие нештатные ситуации в электросети [15]. Фильтры нулевой последовательности и искусственные нулевые точки представляют собой технические средства, предназначенные для компенсации этих несимметрий и поддержания надежной работы оборудования.

Снижение аварийности и повышение защиты электродвигателей, считается приоритетной задачей, и введение специализированных схем подключения обеспечивает оптимальную защиту от нештатных ситуаций. Оптимальная реализация схем с использованием фильтров нулевой последовательности на базе точных резисторов является важным шагом в обеспечении эффективности и надежности работы системы электропитания, особенно при работе с электродвигателями, такими как погружные насосы.

Литература

1. Марченков, С. А. Анализ способов и технологий сушки зерна / С. А. Марченков, П. А. Леденева, С. Н. Гобелев // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 150-153.
2. К вопросу энергосберегающей сушки перги / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев [и др.] // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов, Рязань, 18 декабря 2015 года. Том Выпуск 12. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 160-162.
3. Ловим пчелиный рой / А. Н. Алексеев, В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин, С. Н. Гобелев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2021. – № 2(13). – С. 34-38.
4. Патент № 2660575 С2 Российская Федерация, МПК F26B 9/06, F26B 5/04, F26B 25/10. Установка для сушки перги : № 2016136571 : заявл. 12.09.2016 : опубл. 06.07.2018 / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, Д. Н. Бышов, С. С. Морозов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).
5. Патент № 2327344 С1 Российская Федерация, МПК А01К 1/02, А01К 31/00. Брудер для обогрева сельскохозяйственных животных и птицы : № 2006143013/12 : заявл. 06.12.2006 : опубл. 27.06.2008 / А. В. Дубровин, В. В. Борисов, А. Н. Изюмский, С. Н. Гобелев ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства (ГНУ ВИЭСХ).
6. Причины отказов трансформаторов напряжением 10/0,4 КВ / С. Н. Гобелев [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Р РГАТУ, 2019. – С. 145-151.
7. Энергосберегающая установка для инфракрасной сушки перги / М. А. Милютин, А. А. Полякова, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Троицк, 16–17 декабря 2015 года / ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". Том Секция 2. – Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – С. 201-203.
8. Милютин, М. А. Инфракрасный обогрев как средство энергоресурсосбережения на предприятиях АПК / М. А. Милютин, С. Н. Гобелев, А. В. Конкин // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного

агротехнологического университета имени П.А. Костычева : Материалы научно-практической конференции 2011 года, Рязань, 01 января – 31 2011 года / Министерство сельского хозяйства РФ, ФГБОУ ВПО " Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2011. – С. 187-188.

9. Требования к пчелиным ульям / Н. А. Грунин, Д. М. Савушкин, В. В. Утолин, С. Н. Гобелев // Наука молодых - будущее России : сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 09–10 декабря 2021 года. Том 5. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 323-327.

10. Совершенствование энергосберегающих технологий извлечения перги / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Д. Н. Бышов [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2017. – 192 с.

11. К вопросу определения основных параметров охлаждающих систем в АПК / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, П. Э. Бочков, А. С. Купырева // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 212-216.

12. Разработка устройства для автоматизации процессов пчеловодства и удаленного мониторинга пасеки / Д. О. Олейник, С. Н. Гобелев, И. И. Шанина [и др.] // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 301-304.

13. Гобелев, С. Н. Охлаждение молока как процесс переработки продукции животноводства / С. Н. Гобелев, А. С. Купырева, С. И. Поляков // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 96-99.

14. Красников, А. С. К методике определения критической температуры t_c в высокотемпературной сверхпроводящей керамике / А. С. Красников, С. Н. Гобелев, Н. Б. Нагаев // Опыт применения ИКТ в технологическом и естественнонаучном образовании: состояние, проблемы, перспективы : сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Коломна, 03–05 апреля 2019 года / ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет». – Коломна: Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области "Государственный социально-гуманитарный университет", 2019. – С. 46-55.

15. Гобелев, С. Н. Использование различных видов излучающих установок в теплицах в условиях Рязанской области / С. Н. Гобелев, П. А. Леденева // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 107-112.

16. Аникин, Н. В. К вопросу о защите электродвигателей погружных насосов от обрыва фаз и несимметрии напряжений / Н. В. Аникин, А. С. Терентьев, В. В. Коченов // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2019 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 21-25.

17. Обзор технических средств борьбы с неактивными составляющими полной мощности / Н. Б. Нагаев, Д. В. Тишкин, Т. Р. Дементьев [и др.] // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации: материалы 72-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года. - Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 315-322.

С.Н. Гобелев¹, Е.Н. Кузнецова¹, А.В. Данилкин¹

¹ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Все электродвигатели при работе нагреваются из-за эффекта Джоуля-Ленца, вызванного прохождением электрического тока через проводящие материалы. Этот процесс приводит к тому, что часть электрической энергии превращается в тепло. Выделение тепла во внутренних частях машины может быть значительным, особенно при высоких нагрузках и продолжительной работе. При работе электродвигателя изоляция обмоток подвергается нагрузке из-за тепловых эффектов, которые приводят к ее деградации и повреждению. Если изоляция обмоток становится недостаточно эффективной, появляется вероятность короткого замыкания или перегорания обмоток, что влечет к поломке или выходу из строя всего электродвигателя. Для обеспечения более эффективного функционирования электродвигателей важно улучшить контроль за процессом нагрева.

Ключевые слова: Асинхронный электропривод, тепловая модель, работа электродвигателя.

Summary. All electric motors heat up during operation due to the Joule-Lenz effect caused by the passage of electric current through conductive materials. This process leads to the fact that some of the electrical energy is converted into heat. Heat generation in the internal parts of the machine can be significant, especially under high loads and prolonged operation. During the operation of the electric motor, the insulation of the windings is subjected to stress due to thermal effects that lead to its degradation and damage. If the insulation of the windings becomes insufficiently effective, there is a possibility of a short circuit or burnout of the windings, which leads to a breakdown or failure of the entire electric motor. To ensure more efficient operation of electric motors, it is important to improve control over the heating process.

Keywords: Asynchronous electric drive, thermal model, electric motor operation.

В электрических машинах, таких как электродвигатели и генераторы, процесс преобразования энергии сопровождается неизбежными потерями, которые проявляются в виде тепла [1]. Эти потери могут быть вызваны различными факторами, такими как механические трения, потери в магнитных материалах и другие эффекты. Выделение тепла в активных частях нарушает тепловую однородность машины, что влияет на ее эффективность и долговечность. Потери делятся на четыре основные категории [2]:

1. Электрические потери: включают потери в обмотках и потери в щеточно-коллекторном узле. Эти потери обусловлены сопротивлением проводников и несовершенствами в контактах щеток и коллектора.

2. Магнитные потери: они возникают из-за потерь на гистерезисе и вихревых токах в магнитных материалах. Эти потери вызываются циклическим изменением магнитного поля, которое происходит во время работы машины.

3. Добавочные потери: включают потери в стали и обмотках, которые обычно связаны с эффектами, такими как намагничивание и демагничивание материалов машины во время работы.

4. Механические потери: включают потери из-за трения и перемещения охлаждающей среды. Эти потери происходят из-за трения подшипников, вентиляторов, и других движущихся частей машины, а также из-за сопротивления охлаждающей среды.

Процесс теплообмена в электрической машине определяется её геометрическими и физическими свойствами, такими как размеры, форма, материалы, а также режим работы и условия окружающей среды. Основным параметром электромашины как тепловой системы является поле температур (T) [3]. Это поле формирует также поле плотности тепловыделения, которое является мерой количества тепла, выделяющегося в единицу

времени и объема, в различных частях машины. Помимо поля температур, параметры, определяющие интенсивность процесса теплопередачи, также играют важную роль. Эти параметры включают теплопроводность материалов, теплоемкость, конвективные и радиационные потери, а также скорость движения охлаждающей среды [4]. Установление определенной средней температуры и контроль за максимальными температурами в активных частях машины является необходимым для предотвращения перегрева, который приводит к снижению КПД, ускоренному износу материалов и в конечном итоге к выходу из строя.

Тепловой контроль (ТК) является одним из видов диагностики, который используется для оценки состояния электродвигателей и других технических устройств путем контроля и мониторинга их теплового состояния [5]. Этот метод основан на измерении и контроле температуры различных частей двигателя, что позволяет определять его работоспособность и предотвращать возможные поломки и повреждения.

Системы теплового контроля обычно включают датчики температуры, которые устанавливаются в критически важных местах электродвигателя для непрерывного мониторинга температурных изменений. Информация с датчиков передается на центральную систему управления, которая анализирует данные и предпринимает необходимые действия в случае обнаружения отклонений от установленных норм [6].

Несмотря на свою эффективность, у метода теплового контроля (ТК) существуют определенные недостатки, которые ограничивают его применение в некоторых ситуациях [7]:

- Ограниченная точность: Метод теплового контроля обычно предоставляет общую информацию о температуре в различных частях двигателя, без детального представления о возможных локальных аномалиях или проблемах.

- Задержка в обнаружении проблем: Некоторые проблемы, связанные с нагревом, могут оставаться незамеченными до момента, когда температура достигнет критических значений. Это создает риск возникновения аварийных ситуаций, если проблема не была обнаружена достаточно рано.

- Неспособность предсказать будущие проблемы: Метод ТК, как правило, предоставляет только текущее состояние системы, не предоставляя предупреждений о возможных будущих проблемах, которые могут возникнуть из-за тепловых изменений.

- Необходимость комплексного анализа: Для полного понимания проблемы требуется комплексный анализ, который включает в себя другие методы диагностики и мониторинга, такие как вибрационный анализ или анализ электрических параметров.

Контроль теплового состояния с помощью встроенных в обмотку двигателя датчиков температуры представляет собой более точный и детальный метод мониторинга по сравнению с тепловым контролем (ТК). Этот метод позволяет получать более непосредственную информацию о температуре внутри обмоток двигателя, что облегчает более точное определение теплового состояния машины [8].

Однако, этот метод также имеет свои ограничения, такие как сложности в монтаже и поддержании датчиков температуры, а также дополнительные затраты на интеграцию датчиков в системы мониторинга и управления.

Создание математической модели является важным инструментом для изучения и анализа новых принципов и технологий в электротехнике, так как оно позволяет предварительно оценить характеристики и поведение системы без необходимости физического создания прототипов.

Преимущества создания математической модели включают [9]:

- Возможность предварительной оценки характеристик и поведения системы в различных условиях, что позволяет экономить время и ресурсы при проектировании новых устройств.

- Возможность оптимизации дизайна и технических параметров системы с целью улучшения её производительности и эффективности.

- Возможность предсказания возможных проблем и аномалий в работе системы для их предотвращения на ранних стадиях разработки.

Это позволяет исследователям и инженерам лучше понимать особенности новых принципов и технологий, оптимизировать их работу и предотвращать возможные проблемы ещё на стадии проектирования [10].

Многомассовая тепловая модель двигателя представляет собой представление двигателя как системы, состоящей из нескольких сосредоточенных масс, связанных между собой вязкоупругими элементами. Эта модель используется для описания тепловых процессов в сложных системах, таких как двигатели внутреннего сгорания или электрические двигатели, и позволяет учитывать взаимодействие различных компонентов и их влияние на распределение тепла.

Принцип Даламбера, применяемый к механическим системам, включает в себя принципы динамики, которые были предложены Ж. Лагранжем в его работах в 1760-х годах. Этот принцип дает возможность описать движение системы с помощью уравнений Лагранжа, которые представляют собой уравнения движения, основанные на принципе наименьшего действия. Принцип Даламбера позволяет учитывать внешние силы и силы инерции, действующие на систему [11].

Для механической системы, состоящей из n сосредоточенных масс, уравнение Лагранжа имеет вид:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i, \quad (1)$$

где L – функция Лагранжа, представляющая собой разность кинетической и потенциальной энергии системы.

q_i – обобщенные координаты, описывающие положение каждой массы в системе.

\dot{q}_i – производная по времени от обобщенных координат, представляющая обобщенные скорости.

Q_i – обобщенные силы, действующие на каждую массу в системе.

Уравнение Лагранжа позволяет описывать динамику системы в обобщенных координатах, что упрощает анализ и моделирование сложных систем, таких как многомассовые тепловые модели двигателей. Использование уравнения Лагранжа позволяет учитывать влияние различных факторов на динамику системы и предсказывать её поведение в различных условиях [12].

При наличии эквивалентной схемы машины можно использовать установленные закономерности и стандартные модели для записи математических уравнений, что облегчает процесс моделирования и анализа. Это позволяет варьировать математическую модель в соответствии с конкретными потребностями и требованиями исследования, без необходимости проведения обширных выводов с нуля [13].

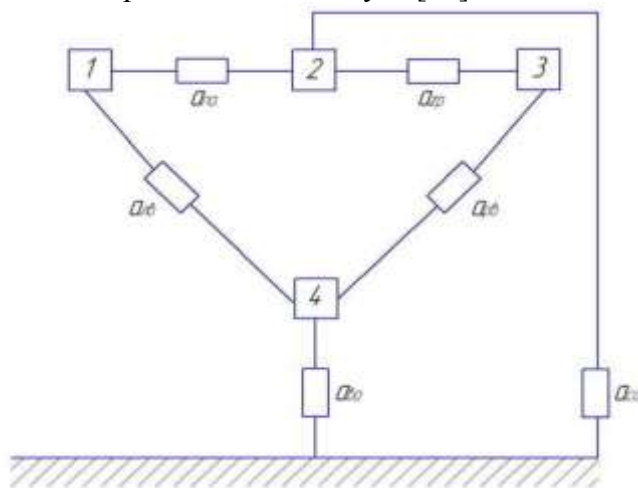


Рисунок 1 – Тепловая схема замещения электродвигателя

На данной схеме обозначены цифрами 1, 2, 3 и 4 обмотка статора, сердечник статора, ротор и внутренний вентиляционный воздух соответственно [14].

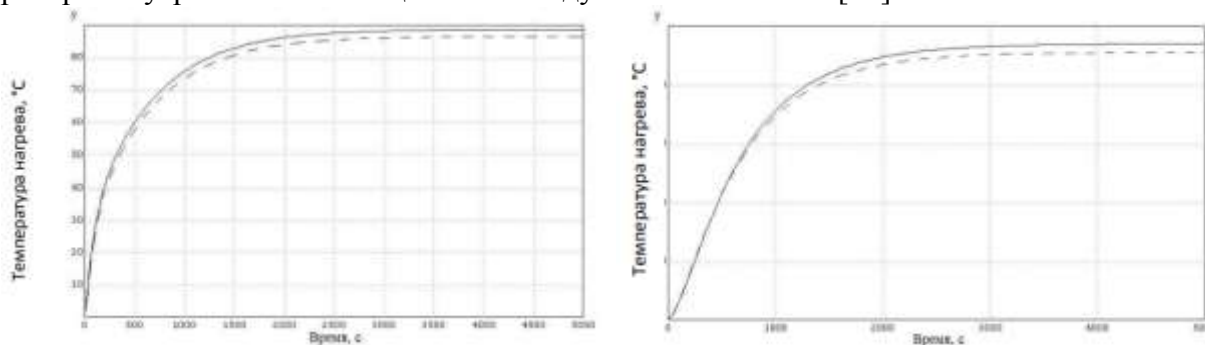


Рисунок 2 – Результаты моделирования нагрева обмотки и сердечника статора

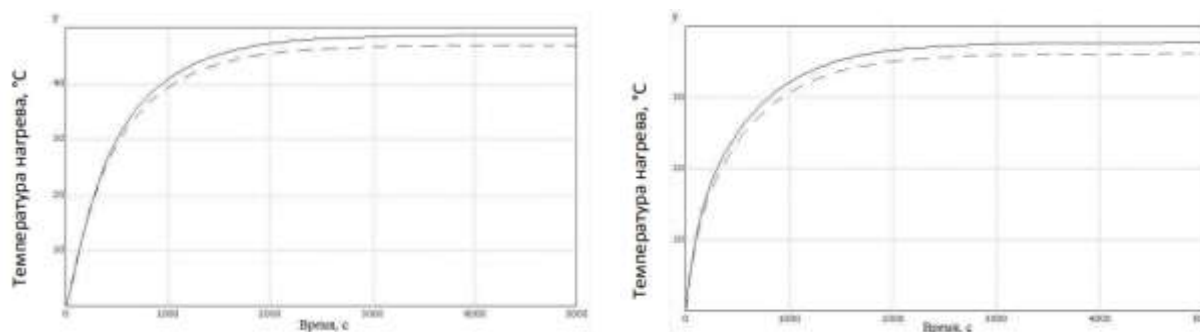


Рисунок 3 – Результаты моделирования нагрева ротора и вентиляционного воздуха

Это наблюдение указывает на то, что при установившемся режиме работы электродвигателя математическая модель довольно точно предсказывает нагрев обмотки статора, что подтверждается экспериментальными данными. Однако, при кратковременных режимах работы, особенно с низкой продолжительностью, модель может недооценивать фактический нагрев, что приводит к разнице между расчетными и опытными кривыми [15].

Данная модель позволяет более точно предсказывать тепловые характеристики и поведение системы в различных условиях эксплуатации. Использование такого подхода позволяет инженерам и исследователям лучше понимать тепловые процессы в электромашине, а также разрабатывать более эффективные стратегии охлаждения и управления, что в свою очередь способствует повышению надежности и производительности электромашин.

Литература

1. Причины отказов трансформаторов напряжением 10/0,4 КВ / С. Н. Гобелев, Н. Б. Нагаев, Н. Н. Якутин [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 145-151.

2. Энергосберегающая установка для инфракрасной сушки перги / М. А. Милютин, А. А. Полякова, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Троицк, 16–17 декабря 2015 года / ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". Том Секция 2. – Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – С. 201-203.

3. Милютин, М. А. Инфракрасный обогрев как средство энергоресурсосбережения на предприятиях АПК / М. А. Милютин, С. Н. Гобелев, А. В. Конкин // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А.

Костычева : Материалы научно-практической конференции 2011 года, Рязань, 01 января – 31 2011 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО " Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 187-188.

4. Требования к пчелиным ульям / Н. А. Грунин, Д. М. Савушкин, В. В. Утолин, С. Н. Гобелев // Наука молодых - будущее России : сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 09–10 декабря 2021 года. Том 5. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 323-327.

5. Совершенствование энергосберегающих технологий извлечения перги / Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Д. Н. Бышов [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – 192 с.

6. К вопросу определения основных параметров охлаждающих систем в АПК / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, П. Э. Бочков, А. С. Купырева // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 212-216.

7. Разработка устройства для автоматизации процессов пчеловодства и удаленного мониторинга пасеки / Д. О. Олейник, С. Н. Гобелев, И. И. Шанина [и др.] // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 301-304.

8. Гобелев, С. Н. Охлаждение молока как процесс переработки продукции животноводства / С. Н. Гобелев, А. С. Купырева, С. И. Поляков // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 96-99.

9. Красников, А. С. К методике определения критической температуры тс в высокотемпературной сверхпроводящей керамике / А. С. Красников, С. Н. Гобелев, Н. Б. Нагаев // Опыт применения ИКТ в технологическом и естественнонаучном образовании: состояние, проблемы, перспективы : сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Коломна, 03–05 апреля 2019 года / ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет». – Коломна: Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области "Государственный социально-гуманитарный университет", 2019. – С. 46-55.

10. Гобелев, С. Н. Использование различных видов излучающих установок в теплицах в условиях Рязанской области / С. Н. Гобелев, П. А. Леденева // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 107-112.

11. Марченков, С. А. Анализ способов и технологий сушки зерна / С. А. Марченков, П. А. Леденева, С. Н. Гобелев // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 150-153.

12. К вопросу энергосберегающей сушки перги / Д. Н. Бышов, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев [и др.] // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов, Рязань, 18 декабря 2015 года. Том Выпуск 12. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 160-162. – EDN VJHDDL.
13. Ловим пчелиный рой / А. Н. Алексеев, В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин, С. Н. Гобелев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2021. – № 2(13). – С. 34-38.
14. Патент № 2660575 С2 Российская Федерация, МПК F26В 9/06, F26В 5/04, F26В 25/10. Установка для сушки перги : № 2016136571 : заявл. 12.09.2016 : опубл. 06.07.2018 / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, Д. Н. Бышов, С. С. Морозов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).
15. Патент № 2327344 С1 Российская Федерация, МПК А01К 1/02, А01К 31/00. Брудер для обогрева сельскохозяйственных животных и птицы : № 2006143013/12 : заявл. 06.12.2006 : опубл. 27.06.2008 / А. В. Дубровин, В. В. Борисов, А. Н. Изюмский, С. Н. Гобелев ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства (ГНУ ВИЭСХ).
16. Аванесов, В. Л. Тепловое действие тока в сельском хозяйстве / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, П. С. Лепшова // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 247-249.

УДК 637.1.02

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ МОЛОКА

С.Н. Гобелев¹, А.А. Понкратов¹, А.М. Улымов¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Проблема бактериальной обсемененности молока в фермерских хозяйствах представляет собой серьезную тему и требует внимания. Уровень бактериальной обсемененности молока, выраженный в количестве КОЕ (колониеобразующих единиц) на кубический сантиметр, в диапазоне от 6×10^6 до 1×10^7 , указывает на значительное количество бактерий в молоке. Это может быть вызвано различными факторами, такими как условия содержания скота, гигиенические практики при дойке, оборудование для сбора молока и условия хранения.

Ключевые слова: обеззараживание молока, сверхвысокочастотный генератор, ультразвуковой генератор, ультрафиолетовый облучатель, комплексное воздействие физических факторов, приращение температуры, бактериальная обсемененность.

Summary. The problem of bacterial contamination of milk in farms is a serious topic and requires attention. The level of bacterial contamination of milk, expressed in the number of CFU (colony-forming units) per cubic centimeter, in the range from 6×10^6 to 1×10^7 , indicates a significant number of bacteria in milk. This can be caused by various factors such as livestock conditions, hygienic practices during milking, milk collection equipment and storage conditions.

Key words: disinfection of milk, superhigh frequency generator, ultrasonic generator, ultraviolet irradiation, complex influence of physical factors, temperature increment, bacterial semination.

Для обеспечения безопасности и качества молока важно предпринимать меры по его обеззараживанию. Анализ существующих подходов к дезинфекции молока подчеркивает актуальность исследований в области улучшения этих методов. Основная цель заключается в обеспечении безопасности, повышении качества и устойчивости производства молочных продуктов [1].

В ходе исследования глубоко изучен процесс дезинфекции молока, прибегая к инновационному подходу, который включает в себя комбинированное воздействие различных физических факторов. Усилия ориентированы на следование четко определенной структуре исследования, включающей аналитический этап, а также экспериментальные этапы для полного понимания механизмов процесса [2]. Основываясь на полученных данных, обосновывается использование электромагнитного поля сверхвысокой частоты, ультразвуковых колебаний и бактерицидного потока ультрафиолетовых лучей в качестве эффективных физических факторов для обеззараживания молока. Эта комбинация методов представляет собой передовые технологии, способствующие более эффективной и безопасной дезинфекции, что является ключевым аспектом в обеспечении качества молочных продуктов [3].

Электромагнитное поле сверхвысокой частоты обладает уникальной способностью дестабилизировать клеточные структуры микроорганизмов, эффективно разрушая их. Сопровождающие этот процесс ультразвуковые колебания дополняют его, вызывая дезинтеграцию микроорганизмов. Это комбинированное воздействие физических факторов не только эффективно устраняет микроорганизмы, но и делает это без использования химических веществ. Такой подход представляет собой передовую методику обеззараживания молока, обеспечивая высокую эффективность процесса при минимальных побочных эффектах [4].

В данном исследовании энергию СВЧ-диапазона обеспечивает генератор MISTERY 1720 с рабочей частотой 2450 МГц и мощностью 1200 Вт. Этот аппарат предназначен для проведения экспериментов, направленных на воздействие ультрафиолетовых лучей на молоко при использовании специального облучателя, оснащенного лампой ДРТ-240. В процессе исследований по воздействию на молоко применяется ультразвуковой генератор «ВУ-09-«Я-ФП», мощностью 0,25 Вт. Особое внимание уделяется резонансной частоте УЗ-преобразователя, она равна 43 кГц. Эта точная настройка частоты позволяет максимально эффективно использовать ультразвуковые волны для воздействия на молекулярные структуры молока [5].

Техническое описание установки для обеззараживания молока [6]:

1. Цилиндрический экранирующий корпус (1) с крышкой (2):
 - Экранирующий корпус служит для защиты окружающей среды от излучения и создания изолированного пространства для проведения обеззараживания молока.
2. Резонаторная камера (5) с отверстием для излучателя с магнетроном:
 - Резонаторная камера предназначена для создания определенных условий для эффективного воздействия ультразвуковых колебаний на молоко, возможно, путем использования пьезоэлектрических преобразователей.
3. УЗ-генератор (7) с пьезоэлектрическими преобразователями (6):
 - УЗ-генератор генерирует ультразвуковые колебания, которые передаются в резонаторную камеру через перфорированное основание. Пьезоэлектрические преобразователи могут быть использованы для создания этих колебаний.
4. Насос (8), счетчик молока (9) и вентили (14):
 - Эти элементы служат для подачи, измерения и контроля потока молока в системе.
5. Трубка из увиолевого стекла (10) и ультрафиолетовый облучатель (11):
 - Увиолевая трубка и ультрафиолетовый облучатель используются для обеззараживания молока с помощью ультрафиолетовых лучей.
6. Патрубок подвода (15) с функцией заградительного волновода (4):

- Патрубок выполняет функцию ограничения излучения потока сверхвысокочастотной энергии, предотвращая выход излучения за пределы экранирующего корпуса.

Установка описывает сложную систему, объединяющую различные физические факторы для обеззараживания молока. Каждый компонент выполняет свою роль в обеспечении эффективности процесса обеззараживания.

Технологический процесс обеззараживания молока начинается с его подачи в резонаторную камеру через специальный патрубок. Затем, после активации нескольких ключевых устройств, таких как насос, СВЧ-генераторы, УЗ-генераторы и ультрафиолетовый облучатель, происходит последовательное воздействие различных физических факторов на молоко [7].

Первым этапом является диэлектрический нагрев молока, который происходит за счет воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты от СВЧ-генератора. Этот процесс способствует эффективному обеззараживанию за счет токов поляризации в молоке.

После первичной стадии обеззараживания, молоко подвергается воздействию ультразвуковых колебаний. Это эффективно способствует дополнительному устранению вредных микроорганизмов в резервуаре, где временно размещается молоко. Одновременно с этим, через перфорацию в стенках резервуара осуществляется воздействие краевого потока излучения СВЧ. Такое сочетание ультразвукового воздействия и электромагнитного излучения не только усиливает процесс обеззараживания, но и способствует улучшению общей чистоты молока [8].

Этот многомерный подход не только эффективен в уничтожении вредных микроорганизмов, но также обеспечивает оптимальные условия для сохранения свежести и качества молочных продуктов. Таким образом, это инновационное решение представляет собой симбиоз передовых технологий, направленных на повышение безопасности и качества молока, что делает его неотъемлемой частью современного производства молочных продуктов [9].

Таким образом, весь технологический процесс представляет собой комплексное воздействие различных физических факторов для обеззараживания молока, обеспечивая высокую степень безопасности и качества продукта.

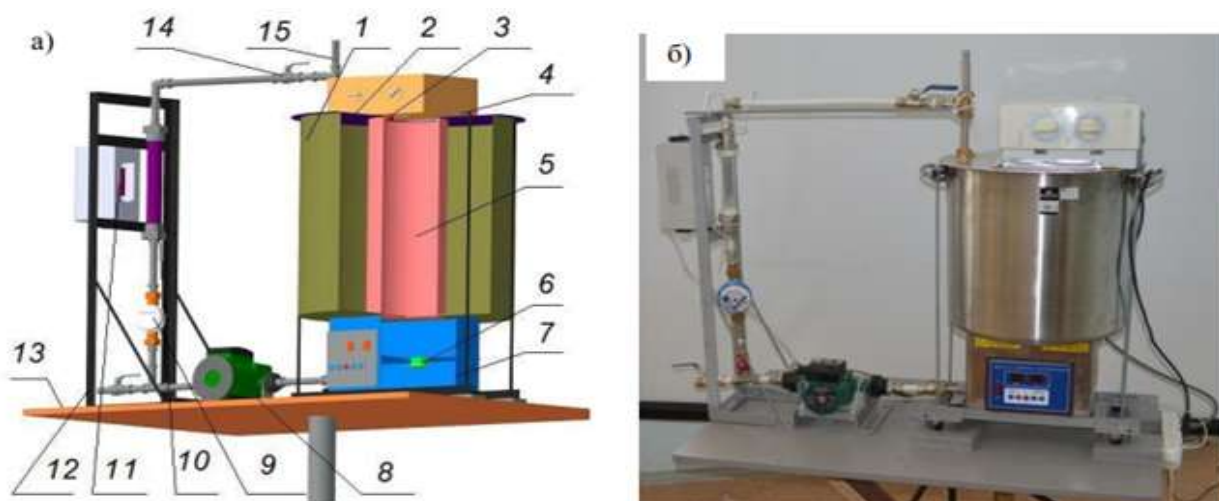


Рисунок 1– Установка для обеззараживания молока: а) пространственное изображение: 1 – цилиндрический экранирующий корпус, 2 – крышка, 3 – СВЧ-генератор, 4 – волновод, 5 – резонаторная камера, 6 – излучатели ультразвуковых колебаний, 7 – УЗ-генератор, 8 – насос, 9 – счетчик молока, 10 – трубка из увиолевого стекла, 11 – ультрафиолетовый облучатель, 12 – молокопровод, 13 – увиолевое стекло, 14 – системы вентиляей, 15 – патрубок подвода молока; б) лабораторный образец установки

В ходе исследования процесса обеззараживания молока были выделены ключевые параметры, которые влияют на эффективность этого процесса [10]:

1. Удельная мощность СВЧ-генератора (x_1): Это количество микроволновой энергии, применяемой для обеззараживания, в зависимости от единицы массы молока.

2. Продолжительность воздействия (x_2): Это время, в течение которого молоко находится под воздействием различных факторов, направленных на обеззараживание.

3. Удельная мощность УЗ-генератора (x_3): Это уровень энергии ультразвуковых колебаний, применяемых для обеззараживания молока, с учетом его массы.

В целях оптимизации рассматриваются следующие критерии:

1. Производительность установки (Y_1): Это количество обеззараженного молока, которое установка способна производить в течение определенного времени.

2. Энергетические затраты на обеззараживание молока (Y_2): Это показатель эффективности использования энергии в процессе обеззараживания, выраженный в кВт·ч на каждый килограмм молока.

3. Приращение температуры молока (Y_3): Это изменение температуры молока в результате процесса обеззараживания.

4. Общее микробное число в молоке (Y_4): Этот критерий оценивает эффективность обеззараживания, учитывая общее количество микроорганизмов в молоке.

Исследование направлено на поиск оптимальных параметров (удельной мощности, продолжительности воздействия, удельной мощности ультразвукового генератора), которые максимизировали бы производительность установки, минимизировали энергетические затраты, ограничивали приращение температуры молока и снижали общее микробное число в продукте.

В результате тщательного анализа экспериментальных данных и учета ключевых критериев в процессе обеззараживания молока, разработаны уравнения регрессии, которые представляют собой высокоточные математические модели описания этого процесса. Эти уравнения позволяют точно проследить, как обеззараживание молока происходит при воздействии различных переменных факторов, играющих ключевую роль в этом процессе [11].

Для визуализации и лучшего понимания этого сложного взаимодействия созданы графики и поверхности отклика, отражающие трехфакторные модели. Эти графические представления позволяют не только наблюдать за динамикой процесса обеззараживания, но и исследовать влияние различных переменных на конечный результат. Они являются важным инструментом для визуального анализа и интерпретации данных, обеспечивая более глубокое понимание взаимосвязей между различными факторами и эффективностью обеззараживания молока [12]. Графики отображают:

- Производительность установки по обеззараживанию молока: является комплексным показателем, зависящим от нескольких ключевых факторов и параметров.

- Изменение бактериальной обсемененности: Как изменяется количество бактерий в молоке в процессе обеззараживания, учитывая те же изменяемые факторы.

- Приращение температуры молока: Как меняется температура молока в результате обеззараживания;

- Энергетические затраты: Сколько энергии требуется для обеззараживания молока, в зависимости от тех же изменяемых факторов.

Эти графики и поверхности помогают лучше понять, как варьирование параметров влияет на ключевые аспекты процесса обеззараживания молока и, следовательно, помогают в оптимизации этого процесса [14].

Установка для очистки молока работает наилучшим образом при следующих условиях [15]:

1. Мощность микроволнового генератора (СВЧ): 4,2 Вт на каждый грамм молока.

2. Мощность ультразвукового генератора (УЗ): 0,625 Вт на каждый грамм молока.

3. Общее время обработки молока: 240 секунд.

При использовании этих оптимальных настроек получают следующие результаты:

1. Сколько молока установка обрабатывает в час: 14,5 кг.
2. На сколько поднимается температура молока: 56,8 градусов Цельсия.
3. Сколько энергии требуется для обработки каждого килограмма молока: 0,110 кВт·ч.
4. Уменьшение количества бактерий в молоке: с $5,1 \cdot 10^6$ до $0,08 \cdot 10^6$ КОЕ/см³.

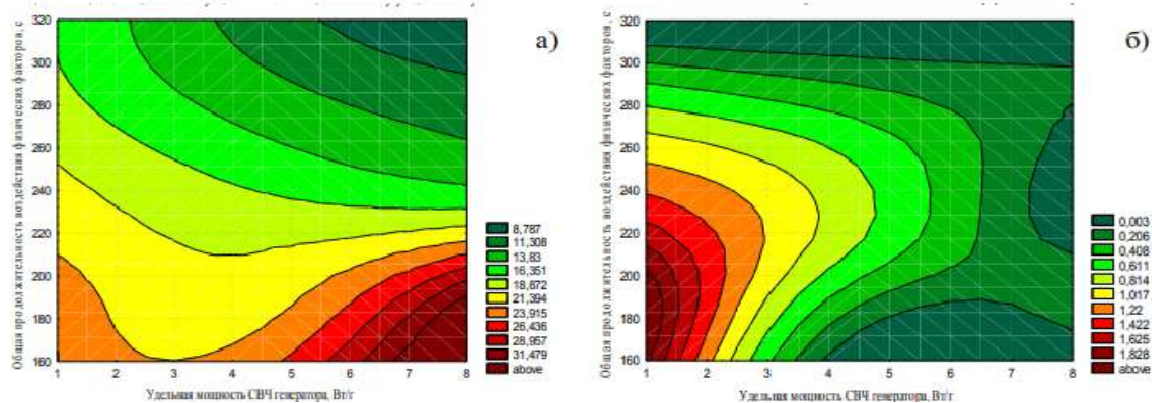


Рисунок 2 – Двумерное сечение в изолиниях трехфакторной модели: а) производительность установки; б) бактериальная обсемененность молока в зависимости от удельной мощности и продолжительности обеззараживания в установке при постоянной удельной мощности УЗ-генератора, равной 0,62 Вт/г

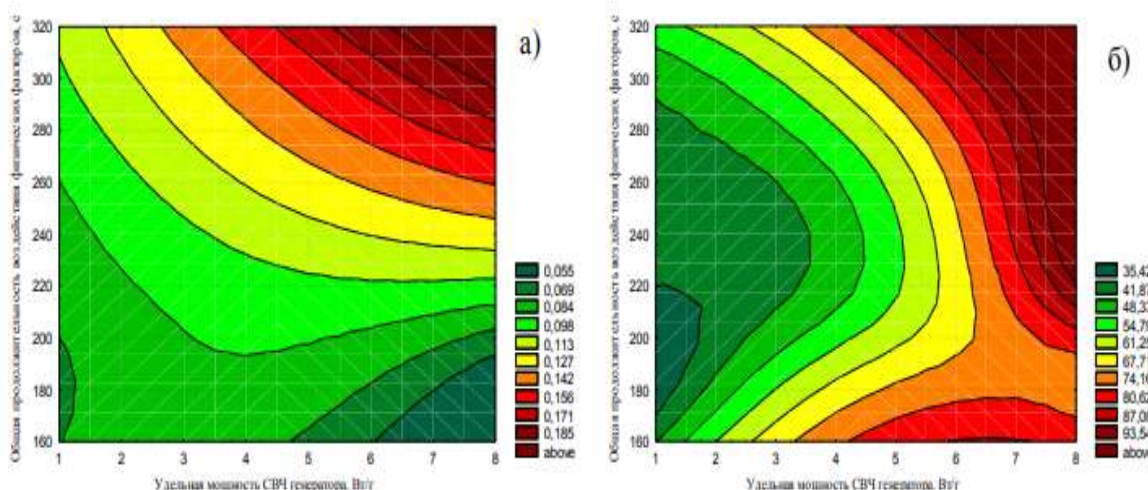


Рисунок 3 – Поверхность отклика трехфакторных моделей в зависимости от удельной мощности СВЧ-генератора и продолжительности обеззараживания в установке при постоянной удельной мощности УЗ-генератора: а) энергетические затраты на обработку молока; б) приращение температуры молока в процессе обеззараживания

Эти числа говорят о том, что установка работает очень хорошо, эффективно очищая молоко, используя минимум энергии и снижая количество бактерий в молоке.

Литература

1. К вопросу энергосберегающей сушки перги / Д. Н. Бышов [и др.] // Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов, Рязань, 18 декабря 2015 года. Том Выпуск 12. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 160-162.

2. Патент № 2660575 С2 Российская Федерация, МПК F26B 9/06, F26B 5/04, F26B 25/10. Установка для сушки перги : № 2016136571 : заявл. 12.09.2016 : опубл. 06.07.2018 / Д.

Е. Каширин, С. Н. Гобелев, Д. Н. Бышов, С. С. Морозов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

3. Причины отказов трансформаторов напряжением 10/0,4 КВ / С. Н. Гобелев, Н. Б. Нагаев, Н. Н. Якутин [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 145-151.

4. Милютин, М. А. Инфракрасный обогрев как средство энергоресурсосбережения на предприятиях АПК / М. А. Милютин, С. Н. Гобелев, А. В. Конкин // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : Материалы научно-практической конференции 2011 года, Рязань, 01 января – 31 2011 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 187-188.

5. Совершенствование энергосберегающих технологий извлечения перги / Н. В. Бышов [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – 192 с.

6. Разработка устройства для автоматизации процессов пчеловодства и удаленного мониторинга пасеки / Д. О. Олейник, С. Н. Гобелев, И. И. Шанина [и др.] // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академик МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 301-304.

7. Красников, А. С. К методике определения критической температуры тс в высокотемпературной сверхпроводящей керамике / А. С. Красников, С. Н. Гобелев, Н. Б. Нагаев // Опыт применения ИКТ в технологическом и естественнонаучном образовании: состояние, проблемы, перспективы : сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Коломна, 03–05 апреля 2019 года / ГОУ ВО МО «Государственный социально-гуманитарный университет». – Коломна: Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области "Государственный социально-гуманитарный университет", 2019. – С. 46-55.

8. Марченков, С. А. Анализ способов и технологий сушки зерна / С. А. Марченков, П. А. Леденева, С. Н. Гобелев // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 150-153.

9. Ловим пчелиный рой / А. Н. Алексеев, В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин, С. Н. Гобелев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2021. – № 2(13). – С. 34-38.

10. Патент № 2327344 С1 Российская Федерация, МПК А01К 1/02, А01К 31/00. Брудер для обогрева сельскохозяйственных животных и птицы : № 2006143013/12 : заявл. 06.12.2006 : опубл. 27.06.2008 / А. В. Дубровин, В. В. Борисов, А. Н. Изюмский, С. Н. Гобелев ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства (ГНУ ВИЭСХ).

11. Энергосберегающая установка для инфракрасной сушки перги / М. А. Милютин, А. А. Полякова, Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев // Молодые ученые в решении актуальных

проблем науки : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Троицк, 16–17 декабря 2015 года / ФГБОУ ВО "Южно-Уральский государственный аграрный университет". Том Секция 2. – Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2016. – С. 201-203.

12. Требования к пчелиным ульям / Н. А. Грунин, Д. М. Савушкин, В. В. Утолин, С. Н. Гобелев // Наука молодых - будущее России : сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 09–10 декабря 2021 года. Том 5. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 323-327.

13. К вопросу определения основных параметров охлаждающих систем в АПК / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, П. Э. Бочков, А. С. Купырева // Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 212-216.

14. Гобелев, С. Н. Охлаждение молока как процесс переработки продукции животноводства / С. Н. Гобелев, А. С. Купырева, С. И. Поляков // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 96-99.

15. Гобелев, С. Н. Использование различных видов излучающих установок в теплицах в условиях Рязанской области / С. Н. Гобелев, П. А. Леденева // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 107-112.

16. Ульянов, В. М. Вопросы теории машинного доения / В. М. Ульянов. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2006. – 112 с.

17. Кулибеков, К.К. Опыт реконструкции и модернизации современных молочных ферм и комплексов в Рязанской области / К.К. Кулибеков, О.В. Мирионкова // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона : 67-ая международная научно-практическая конференция. Рязань, 18 мая 2016 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2016. - С. – 84-89.

18. Макаров, Р.Р. Состояние и перспективы развития материально-технического обеспечения сельского хозяйства / Р.Р. Макаров, В.С. Конкина // Современная экономика: новые вызовы и решения в меняющемся мире : материалы Национальной студенческой научно-практической конференции. - 2023. - С. 57-61.

19. The use of modern robotic systems in the agro-industrial complex / I. G. Shashkova, L. V. Romanova, M. V. Kupriyanova, L. V. Cherkashina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Yekaterinburg, 15–16 октября 2021 года. – Yekaterinburg, 2022. – P. 012024.

20. Каширин, Д. Е. Повышение энергоэффективности оборудования для охлаждения молока / Д. Е. Каширин, Н. Б. Нагаев, А. А. Калмыков // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 109-115.

АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ФАКЕЛА РАСПЫЛА ЖИДКОСТИ РАСПЫЛИВАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ

И.А. Дембовский¹, С.А. Родимцев²

¹ФГБОУ ВО Орловский ГАУ имени Н.В. Парахина, г. Орел, РФ

²ФГБОУ ВО Орловский госуниверситет имени И.С. Тургенева, г. Орел, РФ

Аннотация. Оптимальным способом компенсации снижения равномерности распределения пестицида, при вертикальных колебаниях штанги опрыскивателя является управление геометрией факела распыла. В статье представлены результаты литературного обзора и патентного поиска способов и устройств изменения геометрических параметров факела распыла рабочих жидкостей. Предложена оригинальная классификация способов управления формой факела распыла.

Ключевые слова: опрыскивание, распыливающее устройство, факел распыла, классификация.

Summary. The optimal way to compensate for the decrease in the uniformity of pesticide distribution during vertical vibrations of the sprayer boom is to control the geometry of the spray pattern. The article presents the results of a literature review and patent search for methods and devices for changing the geometric parameters of the spray torch of working fluids. An original classification of methods for controlling the shape of a spray plume is proposed.

Key words: spraying, spraying device, spray torch, classification.

От качества внесения средств защиты на производственных посевах зависят такие факторы, как эффективность обработки, степень экологической нагрузки и экономичность выполняемой операции [7, 16]. В этих условиях на первый план выходят способы и средства механизации производственного процесса.

При использовании штанговых опрыскивателей, одной из актуальных задач является компенсация вертикальных колебаний штанги. Известно, что величина таких колебаний может составлять до 300 мм и более [8]. В этом случае, ширина полосы обработки каждым распылителем может изменяться на 38%. Уменьшение ширины зоны распыла способствует увеличению необработанной зоны и участков с превышением концентрации действующего вещества. Увеличение приводит к значительному сносу препарата.

Одним из наиболее универсальных способов компенсации качества внесения пестицидов при колебаниях распределяющей штанги может стать способ, основанный на принципах непосредственного управления геометрией факела распыла (ФР).

Так как формирование ФР осуществляется распыливающим устройством, способы управления распылом, безусловно, основаны на конструктивных особенностях распылителей, технологических режимах последних и, в меньшей степени, на сопутствующих условиях. Однако, если классификация, собственно, распыливающих устройств рассмотрена в литературе достаточно подробно [6, 11, 17], то принципам управления формообразованием ФР незаслуженно уделено гораздо меньшее внимание. Между тем, подобный анализ позволил бы не только упорядочить и позиционировать существующие методы, но и сформулировать новые, на основе вновь выявленных взаимосвязей между отдельными категориями.

Таким образом, цель настоящей работы заключается в описании и анализе применяемых принципов управления геометрическими параметрами факела распыла жидкости распыливающими устройствами.

В задачи работы входят анализ методов формирования ФР, на основе известных технических решений; разработка классификации способов управления формой факела распыла.

Использовались следующие методы научного исследования: литературный обзор и патентный поиск, глубиной не менее 30 лет; анализ теоретических основ рабочих процессов; методы описания, сопоставления, обобщения и классификации; выявление новых связей между объектами.

Установлено, что одним из наиболее распространенных способов изменения режима распыления жидких сред является применение комбинированных головок. Их конструкция предусматривает наличие сразу нескольких распыливающих элементов. Принцип работы таких устройств основан на последовательном сообщении выходного канала комбинированной головки с входным каналом требуемого распылительного элемента. К наиболее известным вариантам практического применения описанных устройств относятся револьверные комбинированные распыливающие головки и мультирежимные распыливающие насадки.

Мультирежимные распылители [5] находят преимущественное применение в быту (душевые и поливочные насадки). Ввиду их массового производства и использования относительно дешевых материалов, имеют низкую стоимость и являются более доступными. При использовании в более ответственных технологических процессах практически не применимы, ввиду низкой надежности и коротких сроков эксплуатации.

Напротив, револьверные комбинированные распыливающие головки [11] широко применяются, например, в сельскохозяйственном производстве. Распределительные системы (полевые штанги) практически всех современных опрыскивателей могут комплектоваться такими устройствами. Это предоставляет солидные преимущества по времени при смене технологического режима операции (норма внесения, расход рабочей жидкости, угол распыла и др.). Револьверные распыливающие головки достаточно надежны в эксплуатации, однако следует отметить значительную стоимость комплекта, дискретность изменения режимов и ограниченность (2...5) количества распылителей на одной головке.

Простейший способ изменения ширины захвата ФР при обработке площади заключается в изменении пространственных свойств потока рабочей жидкости. Так, при фиксированном угле ФР, управляя расстоянием от сопла форсунки до объекта обработки, легко добиться требуемой ширины полосы обработки. Вращением плоскоструйного распылителя вокруг своей оси, также возможно регулировать ширину полосы обработки. Здесь используется принцип изменения угла ФР в поперечно-вертикальной плоскости, по отношению к направлению движения опрыскивателя.

В практике находят применение оба этих способа. Изменение высоты положения распылителя применяют, обычно, при междурядной обработке посевов культиваторами. В этом случае, распылители монтируют непосредственно на грядилях секций [4]. При использовании принципа управления формой поперечно-вертикальной проекции ФР [1], на полевой штанге опрыскивателя устанавливают управляющие механизмы, регулирующие осевое положение распылителей в горизонтальной плоскости. Распылители смонтированы на поворотных устройствах, соединенных тягами с механизмом привода. Последний связан с управляющим устройством, сигналы на который исходят от датчиков положения распылителей относительно обрабатываемой поверхности. Стоит отметить, что способ осевого вращения ФР может быть реализован не только вращением распылителя, но и его форсунки (щелевого вкладыша).

Несмотря на кажущуюся простоту, способы управления ФР изменением пространственных свойств достаточно сложны технологически. К примеру, вертикальное перемещение форсунок требует использования сложных и энергоемких приводов. Применение способа осевого вращения более доступно, хотя и имеет смысл исключительно в отношении плоскофакельных распылителей.

Принцип управления геометрией ФР варьированием расхода рабочей жидкости во времени (изменением давления), основан на таких свойствах жидкости, как плотность и сжимаемость.

Из теории известно [10], например, что в форсунке центробежного типа расход жидкости приблизительно прямо пропорционален корню квадратному из перепада давления.

Угол ФР поддается регулировке давлением в меньшей степени, чем расход и степень распыла жидкости. Известно [14], что угол распыла заметно изменяется при давлении до 0,5 МПа, стабилизируясь при дальнейшем увеличении давления. Так, если максимальное давление подачи составляет 0,6 МПа, то для уменьшения расхода в 20 раз необходимо снизить давление до 0,5 кПа, однако при столь низком давлении струя жидкости практически не распадается на капли.

Тем не менее, рассматривая корневой угол ФР, как функцию внутренней геометрии распылителя и его режимных параметров, знания о влиянии давления на параметры распыла также представляют ценность.

Так, в работе [19] отмечается, что, по всей вероятности, корневой угол распыла может зависеть от условий, определяемых формой и размером сопла, а также рабочим давлением, плотностью, поверхностным натяжением и вязкостью жидкости. Несколько позднее эмпирическое соотношение корневого угла ФР и комплекса конструктивно-технологических показателей было получено с помощью экспериментов Rizk и Lefebvre [21].

Помимо простейшего способа регулирования расхода жидкости в гидросистеме регуляторами давления, к техническим решениям изменения геометрии ФР относят включение в конструкцию распылителя регулируемых гидравлических сопротивлений. Известны схемы распыливающих устройств с управляемыми дефлекторами [15], дросселирующими элементами конфузора [9], набором дроссельных элементов [5].

Распылитель с управляемым дефлектором [15] имеет регулятор гидравлического сопротивления, функционирующий в качестве упругого отражателя в районе поперечного паза. Утверждается, что при углах передней стенки поперечного паза распылителя с направлением потока $\beta \leq 45^\circ$, с изменением расхода жидкости угол ФР плавно регулируется в пределах $15 \dots 180^\circ$.

В дождеобразующем устройстве по патенту [9], изменение давления реализуется дросселирующим элементом, на перегородке которого установлен усеченный конус. Последний входит в конфузор дождевальнoй насадки и выполнен с центральным углом, равным центральному углу конфузора. Управление расходом жидкости осуществляется осевым перемещением усеченного конуса. В определенной степени, этим достигается управление углом ФР дождевателя.

Входящий в комплект распылителя дроссельный пакет, состоящий из отдельных последовательно установленных дроссельных вставок [13], также способен регулировать расход жидкости через распылитель, влияя на геометрические параметры ФР. В этом случае, управление расходом жидкости осуществляется установкой требуемого количества дроссельных вставок в пакете. Как и в предыдущих примерах, изменение расхода жидкости в таких распылителях способствует изменению геометрических характеристик распыления.

К результатам исследований, доказывающих влияние давления в гидросистеме на геометрию ФР, относятся данные в работах [18, 20].

Одним из условий, влияющих на формирование распыла жидкости можно считать скорость потока в распылителе. Отмечается [10], что при малой скорости истечения (небольшом давлении) основным фактором, приводящим к разрушению жидкостной пленки, является сила тяжести. Под ее воздействием уже на небольшом расстоянии от выходного отверстия вертикально установленного распылителя, края пленки загибаются вниз, и она приобретает форму грибка. Увеличение скорости истечения приводит к увеличению размеров пленки и, в целом, к увеличению угла факела распыла жидкости.

В качестве примеров управления углом распыла потока на выходе из распылителя с помощью скорости потока можно предложить конструкции, описанные в работах [2, 3, 12].

При этом в патенте [2], заявленный результат достигается путем изменения длины камеры расширения, т.е. - расстояния между соплом и ячеистой сетки для дополнительного дробления жидкости. Схожий принцип регулирования угла ФР посредством изменения скорости потока реализован в решениях [3, 12]. Принципиальным отличием последних является лишь применение данного способа для центробежных распылителей.

Так, в распылителе жидкости по патенту [3], генерирование газочапельных осесимметричных потоков с требуемой дисперсностью и углом ФР, осуществляется положением завихрителя. С этой целью завихритель выполнен с возможностью перемещения вдоль оси симметрии корпуса распылителя и соединен с управляющим штоком. Увеличение длины участка завихрения влечет потери скорости, вследствие увеличивающихся сил трения. В конечном итоге, это способствует уменьшению корневого угла ФР.

По своей сути, техническое решение, сформулированное в патенте [12] не отличается от предыдущего. Однако, здесь изменение длины камеры завихрения реализовано за счет возможности осевого перемещения наружного цилиндра, относительно неподвижного завихрителя.

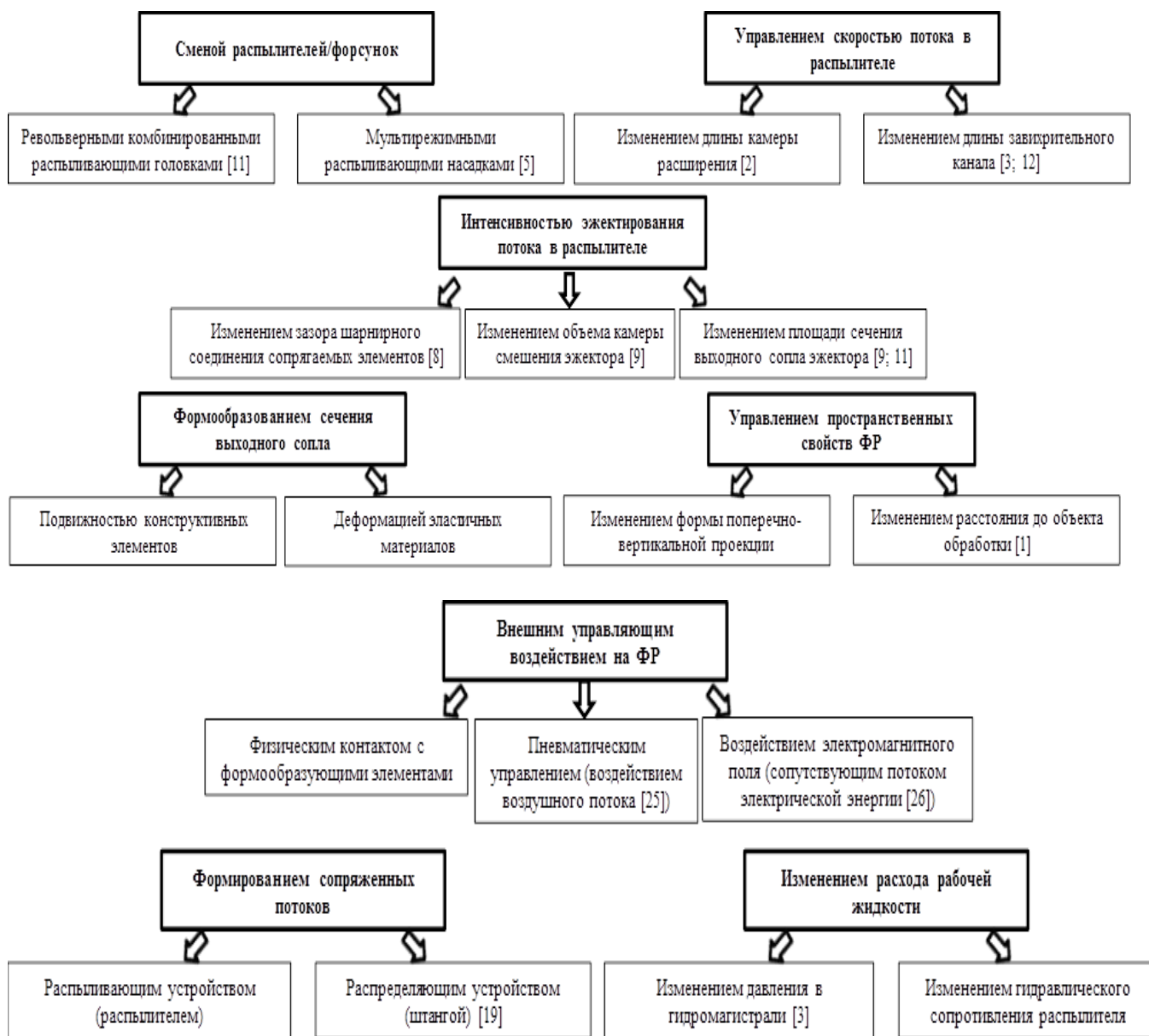


Рисунок 1 – Классификация способов управления формой факела распыла

Стоит отметить, что управление корневым углом распыла лишь скоростью потока намного менее эффективно, по сравнению с изменением пространственных свойств ФР или геометрией отражающих поверхностей. К тому же, в [3, 12] способы изменения геометрических характеристик ФР скоростью истечения жидкости решаются отношением тангенциальной и осевой скоростей потока.

Детальное изучение этих и других известных конструкций распылителей, позволило разработать трехуровневую классификацию управляемых распыливающих устройств (рис. 1). Данная классификация включает 9 основных признаков распылителей по способу регулирования геометрии факела распыла: сменой распылителей; управлением скоростью потока в распылителе; интенсивностью эжектирования потока; формообразованием сечения выходного сопла; управлением пространственных свойств факела распыла; внешним управляющим воздействием на факел; формированием сопряженных потоков; формообразованием факела распыла свойствами отражающих поверхностей; изменением расхода рабочей жидкости. Разработанная классификация может служить не только для изучения известных принципов регулирования угла распыла, но и для их комбинирования, с целью создания новых способов управления геометрией распыляемого потока рабочей жидкости.

Литература

1. Авторское свидетельство № 650589 А1 СССР, МПК А01М 7/00. Распылитель : № 2551706 : заявл. 22.11.1977 : опубл. 05.03.1979 / А. И. Билык, И. П. Масло, П. Г. Судак ; заявитель Украинский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства.

2. Патент № 2329873 С2 Российская Федерация, МПК В05В 7/00, В05В 7/28. распылитель жидкости : № 2006130489/12 : заявл. 24.08.2006 : опубл. 27.07.2008 / А. Л. Душкин, А. В. Карпышев, Н. Н. Рязанцев.

3. Патент на полезную модель № 54825 U1 Российская Федерация, МПК В05В 1/34. распылитель жидкости : № 2006104333/22 : заявл. 14.02.2006 : опубл. 27.07.2006 / А. Л. Душкин, В. И. Жданов, А. В. Карпышев.

4. Технология и комбинированное средство для ухода за посевами сахарной свеклы / А. И. Завражнов [и др.] // Наука в центральной России. – 2016. – № 2(20). – С. 5-11.

5. Патент № 2786611 С2 Российская Федерация, МПК А62С 31/02. распылительная головка для жидкого огнетушащего вещества : № 2021112366 : заявл. 30.09.2019 : опубл. 22.12.2022 / Я. Иноэ, М. Ябусита, М. Камо, К. Ватанабэ ; заявитель КОАЦУ КО., ЛТД.

6. Крук, И.С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей / И.С. Крук, Т.П. Кот, О.В. Гордеенко. – Минск : БГАТУ, 2015 – 284 с.:

7. Маркевич, А.Е. Основы эффективного применения пестицидов: Справочник в вопросах и ответах по механизации и контролю качества применения пестицидов в сельском хозяйстве/ А.Е. Маркевич, Ю.Н. Немировец. – Горки: учреждение образования «Могилевский государственный учебный центр подготовки, повышения квалификации, переподготовки кадров, консультирования и аграрной реформы», 2004. – 60 с.

8. Мезникова, М.В. Исследование проблем защиты растений от химически опасных воздействий в условиях чрезвычайных ситуаций / М.В. Мезникова // Вестник НЦ БЖД.– 2019.–№ 2 (40).– С. 11-12.

9. Патент № 2417845 С1 Российская Федерация, МПК В05В 1/00. Дождеобразующее устройство дождевальнoй машины : № 2010105635/05 : заявл. 18.02.2010 : опубл. 10.05.2011 / Г. В. Ольгаренко, С. С. Турапин, В. Д. Липин, С. Л. Шленов ; заявитель Федеральное государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга" (ФГНУ ВНИИ "Радуга").

10. Пажи, Д.Т. Основы техники распыливания / Д.Т. Пажи, В.С. Галустов.– М.: Химия, 1984. –256 с.
11. Родимцев, С. А. Механизация химической защиты растений. Полевые опрыскиватели / С. А. Родимцев, В. М. Дринча. – Орел : Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2005. – 215 с.
12. Патент на полезную модель № 156862 U1 Российская Федерация, МПК В05В 1/30, В05В 1/34. Распылитель опрыскивателя : № 2015122968/05 : заявл. 15.06.2015 : опубл. 20.11.2015 / Ю. В. Самсонов, П. А. Догода, В. В. Красовский ; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского"
13. Патент № 2399429 С1 Российская Федерация, МПК В05В 1/30. Форсунка для распыления жидкостей, например удобрений и пестицидов : № 2009104114/12 : заявл. 06.02.2009 : опубл. 20.09.2010 / С. Р. Соболев, И. Б. Козлов, Г. В. Романов [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства (ГНУ ВИМ Россельхозакадемии).
14. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. – Москва : Издательство КолосС, 2003. – 624 с. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). – ISBN 5-9532-0029-3.
15. Авторское свидетельство № 1498446 А1 СССР, МПК А01М 7/00. Распылитель : № 4319307 : заявл. 15.09.1987 : опубл. 07.08.1989 / И. В. Шершабов ; заявитель Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты растений.
16. Analysis of nozzle spray distribution for different nozzle height and pressure. March, 2022. AgricEngInt: CIGR Journal. - Open access at <http://www.cigrjournal.org>. Vol. 24, No.1.
17. Malik, R.K., Pundir, A., Dar, S.R., Singh, S.K., Gopal, R., Shankar, P.R., Singh, N. and Jat, M.L. 2012. Sprayers and Spraying Techniques – A manual, CSISA, IRRI and CIMMYT. 20 pp.
18. Prediction of the Impact of Nozzle Geometry on Spray Characteristics / M. Mohamed [et al] // ACS Omega 2021, 6, 6218–6230.
19. Montgomery, R. Shafer. Applications of Dimensional Analysis to Spray-Nozzle Performance Data / R. Montgomery Shafer, L. Harry // Journal of Research of the National Bureau of Standards. Vol. 52, No. 3, March 1954. Research Paper 2482.
20. Effect of Cavitating Flow on the Flow and Fuel Atomization Characteristics of Biodiesel and Diesel Fuels / Park, S.H.; Suh,H.K.; Lee, C.S. // Energy Fuels 2008, 22, 605–613.
21. Rizk, N.K. Prediction of velocity coefficient and spray cone angle for simplex swirl atomizers / N.K. Rizk, A.H. Lefebvre // International Journal of Turbo and Jet Engines 4, no. 1-2 (1987): 65-74.
22. Исследование смесеобразования и показателей работы двигателя с факельным дожиганием неравномерно распределенной рабочей смеси / О. О. Максименко, Е. С. Семина, А. А. Слободскова, П. В. Милониди // Инновационный вектор развития отечественного АПК : Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 319-329.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА В ТЕХНОЛОГИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЗЕРНОВОЙ ЧАСТИ УРОЖАЯ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

М.А. Есенин¹, И.А. Есенина¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования БПЛА в технологиях утилизации соломы в качестве удобрения. Предлагается использовать БПЛА для мониторинга развития всходов и составления карт заданий. Затем карта задания загружается в бортовой компьютер машинно-тракторного агрегата для регулировки скорости внесения рабочего раствора.

Ключевые слова: БПЛА, удобрения, солома, карта задания.

Summary. The article examines the prospect of using UAVs for chopping straw and using it as fertilizer. It is proposed to use UAVs to monitor plant development and map the task. Subsequently, the task card is loaded into the shredder computer to adjust the rate of application of the working solution.

Key words: UAV, fertilizers, straw, task card.

Стремительно растущее население планеты требует от сельского хозяйства получения все более высоких урожаев. При этом растущие цены на минеральные удобрения вынуждают аграриев искать новые способы повышения плодородия почвы. Одной из перспективных технологий повышения плодородия почвы является использование незерновой части урожая в качестве удобрения. При использовании пожнивных остатков в качестве удобрения в почву поступают такие элементы, как азот, фосфор, калий, ряд микроэлементов. Заделка пожнивных остатков положительно влияет на структуру почвы и водный режим почвенного слоя, а также приводит к накоплению гумуса в почве.

Технология использования пожнивных остатков в качестве удобрения предусматривает обработку измельченных пожнивных остатков препаратами, ускоряющими процесс разложения органических веществ, и азотными удобрениями с последующей заделкой измельченной массы в верхний слой почвы.

Технология измельчения пожнивных остатков предусматривает использование различных машин:

- зерноуборочный комбайн, оборудованный измельчителем и опрыскивателем;
- зерноуборочный комбайн, оборудованный устройством для внесения рабочего раствора;
- зерноуборочный комбайн без измельчителя и измельчитель-мульчировщик с опрыскивателем;
- зерноуборочный комбайн и агрегат для утилизации незерновой части урожая.

Наиболее перспективным видится применение агрегата для утилизации незерновой части урожая [1, 2].

Рассматриваемый агрегат оснащен сканирующим устройством, позволяющим определять профиль вала незерновой части урожая перед измельчением. Определение профиля вала необходимо для работы аналитического блока, рассчитывающего количество рабочего раствора, необходимого для обработки измельченной массы [3, 4, 5, 6].

Рассматриваемая технология имеет определенные недостатки и может быть улучшена. В последнее время большую популярность набирает применение БПЛА в сельском хозяйстве. Аппараты вертолетного типа активно используются для внесения удобрений, химикатов, средств защиты растений для борьбы с болезнями и вредителями. Аппараты с неподвижным крылом (самолетного типа) нашли широкое применение в

аэрофотосъемке. При оснащении БПЛА мультиспектральной камерой возможно получение карт с индексом NDVI. Подобные карты позволяют наглядно представлять динамику развития растений на каждом участке поля.



Рисунок 1 – БПЛА DJI Phantom с мультиспектральной камерой Parrot Sequoia

Построение карт с индексом NDVI требует определенного времени при постобработке материала, собранного в ходе полета. Однако такие карты, сделанные с использованием БПЛА обладают рядом преимуществ: большее наземное разрешение, по сравнению со спутниковыми снимками, возможность получения данных в облачную погоду, большая временная актуальность данных.

Для построения карт с индексом NDVI на БПЛА требуется установить мультиспектральную камеру, например, Parrot Sequoia. Снимки полученные с данной камеры обрабатываются прикладным программным обеспечением, таким как Agisoft Metashape.

Собирая в течение сезона данные о развитии растений к моменту выполнения операции по измельчению пожнивных остатков и использованию их в качестве удобрения можно сформировать достаточно точные зоны плодородия поля. Для этого можно использовать программное обеспечение Спутник АГРО. На основании разделения поля на зоны плодородия формируется карта - задание для агрегата для утилизации незерновой части урожая. Карта – задание загружается в аналитический блок агрегата, который получает данные со сканирующего устройства, определяющего профиль валка. На основании профиля валка аналитический блок рассчитывает норму внесения рабочего раствора для каждого конкретного участка поля, после чего сверяется с картой – заданием и корректирует норму внесения.

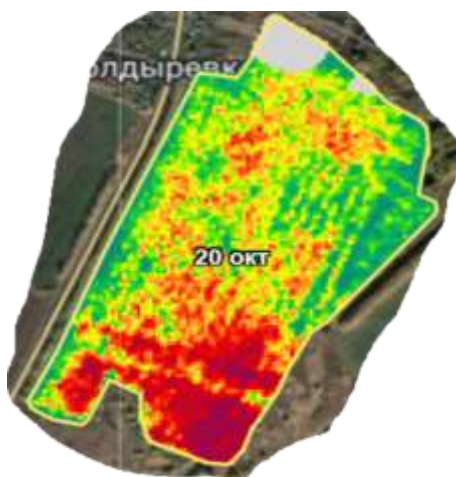


Рисунок 2 – Карта с индексом NDVI

Подобный алгоритм позволит оптимизировать работу агрегата для утилизации незерновой части урожая, улучшить качество почвы в зонах с низкой продуктивностью и оптимально разложить пожнивные остатки в зонах с высокой продуктивностью.

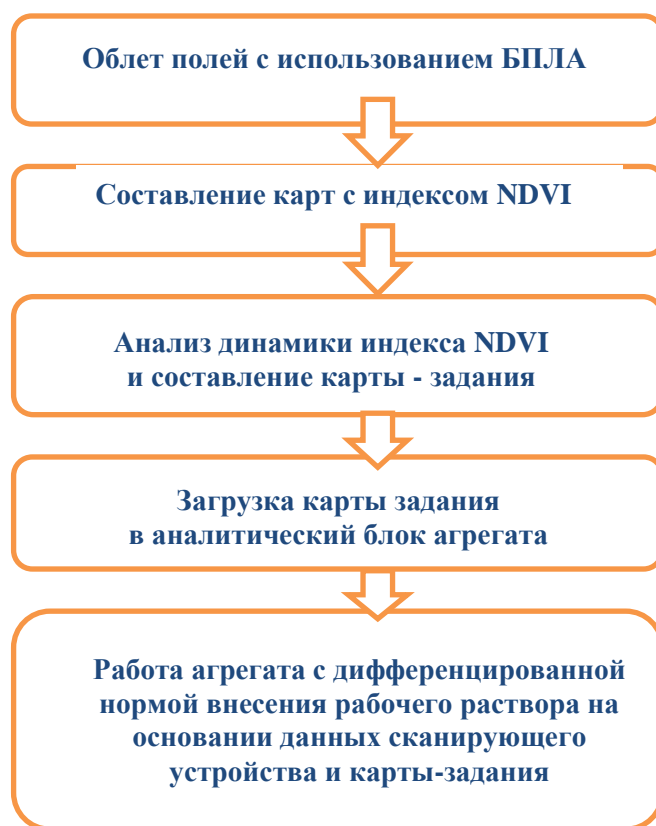


Рисунок 3 – Алгоритм работы агрегата в режиме комбинированного дифференцированного внесения рабочего раствора

Применение подобной комбинированной схемы дифференцированного внесения материалов возможно и на других операциях, например, при внесении минеральных удобрений.

Литература

1. Патент на полезную модель № 116007 U1 Российская Федерация, МПК A01D 34/43, A01F 29/00. Устройство для утилизации незерновой части урожая : № 2011145324/13 : заявл. 08.11.2011 : опубл. 20.05.2012 / Н. В. Бышов, А. Н. Бачурин, И. Ю. Богданчиков, А. И. Мартышов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнический университет имени П.А. Костычева".

2. Патент на полезную модель № 191231 U1 Российская Федерация, МПК A01D 34/43. Устройство для утилизации незерновой части урожая : № 2019100379 : заявл. 09.01.2019 : опубл. 30.07.2019 / И. Ю. Богданчиков, Н. В. Бышов, А. Н. Бачурин [и др.] ; заявитель Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение Высшего Образования "Рязанский Государственный Агротехнологический Университет Имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

3. К вопросу об эффективном использовании соломы для сохранения почвенного плодородия / Н. В. Бышов, А. Н. Бачурин, И. Ю. Богданчиков, А. И. Мартышов // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : Сборник

научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, Рязань, 05–06 августа 2012 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2012. – С. 59-63.

4. Качармин, А. А. Пути совершенствования технологии утилизации незерновой части урожая в качестве удобрения / А. А. Качармин, М. А. Есенин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – № 1(8). – С. 91-95.

5. Есенин, М. А. Технологическое обслуживание машинно-тракторных агрегатов при уборке незерновой части урожая / М. А. Есенин // Материалы 69-й научно-практической конференции студентов и аспирантов : сборник научных статей: в 2 частях, Мичуринск, 21–23 марта 2017 года. Том Часть I. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2017. – С. 168-170.

6. Богданчиков, И. Ю. Использование цифровых технологий при утилизации соломы / И. Ю. Богданчиков // Управление рисками в АПК. – 2023. – № 2(48). – С. 13-20.

7. Богданчиков, И. Ю. Вопросы эксплуатации машинно-тракторного парка применимые для БПЛА в условиях АПК / И. Ю. Богданчиков // Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Совещания Советов молодых учёных и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа, Рязань, 07–08 апреля 2021 года. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 68-72.

8. Технологии уборки незерновой части урожая / С. Р. Высоколов, Н. Е. Лузгин, В. В. Утолин, М. В. Поляков // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2022. – № 3(16). – С. 86-92.

9. Bogdanchikov, I. Y. Digital technology for the disposal of the non-cereal portion of the crop as fertilizer / I. Y. Bogdanchikov, V. A. Romanchuk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : conference proceedings, Krasnoyarsk, Russia, 13–14 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 421. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42008.

10. Романова, Л. В. Внедрение технологии Интернета вещей в АПК / Л. В. Романова // Инженерные решения для агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 24 марта 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 135-140.

УДК 631.356.46

ОБЗОР УСТРОЙСТВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СЕПАРАЦИИ ПОЧВЫ ПРУТКОВЫМИ ЭЛЕВАТОРАМИ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

В.Д. Липин¹, Т.В. Подлеснова¹, А.В. Безруков¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Предлагается к рассмотрению устройства, позволяющие улучшить разрушение подрезаемого лемехами клубненосного пласта, измельчение почвенных комков и улучшить отделение почвы от клубней картофеля прутковыми элеваторами картофелеуборочных машин. Рассматриваемые устройства обеспечивают уменьшение потерь картофеля при уборке и увеличение рабочей скорости картофелеуборочных машин.

Ключевые слова: Картофель, картофелекопатель, картофелеуборочный комбайн, скоростной прутковый элеватор, лемех, опорный каток, клубненосный пласт, клубненосный гребень, диск.

Summary. It is proposed to consider devices that improve the destruction of the ploughshare clipped corm, grinding soil lumps and improve the separation of soil from potato tubers with rod elevators of potato harvesting machines. The devices in question reduce potato losses during harvesting and increase the operating speed of potato harvesting machines.

Keywords: Potatoes, potato digger, potato harvester, high-speed bar elevator, ploughshare, support roller, tuber-bearing layer, tuber-bearing crest, disc.

Процесс уборки картофелеуборочными машинами затруднен тем, что в клубненосном гребне почвы содержится по массе всего до 3 процентов [1]. Кроме того, так как картофель считается вторым хлебом, картофель выращивают по всей России, даже на Камчатке. Нет возможности изготавливать картофелеуборочные машины для одной климатической зоны.

Поэтому, например, картофелекопатель КТН-2В, снабженный двумя прутковыми элеваторами и пассивными лемехами применяют не только на легких и средних почвах, а также тяжелых почвах влажности до 27% [1].

В Рязанской области почвы в основном суглинистые. На суглинистых почвах рекомендуется использовать картофелекопатель КСТ-1,4, который снабжен тремя прутковыми элеваторами и колеблющими лемехами. Однако даже при выполнении диссертационных работ за базовую машину принимают зачастую картофелекопатель КТН-2В. Картофелекопатели КТН-2 и КСТ-1,4 видимо еще долго будут использоваться для подкапывания картофеля на не больших участках. Безусловно, можно улучшить сепарацию почвы прутковыми элеваторами, если уменьшить рабочую скорость картофелекопателя.

Если учитывать, что картофелевод сохой на одной лошади проводил вспашку почвы, нарезку гребней и борозд, проводил окучивание, а также подкапывание и разрушение клубненосного гребня. Можно с удивлением сказать «как не совершенны картофелекопатели, которые агрегируются с тракторами МТЗ-80». У трактора МТЗ80/82 четырехтактный, четырехцилиндровый двигатель Д-240 с водяным охлаждением. Рабочий объем цилиндров составляет 4,75 л. При номинальной частоте вращения коленчатого вала 2200 мин⁻¹ двигатель развивает мощность в 80 л. с.

Можно с усмешкой заметить и сказать, что картофелекопатель КТН-2В, который подкапывает два клубненосного гребня картофеля, агрегируется с большим табуном лошадей. После подкапывания картофеля сохой, а также и картофелекопателем, клубни собирали рабочие вручную.

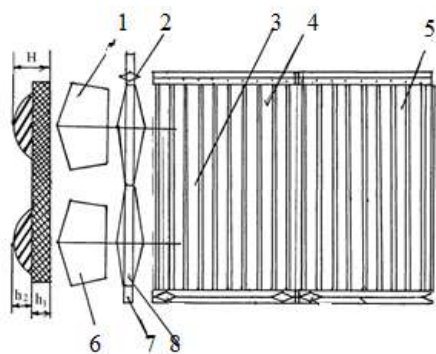
При хорошей советской власти автомобили, трактора и сельскохозяйственные машины через 8 лет эксплуатации, даже если машина простояла, списывались, а металлом отправлялся на вторчермет.

Можно провести анализ машин и сказать: «Как не совершенны машины для уборки картофеля!».

При разработке энергосберегающей технологии возделывания экологически чистого картофеля решаются задачи по совершенствованию картофелеуборочных машин [2] Совершенствование картофелеуборочных машин [3] можно обеспечить путем увеличения рабочей скорости картофелеуборочной машины, уменьшения потерь и улучшения отделения почвы от клубней сепарирующими элеваторами.

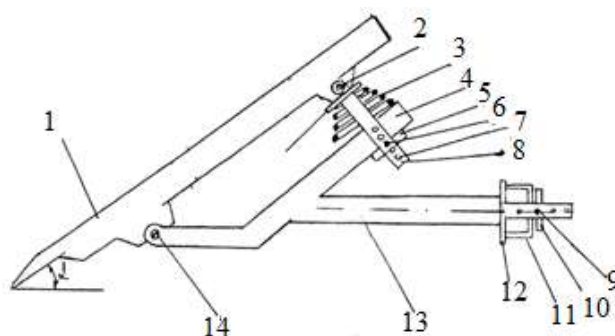
Качественного отделения почвы от клубней сепарирующим и прутковыми элеваторами можно обеспечить путем разработки и совершенствования рабочих органов, подрезаемых клубненосный гребень и измельчения клубненосного пласта и почвенных комков, перемещаемых на прутковые элеваторы.

У картофелекопателя № 113450 [4] для измельчения подрезаемого клубненосного гребня, вал-ротор установлен между лемехами и прутковым элеватором и снабжен закрепленными треугольными пластинами (рис. 1).



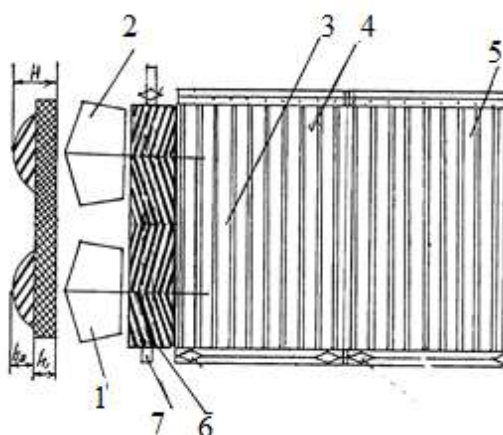
1, 6-лемех, 2-звездочка, 3-скоростной прутковый элеватор, 4-основной прутковый элеватор, 5-каскадный прутковый элеватор, 7-вал, 8-вал-ротор
Рисунок 1 – Картофелекопатель по патенту № 113450

У картофелекопателя № 132944 [5] лемех 1 подпружинен относительно кронштейна 4 в вертикальной плоскости посредством конической пружины сжатия 3. Пружины позволяют уменьшить сгуживание почвы перед прутковым элеватором и улучшить крошение клубненосного пласта (рис. 2).



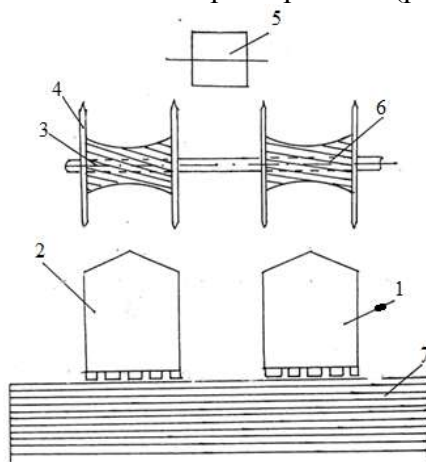
1-лемех, 2-болт, 3-коническая пружина, 4-кронштейн, 5, 10-гайка, 6-шплинт, 7, 9-отверстие, 8-кронштейн, 11-рама, 12-упорная шайба, 13-кронштейн, 14-болт,
Рисунок 2 - Картофелекопатель по патенту № 132944

У картофелекопателя № 144488 [6] за подкапывающими лемехами 1 и 2 перед скоростным прутковым элеватором 3 установлен прутковый ротор. Прутковый ротор изготовлен в виде приводного вала 7 с фланцами. На фланцах вала 11 закреплены прутки по непрерывной ломанной линии (рис. 3).



1, 2- лемеха, 3-скоростной прутковый элеватор, 4-основной прутковый элеватор, 5- каскадный прутковый элеватор, 6-прутковый ротор, 7-вал
Рисунок 3 – Картофелекопатель по патенту № 144488

У картофелекопателя №147048 [7] перед каждым лемехом установлен с возможностью свободного вращения комкоразрушающий копирующий прутковый каток. Каток изготовлен с центральной образующей поверхностью в виде однолопастного гиперboloида. По образующей поверхности гиперboloида закреплены прутки. Прутковый каток снабжен дисками, изготовленными с острой кромкой (рис. 4).

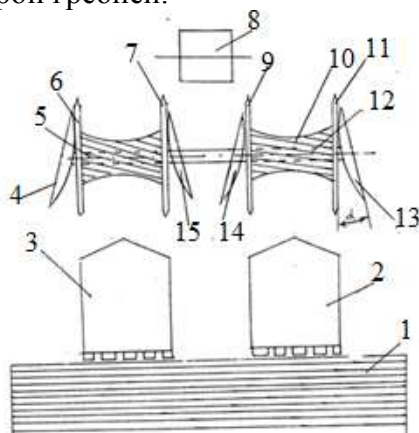


1, 2-лемеха, 3, 6-прутковые катки, 4-диск, 5-опорное колесо, 6-скоростной прутковый элеватор

Рисунок 4 – Картофелекопатель по патенту № 147048

Комкоразрушающие копирующие прутковые катки 3 и 6, разрушают почвенную корку гребней и позволяют подать разрыхленную клубненосную почву на скоростной прутковый элеватор 7.

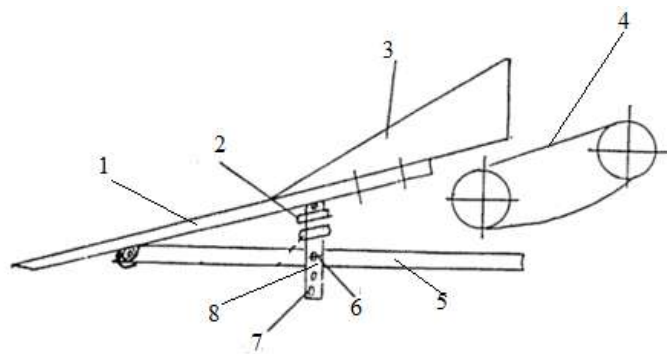
У картофелекопателя по патенту № 152026 [8] перед лемехами установленные комкоразрушающие копирующие прутковые катки, изготовлены в виде однолопастного гиперboloида (рис. 5). По образующей поверхности катков закреплены прутки. Кроме того, к торцовым стенкам пруткового катка установлены диски с острой кромкой. Катки снабжены заостренными сферическими дисками, установленными под углом α между плоскостью вращения пруткового катка и линией движения картофелекопателя. Диски отрезают и разрушают почву с боковых сторон гребней.



1-скоростной прутковый элеватор, 2, 3-лемеха, 4, 13, 14, 15-сферические диски, 5, 10-прутковые катки, 6, 7, 9, 11-диски, 8-опорное колесо

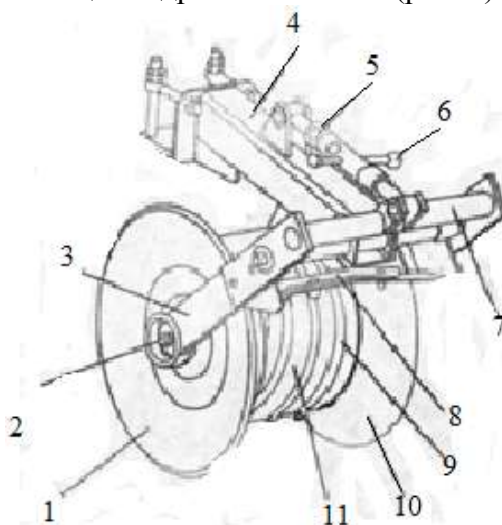
Рисунок 5 – Картофелекопатель по патенту № 152026

У картофелекопателя № 2554452 [9] на лемехах закреплены делители клубненосного пласта, выполненные в виде гиперболического конуса. Основание конуса установлено над скоростным прутковым элеватором, с возможностью продольного перемещения по лемехам (рис. 6).



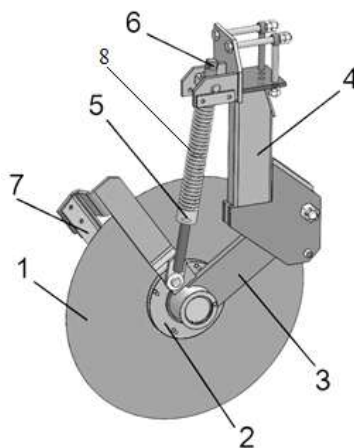
1-активный лемех, 2-коническая пружина, 3-делитель, 4-скоростной прутковый элеватор, 5-кронштейн, 6-шплинт, 7-отверстие, 8- кронштейн
Рисунок 6 – картофелекопатель по патенту № 2554452

У картофелеуборочного комбайна по патенту № 194510 [10, 11] каток снабжен полукольцами, закрепленными по цилиндрической части (рис. 7).



1, 10-полый усеченный конус, 2-опора подшипниковая, 3-боковина, 4-кронштейн, 5-механизм, 6-рукоятка, 7-шарнирная рамка, 8-чистик, 9, 11-полукольца
Рисунок 7 – Опорный каток картофелеуборочного комбайна по патенту № 194510

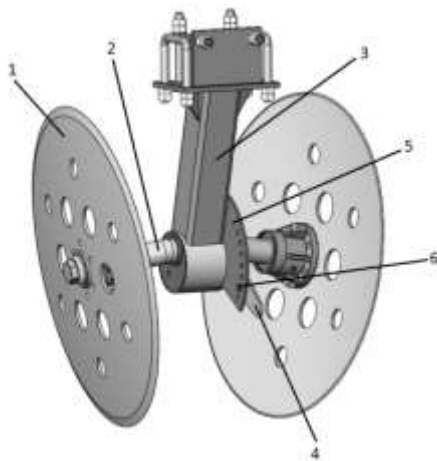
У картофелеуборочного комбайна по патенту № 196634 [12] диски предназначены для вырезания клубненосного пласта грядки и подачи его по поверхности лемехов на полотно элеватора (рис. 8).



1-плоский диск, 2-ось, 3-кронштейн, 4-стойка, 5-амортизатор, 6-винтовой стержень, 7-чистик, 8-пружина
Рисунок 8 – Диск (правый или левый) по патенту № 196634

Плоский диск 1, закреплён на оси 2, которая в свою очередь с помощью подшипников установлена в поворотном кронштейне 3. С помощью стойки 4 диск крепится к раме. Между поворотным кронштейном 3 и стойкой 4 установлен амортизатор 5.

У картофелеуборочного комбайна ККР-2 [3] диски предназначены для вырезания клубненосного пласта, сдавливания этого пласта и подачи его по поверхности лемехов на полотно элеватора (рис. 9).



1-сферический диск, 2-ось, 3-стойка, 4-рычаг, 5-сектор, 6-ось,

Рисунок 9 – Диски выкапывающие

Сферические диски 1, закреплены на изогнутой оси 2 с помощью подшипниковых опор. В свою очередь ось 2 совместно с рычагом 4 поворачивается во втулке стойки 3 и крепится к сектору 5 в необходимом положении осью 6.

При повороте оси 2 кронштейном 4 изменяется ширина захвата дисков и угол их схождения.

Практикой установлено, что в подавляющем большинстве случаев фиксация кронштейна 4 на втором или третьем отверстии снизу кронштейна 5 является наиболее оптимальным.

Тем не менее, в каждом конкретном случае положение дисков определяется практическим путём, добиваясь подрезания пласта и продвижение его по лемеху к полотну элеватора без сгуживания.

Увеличение урожайности можно обеспечить за счет нового способа посадки картофеля [13], который позволяет предотвратить подачу не клубненосной почвы на прутковые элеваторы картофелеуборочных машин.

Литература

1. Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. / В.М. Халанский, И.В. Горбачев.– М.: КолоС, 2004 – С. 422-431.

2. Липин, В. Д. Энергосберегающая технология возделывания и уборки экологически чистого картофеля / В. Д. Липин, Т. В. Подлеснова, М. Д. Липин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященные памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023 года / Министерство сельского хозяйства РФ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 178-185.

3. Липин, В. Д. Сельскохозяйственные машины. Картофелеуборочные комбайны / В. Д. Липин. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2023. – 168 с.

4. Патент на полезную модель № 113450 U1 Российская Федерация, МПК A01D 17/00. Картофелеуборочная машина : № 2011141546/13 : заявл. 13.10.2011 : опубл. 20.02.2012 / М. Б. Угланов, И. Б. Тришкин, В. Д. Липин, М. В. Паршина ; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

5. Патент на полезную модель № 132944 U1 Российская Федерация, МПК A01D 21/00. Картофелекопатель : № 2013125266/13 : заявл. 30.05.2013 : опубл. 10.10.2013 / Н. В. Бышов, И. Б. Тришкин, Д. Н. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

6. Патент на полезную модель № 144488 U1 Российская Федерация, МПК A01D 33/00. Картофелекопатель : № 2014111114/13 : заявл. 24.03.2014 : опубл. 20.08.2014 / Н. В. Бышов, И. Б. Тришкин, Д. Н. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

7. Патент № 147048 Российская Федерация, МПК A01D 21/02. Картофелекопатель : № 2014122357/13 : заявл. 02.06.2014 / Н. В. Бышов, И. Б. Тришкин, Д. Н. Бышов [и др.] ; заявитель Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева.

8. Патент на полезную модель № 152026 U1 Российская Федерация, МПК A01D 21/00. Картофелекопатель : № 2014154283/13 : заявл. 30.12.2014 : опубл. 27.04.2015 / Н. В. Бышов, В. Д. Липин, Д. Н. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

9. Патент № 2554452 C1 Российская Федерация, МПК A01D 21/00. Картофелекопатель : № 2014111191/13 : заявл. 24.03.2014 : опубл. 27.06.2015 / Н. В. Бышов, И. Б. Тришкин, Д. Н. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

10. Патент на полезную модель № 194510 U1 Российская Федерация, МПК A01D 33/00. Каток опорный картофелеуборочного комбайна : № 2019126717 : заявл. 23.08.2019 : опубл. 12.12.2019 / И. В. Лучкова, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

11. Борычев, С. Н. Разработка опорного катка картофелеуборочного комбайна / С. Н. Борычев, В. Д. Липин, И. В. Лучкова // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник III национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 28 февраля 2020 года / Новосибирский государственный аграрный университет. Том 2. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020. – С. 19-21.

12. Патент на полезную модель № 196634 U1 Российская Федерация, МПК A01D 17/00. Подкапывающее устройство картофелеуборочного комбайна : № 2019126718 : заявл. 23.08.2019 : опубл. 11.03.2020 / В. А. Даденко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева"..

13. Патент № 2604290 C1 Российская Федерация, МПК A01C 7/00. Способ посадки картофеля : № 2015127596/13 : заявл. 08.07.2015 : опубл. 10.12.2016 / Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

14. Голиков, А. А. Перспективные направления развития сепарирующих устройств корнеклубнеуборочных машин / А. А. Голиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 4(20). – С. 103-105.

КАРТОФЕЛЕСАЖАЛКА HASSIA SL 4 BZS

В.Д. Липин¹, Т.В. Подлеснова¹, А.В. Безруков¹, М.Д. Липин¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Предлагается к рассмотрению четырехрядная полуприцепная автоматическая картофелесажалка HASSIA SL 4 BZS элеваторного типа с гидравлически опрокидываемым бункером. Картофелесажалка позволяет осуществить посадку не пророщенного картофеля с заданным шагом на регулируемую глубину.

Ключевые слова: Картофель, картофелесажалка, высаживающий агрегат, опорные колеса, сошники, глубина заделки клубней, бороздозакрывающие диски, бункер, бункер-питатель, колесо контроля глубины.

Summary. Proposed to be considered is HASSIA SL 4 BZS four-row semi-trailer automatic elevator type with hydraulically tilting hopper. Potato grinder allows to plant non-sprouted potatoes at preset pitch to adjustable depth.

Keywords: Potatoes, potato grinder, planting unit, support wheels, ploughshares, depth of tubers sealing, furrowing disks, hopper, feeder hopper, depth control wheel.

Четырехрядная полуприцепная автоматическая картофелесажалка HASSIA SL 4 BZS элеваторного типа с гидравлически опрокидываемым бункером предназначена для посадки не пророщенного картофеля с заданным (регулируемым) шагом на регулируемую глубину (рис. 1).



Рисунок 1 – Картофелесажалка HASSIA SL 4 BZS
«Изготовитель ЗАО «КОЛНАГ»

Картофелесажалка применяется только после проведения основной обработки почвы серийным комплексом машин, изготавливаемых ЗАО «КОЛНАГ». Использование картофелесажалки для посадки картофеля на почвах, не обработанных серийным комплексом машин и почвах, засоренных камнями и остатками грубостебельчатых растений, а также на полях, имеющих местные неровности, не рекомендуется, т.к. приводит к снижению качества посадки.

Каждый высаживающий агрегат оборудован лентой с двумя рядами пластиковых чашек, обеспечивающими захват и высадку семенных клубней, а также защиту лент от повреждения при возникновении заторов.

Возможен вариант комплектации с опрыскивающей системой и устройством для дозированной подачи минеральных удобрений.

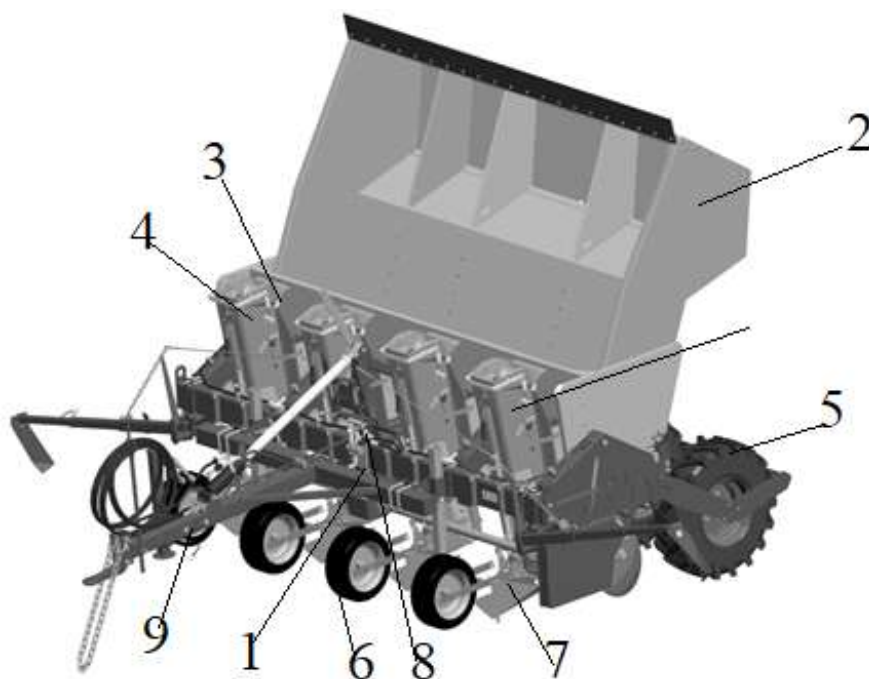
Картофелесажалка является полуприцепным орудием и агрегируется с тракторами тяговых классов не ниже 1,4 (МТЗ-82). Картофелесажалка предназначена для работы на ровных участках и склонах до 8°.

Техническая характеристика картофелесажалки представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика картофелесажалки HASSIA SL 4 BZS

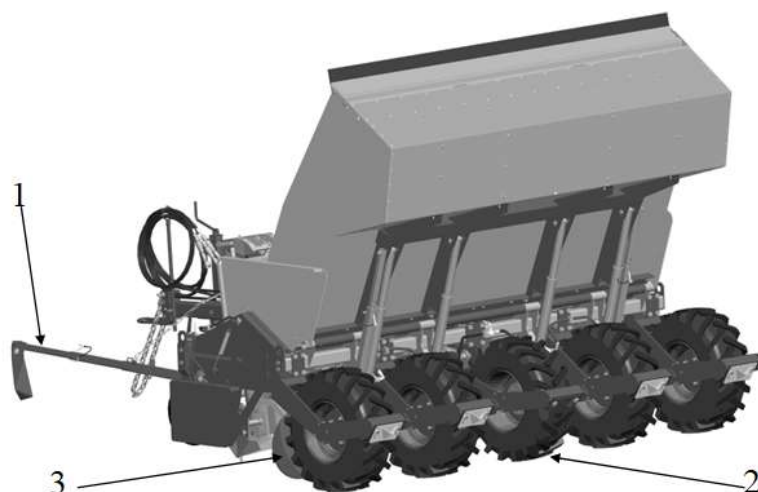
№п/п	Наименование параметра	Величина
1	Тип картофелесажалки	Полунавесная
2	Привод	От опорного колеса
3	Агрегируется	С трактором мощностью не менее 70 л. с.
4	Максимальная рабочая скорость, км/ч	9
5	Число высаживаемых рядков	4
6	Междурядье, см	75 (70, 90)
7	Расстояние между клубнями в рядке, см	10-50
8	Глубина заделки клубней, см	4-18

Картофелесажалка, общий вид которой без комплектов ХАС03.21.00.000, ХАС03.22.00.000 приведен на рисунках 2 и 3 состоит из рамы 1, бункера 2, бункера-питателя 3, высаживающих агрегатов 4, опорных колес 5, колес контроля глубины 6, сошников 7, гидросистемы 8, тяги транспортной 9 (рис. 2) и маркеров 1 (рис. 3), привода с приводным колесом 2 и бороздозакрывающих дисков 3 (рис. 3).



1 – рама; 2 – бункер; 3 – бункер – питатель; 4 – агрегат; 5 – опорное колесо; 6 – колесо контроля глубины; 7 – сошник; 8 – гидросистема; 9 – тяга транспортная

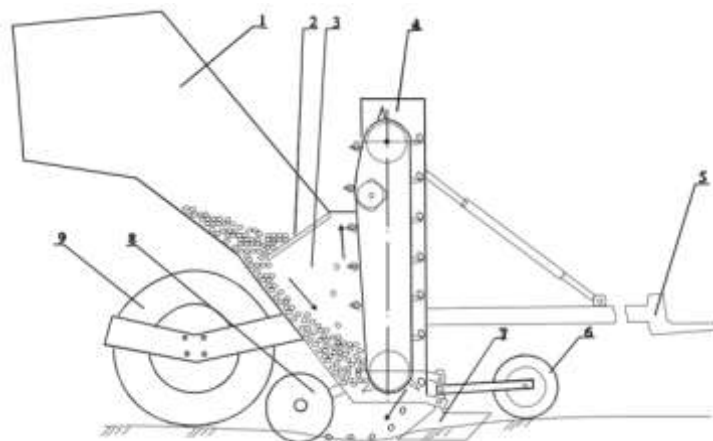
Рисунок 2 – Картофелесажалка HASSIA SL 4 BZS без комплектов ХАС03.21.00.000, ХАС03.22.00.000



1 – маркер; 2 – привод с приводным колесом; 3 – бороздозакрывающие диски
 Рисунок 3 – Картофелесажалка HASSIA SL 4 BZS
 с маркерами и бороздозакрывающих дисков

Технологическая схема картофелесажалки приведена на рисунке 3. Семенной картофель засыпается в бункер 1 (рис. 4). С помощью гидросистемы бункер поднимается в рабочее положение. Семенной картофель попадает в бункер-питатель.

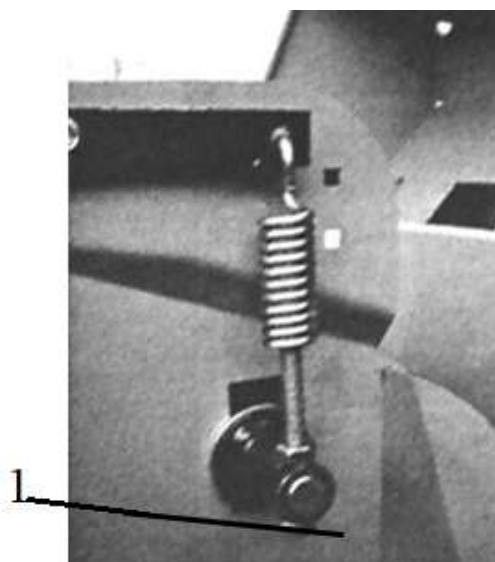
При движении картофелесажалки приводное колесо через цепные передачи приводит в движение чашечный транспортер высаживающего агрегата 4. Клубни картофеля захватываются чашками транспортера, перемещаются им и укладываются с заданным шагом в образованную сошником 7 борозду. Бороздозакрывающие диски 8 засыпают клубни картофеля в борозде. Глубина посадки регулируется перестановкой в нужное положение колес контроля глубины 6.



1-бункер, 2-заслонка, 3-бункер-питатель, 4-высаживающий агрегат,
 5-тяга транспортная, 6-колесо контроля глубины, 7-сошник,
 8-диск бороздозакрывающий, 9-опорное колесо
 Рисунок 4 – Технологическая схема картофелесажалки HASSIA SL 4 BZS

Перед началом посадки клубней картофеля необходимо провести настройку следующих систем и параметров картофелесажалки: натяжение высаживающего чашечного транспортера; вибратора; перегородки; посадочного расстояния; глубины посадки; бороздозакрывающих дисков; высоты сбрасывания картофеля; маркеров.

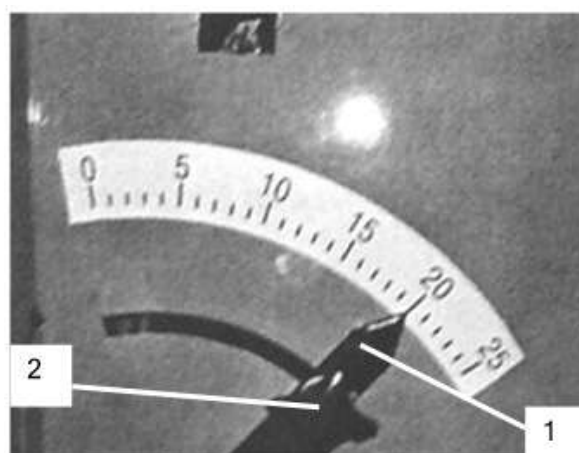
Чашечные транспортеры на всех высаживающих агрегатах должны иметь одинаковое натяжение. Натяжение регулировать винтом 1 (рисунок 5). При правильной регулировке расстояние между витками пружины должно составлять $0,7 \pm 0,2$ мм. Натяжение транспортера с обеих сторон должно быть одинаковым.



1 – регулировочный винт

Рисунок 5 – Регулировка чашечных транспортеров

При изменении натяжения чашечного транспортера отрегулировать положение скобы делителя. Расстояние скобы от ленты транспортера должно быть около 20 мм. Настройка роликового вибратора проводится рычагом 1 (рис. 6).



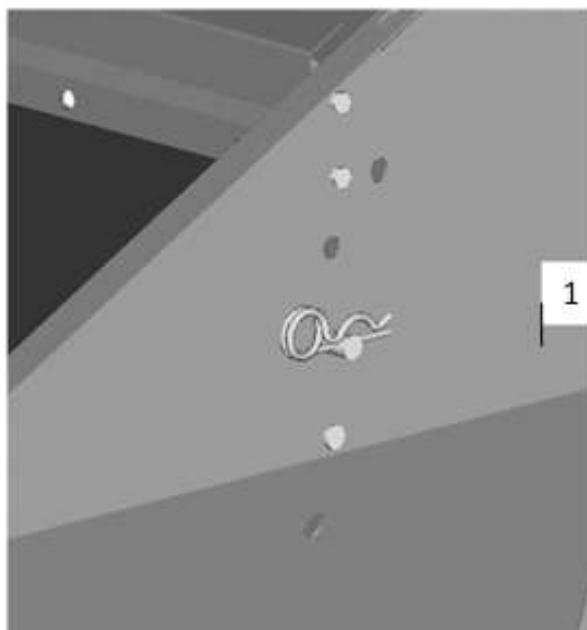
1-рычаг, 2-гайка

Рисунок 6 – Настройка роликового вибратора

Если при работе имеются случаи двойной посадки (два клубня в одном гнезде), необходимо отвернуть гайку 2 и переместить рычаг 1 в сторону увеличения цифр на шкале и завернуть гайку 2. В случае пропусков мест посадки необходимо переместить рычаг 1 в сторону уменьшения цифр, предварительно ослабив гайку 2.

Интенсивность вибрации можно изменить путем изменения скорости движения сажалки. При увеличении скорости движения вероятность двойной посадки уменьшается. Для исключения пропусков скорость движения необходимо уменьшить.

На предприятии — изготовителе перегородка для обеспечения необходимого уровня посадочного материала в области захвата клубней установлена в среднее положение. Изменение положения перегородки проводится перестановкой штырей 1 (рисунок 7) с обеих сторон агрегата в нужное отверстие. При посадке крупного картофеля перегородка перемещается вперед (вверх), при посадке мелкого картофеля — назад (вниз). В случае посадки проросшего картофеля перегородка смещается вперед.

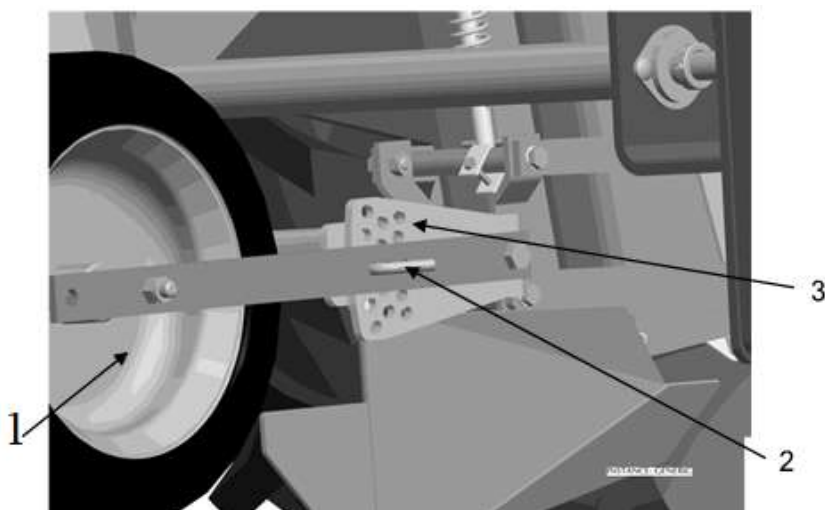


1-перегородка

Рисунок 7 – Установка перегородки для обеспечения необходимого уровня посадочного материала в области захвата клубней

Для обеспечения необходимой глубины посадки необходимо настроить положение колес контроля глубины, нагрузку на сошники и возможность заглублиение их.

Положение колес контроля глубины 1 (рис. 8) регулируется установкой стопора 2 в нужное отверстие на установочном сегменте 3. Перестановкой стопора можно обеспечить 6 положений колеса контроля глубины с шагом 1,7см.



1-колесо, 2-стопор, 3-установочный сектор

Рисунок 8 – Установка положения контроля глубины заделки клубней

Литература

1. Колчина, Л. М. Технологии и оборудование для производства картофеля : учебное пособие для среднего профессионального образования / Л. М. Колчина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 163 с.
2. Колнаг – производитель сельскохозяйственной техники. - Режим доступа:

<https://kolnag.ru>

3. Картофелесажалка AVR CR450M – Режим доступа: <https://kolnag.ru/kartofelesazhalka-avr-cr450m.html?ysclid=lnyoaiizjg845833770>.

4. Липин, В. Д. Энергосберегающая технология возделывания и уборки экологически чистого картофеля / В. Д. Липин, Т. В. Подлеснова, М. Д. Липин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященные памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 178-185.

5. Липин, В. Д. Сельскохозяйственные машины. Картофелеуборочные комбайны / В. Д. Липин. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2023. – 168 с.

6. Патент № 2604290 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Способ посадки картофеля : № 2015127596/13 : заявл. 08.07.2015 : опубл. 10.12.2016 / Н. В. Бышов, М. В. Орешкина, В. Д. Липин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

7. Борычев, С. Н. Разработка опорного катка картофелеуборочного комбайна / С. Н. Борычев, В. Д. Липин, И. В. Лучкова // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник III национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 28 февраля 2020 года / Новосибирский государственный аграрный университет. Том 2. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020. – С. 19-21.

8. Патент на полезную модель № 194510 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/00. Каток опорный картофелеуборочного комбайна : № 2019126717 : заявл. 23.08.2019 : опубл. 12.12.2019 / И. В. Лучкова, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

9. Патент на полезную модель № 196634 U1 Российская Федерация, МПК А01D 17/00. Подкапывающее устройство картофелеуборочного комбайна : № 2019126718 : заявл. 23.08.2019 : опубл. 11.03.2020 / В. А. Даденко, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

10. Классификация машинных агрегатов с рабочими органами-двигателями / С. Н. Борычев, В. М. Переведенцев, И. А. Успенский, С. Е. Крыгин // Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и сотрудников Рязанской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора П.А. Костычева : 50-летию РГСХА посвящается. – Рязань : Рязанская типография № 13, 1998. – С. 161-162.

11. Резервы повышения доходности в картофелеводстве за счет применения селективного гербицида СОЙЛ ФЛЮИД, КС / Е.В. Меньшова, А.В. Кривова, М.В. Поляков [др.] // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции. Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. 2023. С. 219-223.

12. Уборка и хранение картофеля: отдельные аспекты/ И.В. Лучкова, Д.В. Колошеин, Г.В. Калинина [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 175. - С. 91-100.

КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫЙ КОМБАЙН AVR SPIRIT 6200

В.Д. Липин¹, Т.В. Подлеснова¹, А.В. Безруков¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация: Предлагается к рассмотрению комбайн картофелеуборочный AVR Spirit 6200. Комбайн позволяет проводить уборку картофеля, возделываемого по интенсивной технологии, отделить клубни картофеля от ботвы, растительных и других примесей, с накоплением клубней картофеля в бункере и выгрузкой их в транспортное средство. Возможна уборка комбайном других корнеплодов (свеклы, лука и др.) для уборки которых необходимо использовать дополнительное оборудование и провести адаптацию комбайна.

Ключевые слова: Картофель, картофелеуборочный комбайн, подкапывающая секция, держатель лемеха, ботвозахватывающие ролики, приемный транспортер, механизм очистки, просеивающий транспортер, ежный транспортер, ботвоотводящий транспортер, роторная гребенка, инспекционный стол, бункер.

Summary. The AVR Spirit 6200 potato harvester is proposed for consideration. Combine allows to harvest potatoes cultivated according to intensive technology, to separate potato tubers from tops, plant and other impurities, with accumulation of potato tubers in bunker and their unloading into vehicle. It is possible to clean other root crops (beets, onions, etc.) with the combine for harvesting of which it is necessary to use additional equipment and adapt the combine.

Key words: Potatoes, potato harvester, digging section, ploughshare holder, picking rollers, receiving conveyor, cleaning mechanism, sifting conveyor, hedgehog conveyor, bot-withdrawing conveyor, rotary comb, inspection table, bunker.

Комбайны картофелеуборочные AVR должны использоваться только по прямому назначению, то есть для выкапывания картофеля, возделываемого по интенсивной технологии, отделения клубней от ботвы картофеля, растительных и других примесей, с накоплением клубней картофеля в бункере и выгрузкой их в транспортное средство (рис. 1). Возможна уборка комбайном других корнеплодов (свеклы, лука и др.) для уборки которых необходимо применять дополнительное оборудование и провести адаптацию комбайна.

Комбайн прицепного типа с приводом от ВОМ трактора. Комбайн оборудован площадками инспекционного стола, чтобы находящиеся на них операторы могли откидывать камни, землю и поврежденные клубни.



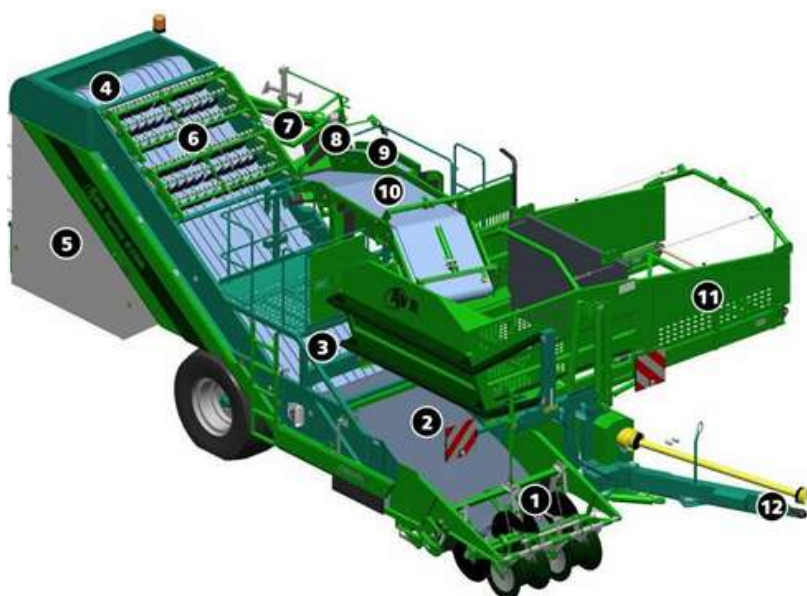
Рисунок 1 – Комбайн картофелеуборочный AVR Spirit 6200
Изготовитель ЗОО «КОЛНАГ»

Комбайн прицепного типа с приводом от ВОМ трактора. Комбайн оборудован площадками инспекционного стола, на котором операторы откидывают камни, землю и поврежденные клубни.

Подкапывание обеспечивается подкапывающей секцией, которая состоит из держателя лемеха (2-х рядный комбайн) с соответствующими дисками (рис. 2). Подъем ботвы на подкапывающую секцию обеспечивается ботвозахватывающими роликами. По приемному транспортеру поток клубней подается на механизмы очистки (просеивающий транспортер, ёжные транспортеры, и т.д.).

Ненужные примеси отсеиваются непосредственно в поле. Ботвоотводящий транспортер обеспечивает отвод ботвы. Для более эффективного отделения камней и комьев земли над поперечным ежным транспортером установлены ботвозадерживающие ролики либо щетки, либо роторная гребенка.

После прохождения механизмов очистки очищенные клубни по транспортеру инспекционного стола попадают в бункер. При заполнении бункера производится выгрузка в прицеп прямо в поле.



1-подкапывающая секция, 2-приемный транспортер, 3-просеивающий транспортер, 4-ботвоотводящий транспортер, 5-ежный транспортер, 6-ботвозадерживающие ролики, 7-поперечный ежный транспортер, 8-ботвозадерживающие ролики, 9-транспортер для отвода примесей, 10-инспекционный стол, 11-бункер, 12-дышло

Рисунок 2 - Комбайн картофелеуборочный AVR Spirit 6200

Подкапывающая секция (рис. 3) обеспечивает эффективную сепарацию почвы на элеваторах путем обеспечения регулирования глубины подрезания клубненосных пластов лемехами и предотвращения поступления боковых частей гребней, а также повышает интенсивность крошения клубненосной почвы.



Рисунок 3 – Подкапывающая секция

Подкапывающая секция состоит из больших ботвозахватывающих роликов диаметром 400 мм, универсального держателя лемеха с защитой от камней на подкапывающих лемехах, автоматического контроля дышла, одноопорного подкапывающего лемеха с контролем глубины, подкапывающего лемеха с тройной опорой, дополнительного режущего диска снаружи с правой стороны, дисков с гидроприводом, съемного центрального лемеха, электрогидравлического управления давлением лемеха через консоль.

Приемный транспортер (рис. 4) под двойной гребень выполнен с двойным замком, а привод с полиуретановыми роликами.



Рисунок 4-Приемный транспортер

Зубчатое колесо имеет шаги 35/40/43/50 мм. Гидравлический регулируемый встряхиватель выполнен по типу звездочки в приемном транспортере.

Просеивающий транспортер (рис. 5) изготовлен с 2х2 скоростями.

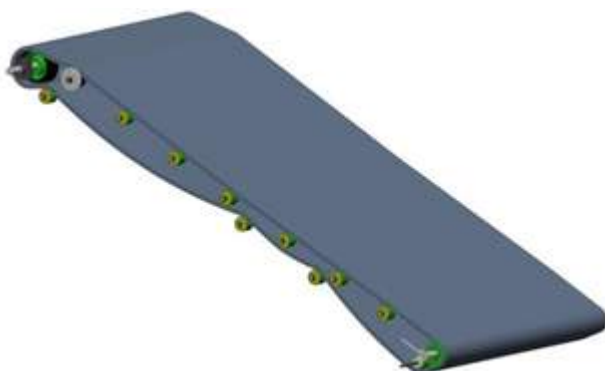


Рисунок 5 – Просеивающий транспортер

Просеивающий транспортер выполнен с шагом 36 мм, с двумя регулируемые скоростями для выбора скорости между ботвоотводящим и просеивающим транспортёром. Шаг просеивающего транспортера 40, 43 мм.

Ботвоотводящий транспортер (рис. 6) изготовлен с 2х2 отверстиями.

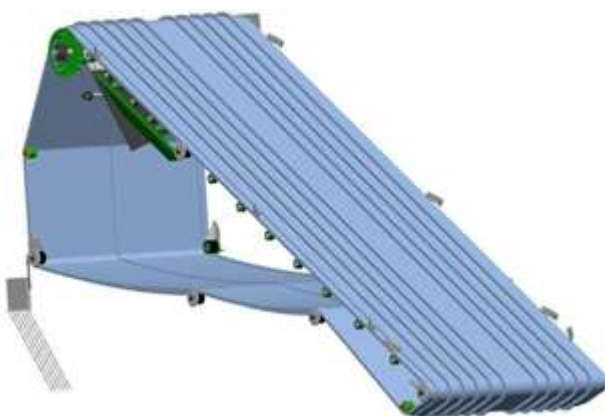


Рисунок 6 – Ботвоотводящий транспортер

Ботвоотводящий транспортер выполнен с шагом 210 и съемным ПВХ кожухом и отражающими роликами.

Линейный (продольный) ежный транспортер (рис. 7) выполнен с V-профилем, шириной 800 мм имеет привод гидравлический. Привод транспортера от собственной гидросистемы комбайна с LS – насосом. Регулирование ежного транспортера осуществляется из кабины трактора.

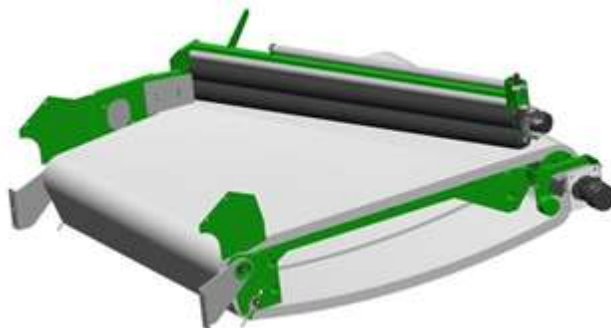


Рисунок 7 – Линейный (продольный) ежный транспортер

Регулирование угла наклона электрогидравлическое.

Картофель с ботвой задерживается ботвозадерживающими пальцами (рис. 8), отрывается от ботвы, что приводит к уменьшению потерь.



Рисунок 8 – Ботвозадерживающие пальцы

В стандартной комплектации установлены 2 секции (2x3 ряда) ботвозадерживающих пальцев.

Поперечный ежный транспортер (рис. 9) изготовлен с V-образным профилем шириной 800 мм. Привод имеет гидравлический от собственной гидросистемы комбайна и LS – насосом.

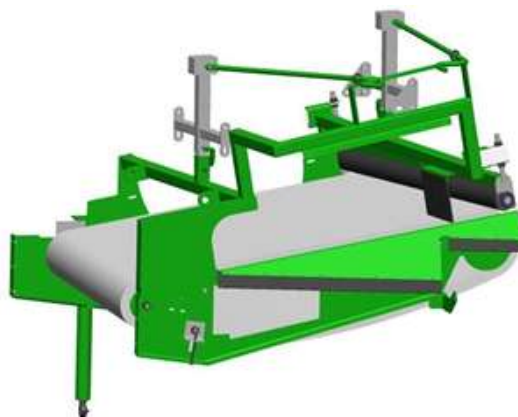


Рисунок 9 – Поперечный ежный транспортер

Транспортер снабжен отражающим роликом (с механическим регулированием по высоте) над ежным транспортером. Регулирование скорости поперечного ежного транспортера осуществляется из кабины трактора.

3-рядная роторная гребенка (рис. 10) предназначена для регулирования скорости, высоты и угла наклона.



Рисунок 10 – Трехрядная роторная гребенка

Регулирование скорости роторной гребенки производится из кабины трактора или с инспекционного стола. Высота роторной гребенки осуществляется электронным регулированием. Для эффективного отделения камней роторная гребенка снабжается щеткам, устанавливаемыми вместо пальцев (5 рядов).

Скорость задерживающих роликов (рис. 11) может регулироваться из кабины трактора или инспекционного стола.



Рисунок 11 – Задерживающие ролики

Возможна установка двойных задерживающих роликов вместо роторной гребенки.

Инспекционный стол (рис. 12) шириной 900 мм предусмотрен для 4 человек с панелью управления и, сигналом и кнопкой аварийной остановки.



Рисунок 12 – Инспекционный стол

Транспортер для отвода инспекционного стола для почвенных комков с площадкой операторов предусмотрен для 2 человек.

Бункер (рис. 13) вместимостью 6 т изготовлен с 2-мя подъемниками и 10 пластинам и из мягкой резины.



Рисунок 13 – Бункер

Бункер оснащен автоматическим подвижным полом. Максимальное заполнение бункера осуществляется подвижной резиновой заслонкой.

Литература

1. Колчина, Л. М. Технологии и оборудование для производства картофеля : учебное пособие для среднего профессионального образования / Л. М. Колчина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 163 с.

2. Колнаг – производитель сельскохозяйственной техники. Электронный ресурс. - Режим доступа: <https://kolnag.ru>

3. Липин, В. Д. Сельскохозяйственные машины. Картофелеуборочные комбайны / В. Д. Липин. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2023. – 168 с.

4. Липин, В. Д. Энергосберегающая технология возделывания и уборки экологически чистого картофеля / В. Д. Липин, Т. В. Подлеснова, М. Д. Липин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященные памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 178-185.

5. Патент № 2604290 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/00. Способ посадки картофеля : № 2015127596/13 : заявл. 08.07.2015 : опубл. 10.12.2016 / Н. В. Бышов, М. В. Орешкина, В. Д. Липин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

6. Патент № 2469533 С1 Российская Федерация, МПК А01М 5/04. Устройство для сбора колорадского жука : № 2011125444/13 : заявл. 20.06.2011 : опубл. 20.12.2012 / Н. В. Бышов, И. Б. Тришкин, В. Д. Липин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

7. Патент на полезную модель № 171425 U1 Российская Федерация, МПК А01D 17/00. Картофелекопатель : № 2016117955 : заявл. 04.05.2016 : опубл. 31.05.2017 / Н. В. Бышов, В. Д. Липин, Д. Н. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ).

8. Патент на полезную модель № 194510 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/00. Коток опорный картофелеуборочного комбайна : № 2019126717 : заявл. 23.08.2019 : опубл. 12.12.2019 / И. В. Лучкова, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".

9. Борычев, С. Н. Разработка опорного катка картофелеуборочного комбайна / С. Н. Борычев, В. Д. Липин, И. В. Лучкова // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник III национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 28 февраля 2020 года / Новосибирский государственный аграрный университет. Том 2. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020. – С. 19-21.

10. Совершенствование подкапывающих рабочих органов картофелекопателя / В. Д. Липин, Н. Н. Якутин, Т. В. Подлеснова, А. В. Безруков // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2019 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть III. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 166-171.

11. Крыгин, С. Е. Разработка принципиальной схемы однорядного комбайна для уборки картофеля / С. Е. Крыгин, Д. В. Макеев, М. Б. Угланов // Агротехника и энергообеспечение. – 2014. – № 1(1). – С. 34-40.

12. Перспективная схема картофелеуборочного комбайна с взаимозаменяемыми сепарирующими модулями / И. А. Успенский, Д. А. Волченков, Г. К. Рембалович [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 6. – С. 35-38.

13. Уборка и хранение картофеля: отдельные аспекты/ И.В. Лучкова, Д.В. Колошеин, Г.В. Калинина [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 175. - С. 91-100.

14. Романова, Л. В. Проблемы обеспечения сельскохозяйственной техникой предприятий АПК / Л. В. Романова // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 129-134.

15. Резервы повышения доходности в картофелеводстве за счет применения селективного гербицида СОЙЛ ФЛЮИД, КС / Е.В. Меньшова, А.В. Кривова, М.В. Поляков [др.] // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции. Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. - 2023. - С. 219-223.

УДК 631.316.44

КУЛЬТИВАТОР ВЕРТИКАЛЬНО-ФРЕЗЕРНЫЙ CELLI RANGER 300

В.Д. Липин¹, Т.В. Подлеснова¹, А.В. Безруков¹, М.Д. Липин¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Предлагается к рассмотрению вертикально-фрезерный культиватор Celli Ranger позволяющий разделить задерновые пласта после вспашки, провести предпосевную обработку почвы и предпосевное прикатывание почвы. Рекомендуются культиватор принимать за базовую машину при выполнении научно-исследовательских работ.

Ключевые слова. Вертикально-фрезерный культиватор, разделка задерновых пластов, предпосевная обработка почвы, рама, выравнивающий брус, прикатывающий каток, механизм регулирования глубины.

Summary. It is proposed to consider the Celli Ranger vertical milling cultivator allowing to cut the ground beds after plowing, carry out pre-sowing soil treatment and pre-sowing soil rolling. It is recommended to accept the cultivator as a basic machine when performing research work.

Key words: Vertical milling cultivator, cutting of ground beds, pre-sowing tillage, frame, leveling beam, rolling roller, depth control mechanism.

Вертикально-фрезерный культиватор Celli Ranger 300 предназначен для разделки задернелых пластов, а также предпосевной обработки почвы и предпосевого прикатывания почвы. Культиватор используют при возделывании картофеля, а также других пропашных культур.

Культиватор применяется, как только позволяет состояние почвы. Твердость почвы должна быть не выше 1Мпа. Оптимальная глубина обработки – 12-14 см.

Культиватор агрегируется с тракторами тяговых классов 1,4-3,0 снабженными независимым валом отбора мощности (ВОМ).

Использовать культиватор без основной обработки почвы, а также засоренным грубостебельчатыми растениями не рекомендуется.

Допускается обработка поля лушильниками. Однако после прохода лушильника по грубостебельному фону количество растительных остатков не должно превышать 5 т/га. Применение культиватора для обработки почвы, подверженной ветровой и водной эрозии - не рекомендуется.

Культиватор рекомендуется использовать на ровных участках и склонах до 8 градусов.

Техническая характеристика культиватора приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика вертикально-фрезерного культиватора Celli Ranger 300

№ п/п	Наименование параметра	Величина
1	Тип культиватора	Навесной, вертикально - фрезерный
2	Привод	от ВОМ трактора, 540, 1000 об/мин
3	Частота вращения рыхлителя, мин ⁻¹	273, 306, 343, 385 при числе оборотов ВОМ 540об/мин
4	Частота вращения ВОМ трактора, мин ⁻¹	540, 1000
5	Максимальная глубина обработки почвы, см, не более	25/28
6	Рабочая скорость, км/ч, при глубине обработки: до 8 см (поверхностная обработка) до 14 см	до 7 до 3

Культиватор содержит несущую раму 1, ножи 2, механизм навески 3 (рис.1), редуктор 1, выравнивающий брус 2, прикатывающий каток 3, механизм регулирования глубины 4 (рис. 2).



1 – рама несущая; 2 – нож; 3 – механизм навески

Рисунок 1 – Вертикально – фрезерный культиватор Celli Ranger 300

Рама 1 является основным несущим элементом и представляет собой пространственную конструкцию из листов и труб. Несущая рама закрывается с торцов крышкой, и образуется картер шестерен механизма привода ножей. В несущей раме выполнены посадочные места для установки механизма привода ножей.



1 – редуктор; 2 – выравнивающий брус; 3 – прикатывающий каток;
4 – механизм регулирования глубины

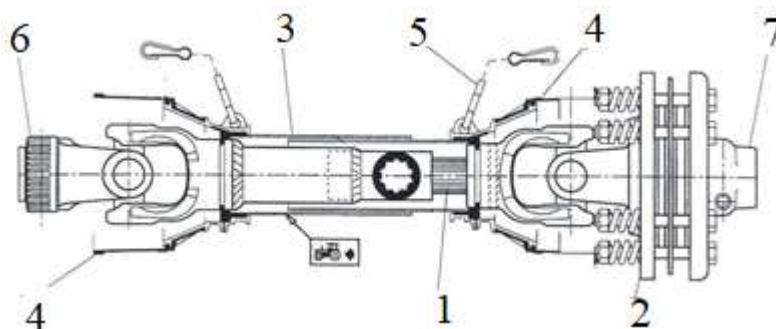
Рисунок 2 – Вертикально-фрезерный культиватор Celli Ranger 300 предназначенный для обработки почвы и одновременного предпосевного прикатывания

На раме предусмотрено два держателя, к которым крепится навеска. К навеске культиватора при помощи стержня подсоединяется верхняя тяга механизма навески трактора, и фиксируются фиксатором. В держателях закрепляются два кронштейна с проушинами, в которые вставляются пальцы. Нижние тяги навески трактора надеваются на пальцы в проушинах. К боковым поверхностям несущей рамы крепятся боковые пластины, которые предназначены для защиты от вылетающих из-под ножей камней.

Передача крутящегося момента от вала отбора мощности (ВОМ) трактора на первичный вал редуктора обеспечивается карданным валом, на котором установлена предохранительная фрикционная муфта.

Вал карданный с предохранительной фрикционной муфтой (рис. 3) обеспечивает передачу крутящего момента от ВОМ трактора к редуктору и состоит из телескопического вала, двух карданных шарниров, защитного кожуха и предохранительной фрикционной муфты.

Телескопический вал обеспечивает изменение длины вала при манипуляциях культиватора относительно трактора и состоит из шлицевой втулки и шлицевого вала с приваренными к ним вилок. Карданные шарниры — пара вилок, соединенных между собой крестовиной, которая фиксируется в вилках стопорными кольцами. Телескопическая часть карданного вала и карданные шарниры закрыты защитным кожухом, составные части которого соединены цепью.



1-телескопическая часть карданного вала, 2-фрикционная муфта, 3, 4 защитный кожух, 5-цепь, 6-вилка (присоединяется к трактору), 7-вилка с фрикционной муфтой (присоединяется к культиватору)

Рисунок 3 – Карданный вал с предохранительной муфтой

При агрегатировании с трактором для обеспечения неподвижности защитного кожуха при вращающемся карданном вале цепь 5 должна быть заведена за верхнюю тягу навесного устройства трактора. Предохранительная фрикционная муфта 2 (рис. 3) предназначена для снятия пиковых нагрузок в трансмиссии культиватора при попадании посторонних предметов в рабочие органы во время работы культиватора.

Муфта передает крутящийся момент от своей ведомой части к ведущей через фрикционные пластины, сжимаемые пружинным пакетом. Муфта снабжена фиксатором, который обеспечивает фиксацию муфты в осевом направлении на валу коробки передач.

Желаемое разрыхление почвы достигается правильным выбором числа оборотов и скорости хода. Излишне высокие обороты роторов с ножами приводят к повышенному износу ножей и могут создать необоснованно мелкую структуру почвы. Даже выбор минимально допустимого числа оборотов приводит к износу роторных ножей.

Скорость движения вертикально-фрезерного культиватора должна быть примерно между 3 и 5 км/ч. Рекомендуется установить скорость 3,5 км/ч.

Заданный режим работы обеспечивается регулированием:

рабочей глубины обработки почвы положением прикатывающего катка;

скорости движения трактора;

скорости вращения ножей культиватора;

положением задней выравнивающей планки;

При большой скорости хода трактора и с максимальной частотой вращения рабочих органов рекомендуется производить только поверхностную обработку почвы.

Глубина обработки регулируется подъемом / опусканием опорного катка (рис.4), переустановкой фиксирующих осей А. Поднятие или опускание левого и правого рычагов необходимо производить на одинаковую высоту. Изменение на одно отверстие означает изменение глубины обработки почвы на 3 см.

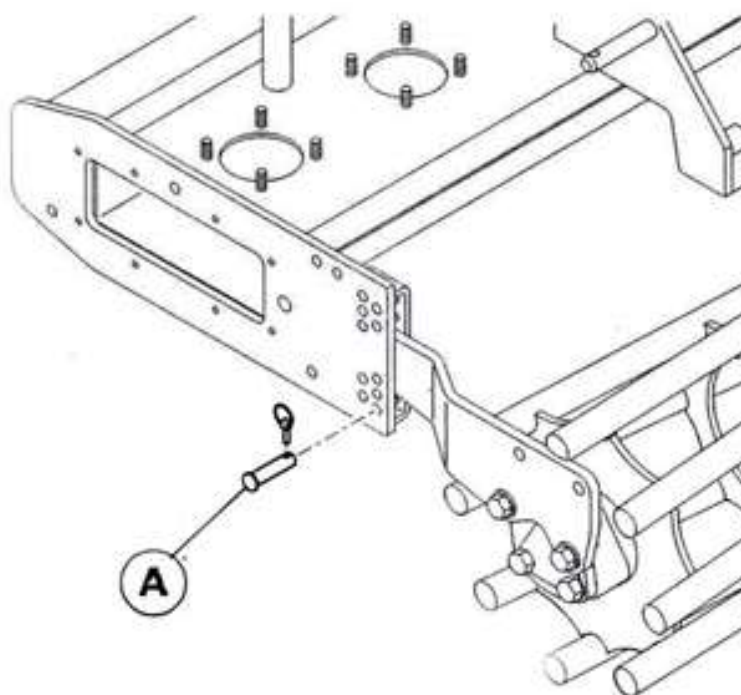


Рисунок 4 – Регулирование глубины обработки почв

Выравнивающий брус закреплен к раме машины сзади машины. Выравнивающий брус предназначен для выравнивания поверхности обработанной почвы. Для модели Ranger, выравнивающий брус поставляется как дополнительное оборудование. Положение выравнивающего бруса обеспечивается вращением кривошипными винтами с обеих сторон культиватора (рис. 5).

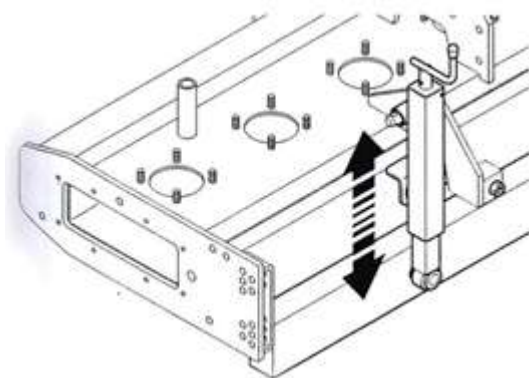


Рисунок 5 – Регулирование положения выравнивающего бруса

Чрезмерно низкое положение выравнивающего бруса приводит к увеличению затрат энергии.

Рекомендуемая последовательность настройки культиватора в поле следующая.

Необходимо сделать пробный заезд.

Измерить глубину обработки (рекомендуемая глубина обработки при подготовке поля для посадки картофеля - 14-18 см). При необходимости изменить глубину обработки.

Если остается много крупных комков, необходимо опустить ниже выравнивающий брус. Опускать и поднимать правый и левый концы выравнивающего бруса необходимо на одинаковое расстояние.

Сломанные или изношенные ножи своевременно следует заменять новыми. Новые ножи монтировать таким образом, чтобы их острая кромка стояла в сторону вращения. Культиватор имеет правые и левые ножи. Каждый тип ножей должен устанавливаться строго на свой ротор, чтобы режущая поверхность совпадала с направлением вращения ротора.

Во время работы не рекомендуется заглублять культиватор на глубину более 28 см.

Для регулирования глубины обработки не рекомендуется использовать верхнюю тягу.

Рекомендуется не допускать ухудшения управляемости трактора. При необходимости повесить на трактор передние противовесы,

Включение и выключение карданного вала производить при нахождении ножей в нескольких сантиметрах над землей,

Запрещается давать задний ход в рабочем положении рыхлителей (рабочих органов).

При прокручивании предохранительной фрикционной муфты немедленно остановить трактор. Заглубление и движение начинать только после раскрутки роторов.

Литература

1. Картофелесажалка AVR CR450M.– Режим доступа: <https://kolnag.ru/kartofelesazhalka-avr-cr450m.html?ysclid=lnyoaiizjg845833770>.

2. Культиватор вертикально-фрезерный AGILE/RANGER/ENERGY/MAXI P. Руководство по эксплуатации.–Режим доступа: <https://ru.readkong.com/page/kultivator-vertikalno-frezernyy-agile-ranger-energy-maxi-p-4101802>.

3. Липин, В. Д. Энергосберегающая технология возделывания и уборки экологически чистого картофеля / В. Д. Липин, Т. В. Подлеснова, М. Д. Липин // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы национальной научно-практической конференции, посвященные памяти д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 28 февраля 2023 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 178-185.

4. Липин, В. Д. Сельскохозяйственные машины. Картофелеуборочные комбайны / В. Д. Липин. – Санкт-Петербург : Издательство "Лань", 2023. – 168 с.
5. Патент на полезную модель № 144488 U1 Российская Федерация, МПК A01D 33/00. Картофелекопатель : № 2014111114/13 : заявл. 24.03.2014 : опубл. 20.08.2014 / Н. В. Бышов, И. Б. Тришкин, Д. Н. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
6. Патент № 2554452 C1 Российская Федерация, МПК A01D 21/00. Картофелекопатель : № 2014111191/13 : заявл. 24.03.2014 : опубл. 27.06.2015 / Н. В. Бышов, И. Б. Тришкин, Д. Н. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
7. Патент на полезную модель № 194510 U1 Российская Федерация, МПК A01D 33/00. Коток опорный картофелеуборочного комбайна : № 2019126717 : заявл. 23.08.2019 : опубл. 12.12.2019 / И. В. Лучкова, Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
8. Бoryчев, С. Н. Разработка опорного катка картофелеуборочного комбайна / С. Н. Бoryчев, В. Д. Липин, И. В. Лучкова // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник III национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием , Новосибирск, 28 февраля 2020 года / Новосибирский государственный аграрный университет. Том 2. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020. – С. 19-21.
9. Патент на полезную модель № 196634 U1 Российская Федерация, МПК A01D 17/00. Подкапывающее устройство картофелеуборочного комбайна : № 2019126718 : заявл. 23.08.2019 : опубл. 11.03.2020 / В. А. Даденко, Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
10. Патент № 2604290 C1 Российская Федерация, МПК A01C 7/00. Способ посадки картофеля : № 2015127596/13 : заявл. 08.07.2015 : опубл. 10.12.2016 / Н. В. Бышов, М. В. Орешкина, В. Д. Липин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева".
11. Нургалиев, Л. М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв / Л. М. Нургалиев, Н. Е. Лузгин // I юбилейные чтения Бойко Ф. К., посвященной 100-летию Бойко Ф. К. : Материалы международной научно-технической конференции, 21 февраля 2020 года. Том 2, 2020. – С. 297-303.
12. Романова, Л. В. Проблемы обеспечения сельскохозяйственной техникой предприятий АПК / Л. В. Романова // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 129-134.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОГРУЖНЫХ НАСОСОВ

П.Д. Панков¹, А.С. Морозов¹, С.О. Фатьянов¹, Ю.А. Юдаев¹, М.Ю. Афанасьев¹

¹ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Погружные насосы нуждаются в надежных средствах защиты от перегрузок, нестабильной работы сети и ее несимметрии. Для их защиты используются различные устройства: тепловые реле, автоматические выключатели, стабилизаторы напряжения, различные электронные устройства. Рассмотрена одна из электронных схем защиты электродвигателя с использованием трансреакторов.

Ключевые слова: электродвигатель, перегрузка, погружной насос, реле, защитное устройство.

Summary. Submersible pumps require reliable means of protection against overloads, unstable network operation and its asymmetry. To protect them, various devices are used: thermal relays, circuit breakers, voltage stabilizers, and various electronic devices. One of the electronic motor protection circuits using transreactors is considered.

Key words: electric motor, overload, submersible pump, relay, protective device.

Погружные насосы являются одними из самых важных элементов в системах водоснабжения и канализации. Они используются для перекачивания воды из скважин, колодцев, рек и озер, а также для удаления сточных вод и других жидкостей. При этом электродвигатель погружного насоса играет ключевую роль, обеспечивая его работу [1, с.124,2, с.173].

Однако, как и любое другое электрическое устройство, погружной насос может подвергаться различным видам повреждений, которые могут привести к его выходу из строя [3, с.160, 4, с. 253]. Поэтому необходимо обеспечить надежную защиту электродвигателя погружного насоса.

Существует несколько методов защиты электродвигателей погружных насосов:

1. Защита от перегрузки и «сухого хода»

Этот метод защиты основан на использовании термических реле, которые автоматически отключают электродвигатель в случае превышения допустимой температуры. Также могут использоваться электронные устройства, которые контролируют ток потребления электродвигателя и автоматически отключают его в случае перегрузки и «сухого хода», под которым понимается работа электродвигателя насоса, когда в насосе фактически нет воды или ее слишком мало по причине отсутствия в скважине. Что характерно для всех электронных устройств - это наличие оперативного питания [5, с.420, 6, с. 288]. Схема одного из электронного устройства защиты представлена на рис. 1.

В этой схеме трансреакторы, выполненные на основе трансформаторов тока, позволяют контролировать протекание тока непосредственно через статорные обмотки электродвигателя. Таким образом, происходит контроль контактов всех коммутирующих аппаратов: автоматического выключателя, пускателя, теплового реле. Недостатком этой схемы является, как раз, использование трансреакторов, которые имеют определенную цену, удорожающую общую стоимость устройства защиты.

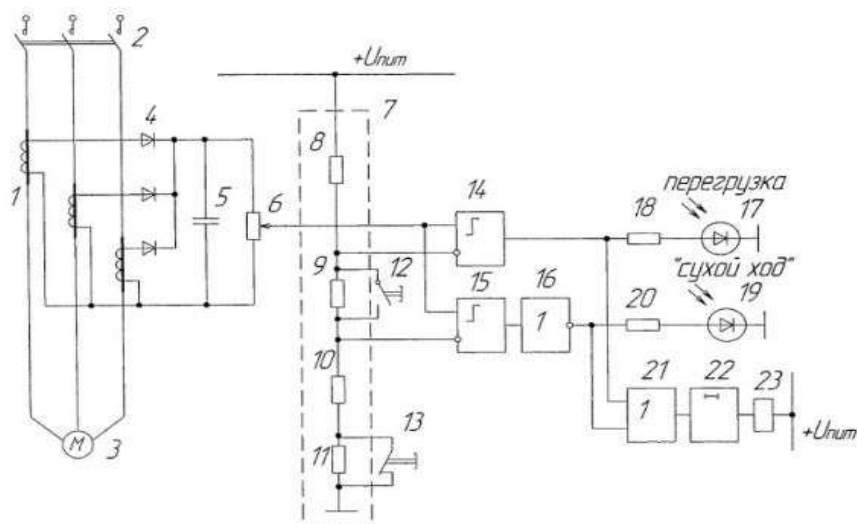


Рисунок 1 – Устройство для защиты электродвигателя погружного насоса от перегрузки и «сухого хода» 1 – трансреактор, 2 – силовые контакты, 3 – электродвигатель, 4 – трёхфазный однополупериодный выпрямитель, 5 – конденсатор, 6 – потенциометр, 7 – делитель напряжения, 8, 9, 10, 11 – резисторы, 12 – кнопка включения, 13 – кнопка выключения, 14, 15 – компараторы, 16 – инвертор, 17 – светодиод, 18 – резистор, 19 – светодиод, 20 – резистор, 21 – логический элемент (2 или), 22 – элемент выдержки времени, 23 – выходное реле

Выбор порогового значения. В этой схеме трансреакторы, выполненные на основе трансформаторов тока, позволяют контролировать протекание тока непосредственно через статорные обмотки электродвигателя. Таким образом, происходит контроль контактов всех коммутирующих аппаратов: автоматического выключателя, пускателя, теплового реле. Недостатком этой схемы является, как раз, использование трансреакторов, которые имеют определенную цену, удорожающую общую стоимость устройства защиты. Выбор порогового значения напряжения, на которое должно среагировать устройство защиты, представляет собой неординарную задачу, поскольку сельские электрические сети не отличаются стабильностью и пороговое значение напряжение может быть неадекватным изо дня в день или даже от часа к часу. Эти обстоятельства могут привести к необоснованному отключению электродвигателя насоса. Вдобавок к этому можно отметить старение сглаживающего конденсатора однополупериодного выпрямителя, участвующему в формировании порогового напряжения, что влечет за собой изменение параметров конденсатора. Защиты от «сухого хода» электродвигателя погружного насоса способствует увеличению срока службы электродвигателя. Эта защита основана на чувствительности устройства по отношению к току через статорные обмотки: при «сухом ходе» происходит снижение тока и потребления активной мощности, что и фиксируют трансреакторы. Потенциометр R6 вместе с делителем напряжения R8-R11 позволяют изменять напряжение порога срабатывания устройства, подстраиваясь под конкретные условия.

Защите электродвигателей погружных насосов придается особая важность в силу того, что замена погружного электродвигателя сопряжена с определенными трудностями по сравнению с электродвигателями, находящимися на поверхности или в производственных помещениях. При отказе в работе погружного электронасоса его не всегда удастся извлечь из скважины, что требует дорогостоящего бурения и обустройства новой скважины.

2. Защита от короткого замыкания.

Этот метод защиты основан на использовании предохранительных выключателей, которые автоматически отключают электродвигатель в случае короткого замыкания [7, с.195]. Также могут использоваться электронные устройства, которые контролируют ток

потребления электродвигателя и автоматически отключают его в случае короткого замыкания.

3. Защита от перенапряжения.

Перенапряжение может возникнуть в результате нестабильной работы сети, молнии или других факторов. Для защиты от перенапряжения используются специальные устройства, такие как предохранители, автоматические выключатели и защитные реле. Они могут автоматически отключать электродвигатель при обнаружении перенапряжения, что предотвращает выход из строя оборудования и обеспечивает безопасность работы [8, с.36].

Кроме того, для защиты от перенапряжения можно использовать стабилизаторы напряжения, которые компенсируют колебания напряжения в сети и обеспечивают стабильную работу электродвигателя.

Важно отметить, что защита от перенапряжения необходима не только для электродвигателей погружных насосов, но и для других электрических устройств, которые используются в условиях нестабильной сети или подвергаются риску перенапряжения. Поэтому при выборе оборудования необходимо учитывать его уровень защиты от перенапряжения и выбирать соответствующие устройства защиты.

4. Защита от влаги

Защита от влаги является одним из самых важных методов защиты электродвигателей погружных насосов. Вода может проникать внутрь насоса через различные щели и отверстия, что может привести к короткому замыканию и выходу из строя электродвигателя.

Для защиты электродвигателя от влаги используются герметичные корпуса, которые защищают его от попадания воды и других жидкостей. Корпуса могут быть выполнены из различных материалов, таких как пластик, нержавеющая сталь или чугун, и иметь различные уровни защиты от воды и пыли.

Кроме того, для защиты от влаги могут использоваться специальные устройства, такие как уплотнительные кольца и прокладки, которые предотвращают проникновение воды через соединения и штуцеры.

Важно отметить, что защита от влаги необходима не только для электродвигателей погружных насосов, но и для других электрических устройств, которые используются во влажных условиях или подвергаются воздействию воды. Поэтому при выборе электрооборудования необходимо учитывать его уровень защиты от воды и пыли.

5. Защита от перегрузки по току

Этот метод защиты основан на использовании устройств, которые контролируют ток потребления электродвигателя и автоматически отключают его в случае перегрузки.

Современные технологии позволяют разрабатывать более эффективные и надежные методы защиты электродвигателей погружных насосов от перенапряжения. Например, существуют интеллектуальные системы защиты, которые могут анализировать параметры работы электродвигателя и автоматически реагировать на возможные проблемы [9, с.415].

Также активно развиваются технологии, связанные с использованием альтернативных источников энергии, таких как солнечные батареи или ветрогенераторы. Это может снизить риски перенапряжения в сети и уменьшить зависимость от стабильности работы электросети.

Кроме того, важным направлением развития является создание более экономичных и энергоэффективных электродвигателей, которые потребляют меньше энергии и имеют более высокую надежность работы [10, с. 105].

В целом, развитие технологий защиты электродвигателей погружных насосов направлено на повышение надежности и безопасности работы оборудования, а также на увеличение энергоэффективности и экономичности процессов.

В заключение, следует отметить, что защита электродвигателей погружных насосов является очень важной задачей, которая должна быть решена с помощью использования различных методов защиты. Это позволит обеспечить надежную работу насосов и продлить их срок службы.

Литература

1. Аэроионизация птицеводческих помещений для повышения качества продукции / Н. С. Морозова, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов [и др.] // Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Совещания Советов молодых учёных и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа, Рязань, 07–08 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Совет молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева Совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 121-126.
2. Морозова, Н.С. Применение аэроионизации для повышения продуктивности птицеводческой продукции / Н.С. Морозова, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2 (11). – С. 170-174.
3. Макаров, А.Ю. Регулирование реактивной мощности в сетях электроснабжения сельского хозяйства / А.Ю. Макаров, С.О. Фатьянов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2017. – № 2 (5). – С. 157-161.
4. Анализ теплоэнергообеспечения процесса термообработки сои / С. О. Фатьянов, А. П. Пустовалов, А. С. Морозов, А. А. Ивушкин // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2019 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть III. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 250-254.
5. Применение объемных резонаторов в СВЧ установках при обеззараживании молока на фермах / Д.М. Евдокимов и др. // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, 2019. – С. 416-421.
6. Параметры электромагнитного поля промышленной частоты при обработке семян ячменя перед посевом / С.О. Фатьянов и др. // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, 2020. – С. 285-289.
7. Морозов, А. С. Повышение эксплуатационной надежности асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве / А. С. Морозов, И. И. Садовая, С. О. Фатьянов // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года / Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 193-196.
8. Повышение посевных качеств семян с помощью электромагнитных технологий / В.Д. Игнатов, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Материалы всероссийской научно-практической конференции посвящённой 40-летию со дня организации студенческого конструкторского бюро (СКБ). Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»; Всероссийский фестиваль науки НАУКА 0+ студенческого конструкторского бюро Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева; Совет молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2020. – С. 34-38.

9. Повышение эффективности работы солнечных фотоэлектрических панелей / Н. Г. Кипарисов [и др.] // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 412-416.

10. Чураков, Е. П. О фильтрации марковских последовательностей в задаче интерпретации результатов косвенных экспериментов / Е. П. Чураков, С. О. Фатьянов // Математические методы управления и обработки данных : Межвузовский сборник научных трудов. – Рязань : Рязанский государственный радиотехнический университет, 1988. – С. 103-107.

11. Аникин, Н. В. К вопросу о защите электродвигателей погружных насосов от обрыва фаз и несимметрии напряжений / Н. В. Аникин, А. С. Терентьев, В. В. Коченов // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2019 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть III. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 21-25.

12. Каширин, Д. Е. Испытание стенда для исследования режимов работы частотно-регулируемых приводов асинхронных электродвигателей / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, Н. Б. Нагаев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 4(36). – С. 91-95.

13. Каширин, Д. Е. Стенд для испытаний системы частотный регулятор - асинхронный электродвигатель / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, Н. Б. Нагаев // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 34-35.

УДК 621.04.18

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

П.Д. Панков¹, А.С. Морозов¹, С.О. Фатьянов¹, Ю.А. Юдаев¹, А.П. Кутейникова¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Асинхронные двигатели работают в сельскохозяйственных электроустановках в тяжелых условиях эксплуатации и поэтому остро нуждаются в средствах защиты от перегрузок, коротких замыканий, обрыва фазы и несимметрии в сети. От этих вредных факторов электродвигатели защищаются с помощью тепловых реле, встроенных терморезисторов, автоматических выключателей, комбинированных УЗО, фильтров обратной и нулевой последовательностей, являющихся основой электронных устройств. Рассмотрены некоторые из этих защит.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, статорные обмотки, терморезистор, ротор, фильтр.

Summary. Asynchronous motors operate in agricultural electrical installations under difficult operating conditions and therefore urgently need means of protection against overloads, short circuits, phase loss and unbalance in the network. Electric motors are protected from these harmful factors using thermal relays, built-in thermistors, circuit breakers, combined RCDs, negative and zero sequence filters, which are the basis of electronic devices. Some of these defenses are discussed.

Key words: asynchronous electric motor, stator windings, thermistor, rotor, filter.

Асинхронный двигатель - это электрический двигатель, работающий на переменном токе. Он состоит из статора и ротора, который вращается внутри статора. Статор содержит обмотки, которые создают магнитное поле, а ротор содержит проводящие элементы, которые взаимодействуют с этим полем и приводят его в движение.

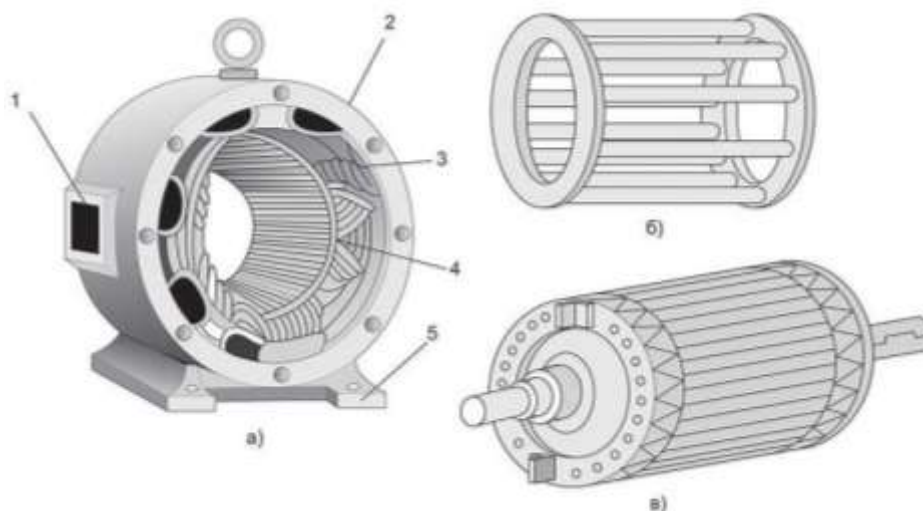


Рисунок 1 – Устройство асинхронного двигателя: а – статор, б – короткозамкнутая обмотка ротора (беличья клетка), в – ротор в собранном виде. 1 - клеммный щиток, 2 – станина, 3 – обмотка, 4 – сердечник, 5 – опора статора

Существует несколько видов асинхронных двигателей, которые отличаются по конструкции и принципу работы:

1. Короткозамкнутый роторный двигатель - в этом типе двигателя ротор состоит из проводящих стержней, которые закорачиваются между собой в конце. Это создает эффект короткого замыкания и позволяет ротору вращаться под действием магнитного поля статора.

2. Кольцевой роторный двигатель - в этом типе двигателя ротор состоит из закольцованной обмотки, которая вращается внутри магнитного поля статора.

3. Раздельно-обмоточный двигатель (двигатель с фазным ротором) - в этом типе двигателя статор и ротор имеют отдельные обмотки, которые питаются от разных источников переменного тока. Это позволяет управлять скоростью вращения ротора путем изменения частоты питающего напряжения.

4. Двигатель с двойной обмоткой - в этом типе двигателя ротор имеет две обмотки, которые позволяют ему работать на двух разных скоростях. Переключение между скоростями осуществляется путем изменения соединения обмоток.

Каждый из этих типов асинхронных двигателей имеет свои преимущества и недостатки и выбор конкретного типа зависит от требований к работе двигателя.

Асинхронные двигатели (АД) широко используются в различных промышленных, сельскохозяйственных и бытовых электроустановках и приборах, таких как станочное оборудование, насосы, вентиляторы, кондиционеры и многие другие устройства [1, с.123, с.173]. Они отличаются высокой эффективностью и надежностью, а также простотой конструкции и экономичностью.

Однако асинхронные двигатели могут перегреваться при работе с высокими нагрузками или в условиях высокой температуры окружающей среды. Поэтому для защиты двигателя от повреждений и предотвращения загорания используются специальные термоустройства, которые постоянно контролируют температуру обмоток и отключают питание при ее превышении допустимого уровня [3, с. 195, 4, с. 212].

Способы защиты асинхронных двигателей можно разделить на две категории:

- механические;
- электрические.

Механические методы защиты включают в себя использование защитных кожухов, герметизацию корпуса и установку систем охлаждения. Эти методы помогают предотвратить попадание пыли, грязи и воды внутрь двигателя, в противном случае это может привести к короткому замыканию и повреждению обмоток.

Один из самых важных способов электрической защиты асинхронного двигателя - это защита от перегрузки (рисунок 1). Данный способ заключается в установке токовых реле, которые контролируют ток, проходящий через статорные обмотки двигателя. Если ток превышает установленный уровень, реле отключает питание электродвигателя. Это позволяет предотвратить перегрузку двигателя и его повреждение. Такой способ защиты особенно важен при работе с нагрузками, которые могут вызвать перегрузку двигателя, например, при запуске больших насосов или компрессоров.

Другой вид защиты АД - это защита от короткого замыкания. Данный способ заключается в установке защитных выключателей, которые следят за током и напряжением на обмотках двигателя. Если происходит короткое замыкание, то ток в обмотках резко возрастает, что приводит к отключению защитного выключателя и отключению питания двигателя. Это позволяет предотвратить повреждение двигателя и снизить риск возникновения пожара. Такой способ защиты особенно важен при работе с нагрузками, которые могут вызвать короткое замыкание, например, при работе с электродвигателями на строительных площадках или в производственных цехах [5, с. 154, 6, с.160].

Третий вид защиты - это защита от обратного тока. Обратный ток может возникнуть, когда двигатель остановлен и затем внезапно запущен в обратном направлении. Это может привести к повреждению двигателя и других устройств в его управляющей цепи. Для защиты от обратного тока используются диодные мосты или реле обратного тока.

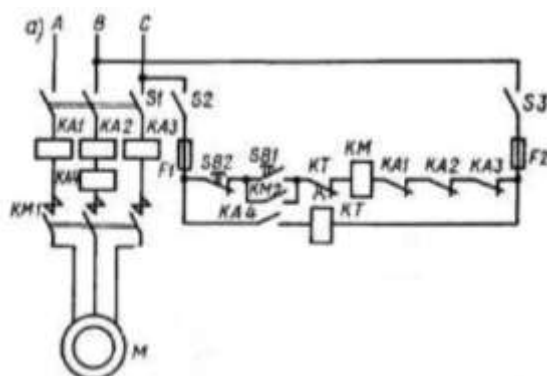


Рисунок 2 – Схема защиты электродвигателя от коротких замыканий и перегрузок

Четвертый вид защиты - это защита от высокого напряжения. Для защиты от высокого напряжения асинхронных двигателей используются различные устройства, такие как предохранители, автоматические выключатели и реле перегрузки. Эти устройства монтируются в цепи питания электродвигателя и могут отключать его в случае превышения установленного предела напряжения. Это предотвращает повреждение двигателя и обеспечивает безопасную эксплуатацию оборудования. Кроме того, для защиты от высокого напряжения могут использоваться специальные устройства, такие как дроссели и супрессоры напряжения, которые помогают снизить напряжение в цепи питания и защитить двигатель от повреждений. Высокое напряжение может привести к повреждению изоляции двигателя и других устройств в цепи. Для защиты от высокого напряжения также используются реле высокого напряжения или устройства автоматической защиты.

Пятый вид защиты - это защита от перегрева. Для защиты от перегрева асинхронных двигателей используются терморезисторы или датчики температуры. Они могут быть

установлены внутри двигателя или на его поверхности. Когда температура двигателя превышает установленный предел, терморезистор или датчик температуры срабатывает и отключает питание электродвигателя. Это предотвращает повреждение двигателя из-за перегрева. Кроме того, для защиты от перегрева могут использоваться вентиляторы или системы охлаждения, которые помогают уменьшить температуру двигателя [7, с. 253, 8, с. 420].

Шестой вид защиты предусматривает применение фильтров напряжения нулевой или обратной последовательностей, которые присутствуют в сети при несимметрии напряжения, что включает в себя обрыв фазы. Напряжение нулевой последовательности способствует дополнительному нагреву электродвигателя, а напряжение обратной последовательности создает момент, противоположный направлению вращения электродвигателя. Работа обоих фильтров заключается в выявлении этих нежелательных последовательностей и при превышении их величины некоторого порогового значения напряжения произвести отключение электродвигателя от сети. При таком отключении повышается срок службы двигателя, но последствия от прерывания технологического процесса могут быть гораздо тяжелее, чем потеря электродвигателя, если он остается в рабочем состоянии [9, с. 106].

Седьмой вид защиты – это защита от минимального напряжения. Её используют в дополнение к тепловому реле. Она защищает электродвигатель от обрыва одной из фаз, что в этом случае влечет снижение линейного напряжения, величина которого и контролируется защитным устройством. При работе электродвигателя на холостом ходу, отсутствие одной из фаз будет незаметно, но при включении в работу на двух оставшихся фазах двигатель может не запуститься или остановиться, если, обрыв произошел уже во время его работы под нагрузкой.

Восьмой вид защиты – это использование комбинированного УЗО (КУЗО), которое следит за симметричностью напряжения питания электродвигателя, состоянием изоляции и одновременно защищает человека от прикосновения к нетоковедущим частям электроустановки, оказавшимся в силу ряда причин, например, старения изоляции, под напряжением [10, с. 288]. В принцип работы КУЗО также заложено превышение порогового значения несимметрии, на которое и реагирует устройство.

В заключение, способы защиты асинхронных двигателей очень важны для обеспечения их надежной работы и предотвращения повреждений. Различные методы защиты могут быть использованы в зависимости от требований приложения и условий эксплуатации. Однако, независимо от выбранного метода защиты, важно регулярно проверять и обслуживать асинхронный двигатель, чтобы обеспечить его долговечность и надежность.

Литература

1. Аэроионизация птицеводческих помещений для повышения качества продукции / Н. С. Морозова, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов [и др.] // Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Сопровождающего Сессии Советов молодых учёных и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа, Рязань, 07–08 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Совет молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева Совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 121-126.

2. Морозова, Н.С. Применение аэроионизации для повышения продуктивности птицеводческой продукции / Н.С. Морозова, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2 (11). – С. 170-174.

3. Морозов, А.С. Повышение эксплуатационной надежности асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве / А.С. Морозов, И.И. Садовая, С.О. Фатьянов // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года / МСХ РФ; ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 193-196.

4. Танабаев, А. С. Анализ методов защиты электродвигателей погружных насосов / А. С. Танабаев, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. – Рязань: РГАТУ, 2020. – С. 208-213.

5. Власов, С. С. Исследование разветвленных несимметричных трехфазных цепей с отрицательным активным (расчетным) сопротивлением / С. С. Власов, С. О. Фатьянов // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : Материалы научно-практической конференции 2011 года, Рязань, 01 января – 31 2011 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО " Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том 1. – Рязань: РГАТУ, 2011. – С. 153-154.

6. Макаров, А. Ю. Регулирование реактивной мощности в сетях электроснабжения сельского хозяйства / А. Ю. Макаров, С. О. Фатьянов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2017. – № 2(5). – С. 157-161.

7. Анализ теплоэнергообеспечения процесса термообработки сои / С. О. Фатьянов, А. П. Пустовалов, А. С. Морозов, А. А. Ивушкин // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2019 года / Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 250-254.

8. Применение объемных резонаторов в СВЧ установках при обеззараживании молока на фермах / Д.М. Евдокимов и др. // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса: Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, 2019. – С. 416-421.

9. Чураков, Е. П. О фильтрации марковских последовательностей в задаче интерпретации результатов косвенных экспериментов / Е. П. Чураков, С. О. Фатьянов // Математические методы управления и обработки данных : Межвузовский сборник научных трудов. – Рязань : Рязанский государственный радиотехнический университет, 1988. – С. 103-107.

10. Параметры электромагнитного поля промышленной частоты при обработке семян ячменя перед посевом / С.О. Фатьянов и др. // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции. - 2020. - С. 285-289.

11. Аникин, Н. В. К вопросу о защите электродвигателей погружных насосов от обрыва фаз и несимметрии напряжений / Н. В. Аникин, А. С. Терентьев, В. В. Коченов // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конференции, Рязань, 12 декабря 2019 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 21-25.

12. Каширин, Д. Е. Испытание стенда для исследования режимов работы частотно-регулируемых приводов асинхронных электродвигателей / Д. Е. Каширин, С. Н. Гобелев, Н. Б. Нагаев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 4(36). – С. 91-95.

МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

П.Д. Панков¹, А.С. Морозов¹, С.О. Фатьянов¹, Ю.А. Юдаев¹, А.П. Пустовалов¹¹ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Для повышения эффективности работы энергетической системы необходимо снижение потребляемой электроустановками реактивной мощности, что приводит к повышению $\cos\varphi$ и снижению ресурсов, задействованных в энергосистеме. Компенсацию реактивной мощности проводят с помощью установки конденсаторных батарей, желательно с возможностью регулировки. Рассмотрены основные способы повышения коэффициента мощности.

Ключевые слова: конденсаторная батарея, синхронный генератор, индуктивная составляющая, емкость, гармоники, активный фильтр.

Summary. To increase the efficiency of the energy system, it is necessary to reduce the reactive power consumed by electrical installations, which leads to an increase in $\cos\varphi$ and a decrease in the resources involved in the energy system. Reactive power compensation is carried out by installing capacitor banks, preferably with the ability to adjust. The main ways to increase the power factor are considered.

Key words: capacitor bank, synchronous generator, inductive component, capacitance, harmonics, active filter.

Реактивная мощность является одним из главных параметров, определяющих эффективность работы электрических систем. Она возникает в результате индуктивной или емкостной реакции элементов электрической цепи и приводит к увеличению потребления электроэнергии. Компенсация реактивной мощности является важным методом оптимизации работы электрических систем, позволяющим уменьшить потери энергии и повысить эффективность работы оборудования [1, с. 230].

Существует несколько методов компенсации реактивной мощности, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Рассмотрим основные из них.

1. Компенсация реактивной мощности с помощью конденсаторов.

Один из самых распространенных методов компенсации реактивной мощности - это использование конденсаторов. Конденсаторы подключаются параллельно нагрузке и создают емкостную составляющую, которая компенсирует индуктивную составляющую нагрузки. Это позволяет уменьшить потребление реактивной мощности, повысить коэффициент мощности в виде $\cos\varphi$, снизить сечения подводящих проводов, что повышает эффективность работы энергосистемы, обеспечивая потребляемую активную мощность сети меньшими ресурсами [2, с. 125, 3, с. 173]. Однако эти положительные моменты могут иметь место при возможности регулировки емкости конденсаторной батареи в зависимости от графика потребления электроэнергии. В часы пик нагрузки от работающих промышленных предприятий, расходующих реактивную мощность индуктивного характера, требуется увеличение емкости конденсаторной установки и наоборот в ночное время – уменьшение. Эта регулировка должна проводиться автоматически в режиме мониторинга для достижения максимального экономического эффекта [4, с. 195]. Поэтому конденсаторные установки даже без возможности регулировки рекомендуется собирать из отдельных секций, что позволит проводить техническое обслуживание без отключения всей батареи [5, с. 176, 6, с. 154]. Реактивная мощность конденсаторной установки Q вычисляется по формуле

$$Q = P(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2),$$

(1)

где P - активная мощность всех потребителей, для которых требуется снизить потребление реактивной мощности;

φ_1 - угол разности фаз между входным напряжением и входным током до компенсации,

φ_2 - угол разности фаз аналогично после компенсации.

Существуют различные способы подключения компенсирующих емкостей: централизованный, групповой, индивидуальный. При индивидуальном способе конденсаторная батарея подключается к зажимам электроустановки [7, с. 390, 8, с.420]. Это позволяет наиболее эффективно разгрузить электрическую сеть, но при выключении электроустановки конденсаторы остаются незадействованными, что экономически нецелесообразно. При таком подходе предприятию потребуется большее количество конденсаторов. При использовании групповой установки конденсаторных батарей, например, для электрооборудования всего цеха, разгружается и питающая подстанция, и питающая сеть цеха. При централизованной установке батарей со стороны низшего напряжения разгружаются сети 6-10 кВ, подходящие к подстанции и трансформатор на ней. В случае установки конденсаторов на стороне высшего напряжения разгрузки распределительных сетей предприятия не происходит, а экономический эффект наблюдается только на стороне питающей энергетической системы.

Перекомпенсация реактивной мощности приводит к повышению напряжения в сети относительно номинального.

Преимущества этого метода:

- Простота и надежность в использовании;
- Низкая стоимость оборудования;
- Возможность быстрой установки и настройки.

Недостатки:

- Ограниченность по мощности;
- Необходимость точной настройки под конкретную нагрузку;
- Риск перегрузки конденсаторов при работе с переменным током высокой частоты.

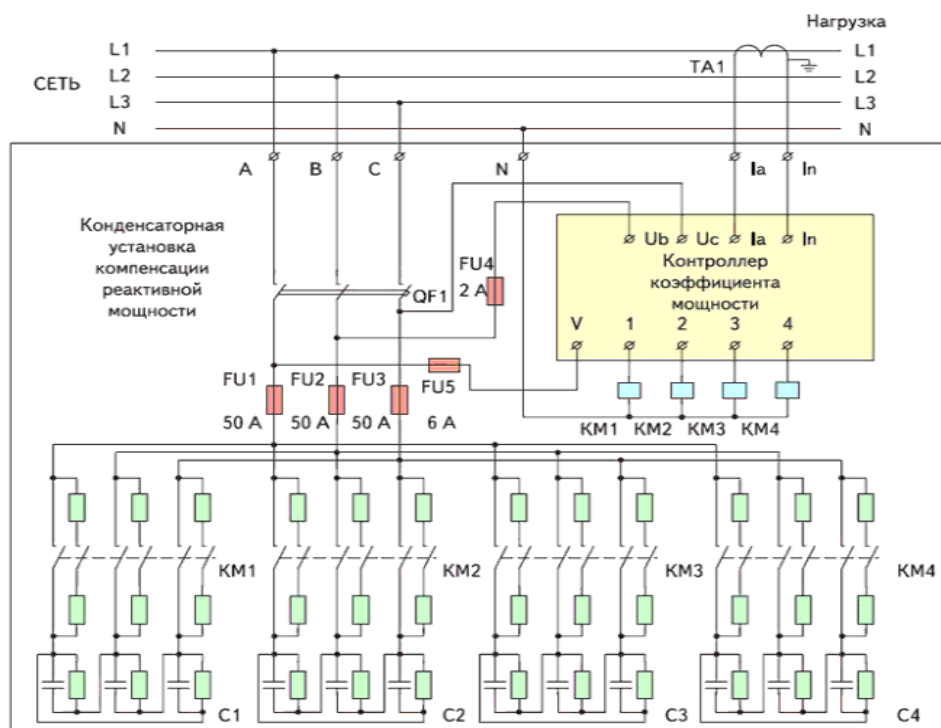


Рисунок 1 – Схема управляемой конденсаторной установки компенсации реактивной мощности

2. Компенсация реактивной мощности с помощью синхронных компенсаторов

Синхронный компенсатор - это устройство, состоящее из синхронного генератора и автоматической системы управления. Генератор подключается параллельно к сети и создает активную мощность, компенсируя реактивную мощность нагрузки. Автоматическая система управления контролирует работу генератора и подстраивает его параметры под текущую нагрузку.

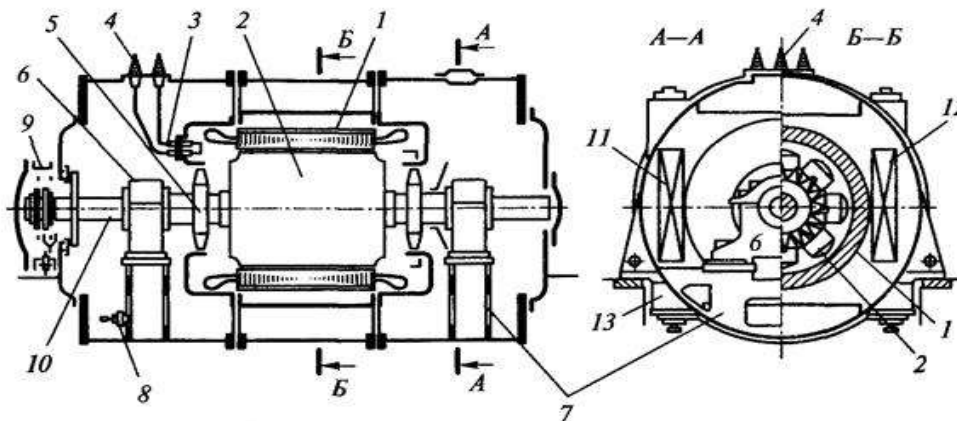


Рисунок 2 – Схема синхронного компенсатора

1 – статор; 2 – ротор; 3, 4 – изоляционные уплотнения; 5 – вентилятор; 6 – подшипник; 7 – опорные платформы; 8 – маслонасос; 9 – камера контактных колец; 10 – вал; 11, 12 – выходные и входные проемы в газоохладитель; 13 – газоохладитель

Преимущества этого метода:

- Высокая точность компенсации реактивной мощности;
- Возможность работы с большими мощностями;
- Универсальность в использовании.

Недостатки:

- Высокая стоимость оборудования;
- Сложность в установке и настройке;
- Необходимость постоянного контроля и обслуживания.

3. Компенсация реактивной мощности с помощью активных фильтров

Активный фильтр - это устройство, которое используется для компенсации реактивной мощности и подавления гармонических искажений в электрической сети [9, с. 104]. Он состоит из инвертора, фильтрующей цепи и системы управления. Инвертор создает высокочастотные токи, которые компенсируют реактивную мощность нагрузки [10, с. 288]. Фильтрующая цепь подавляет гармонические искажения, создаваемые нагрузкой.

Преимущества этого метода:

- Высокая точность компенсации реактивной мощности;
- Эффективное подавление гармонических искажений;
- Возможность работы с различными типами нагрузок.

Недостатки:

- Высокая стоимость оборудования;
- Сложность в установке и настройке;
- Необходимость постоянного контроля и обслуживания.

Компенсация реактивной мощности является важным методом оптимизации работы электрических систем. Выбор конкретного метода компенсации зависит от требований к работе системы и ее характеристик. Независимо от выбранного метода, компенсация реактивной мощности позволяет использовать трансформатор меньшей мощности при одной и той же активной нагрузке электроустановок, снизить потребление электроэнергии.

Литература

1. Фатьянов, С.О. Режимы работы батарей статических конденсаторов в сетях 110 кВ / С.О. Фатьянов, И.О. Маслов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 227-232
2. Аэроионизация птицеводческих помещений для повышения качества продукции / Н. С. Морозова [и др.] // Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Совещания Советов молодых учёных и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа, Рязань, 07–08 апреля 2021 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Совет молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева Совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. – Рязань: РГАТУ, 2021. – С. 121-126.
3. Морозова, Н. С. Применение аэроионизации для повышения продуктивности птицеводческой продукции / Н. С. Морозова, С. О. Фатьянов, А. С. Морозов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2020. – № 2(11). – С. 170-174.
4. Морозов, А. С. Повышение эксплуатационной надежности асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве / А. С. Морозов, И. И. Садовая, С. О. Фатьянов // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной научно-практической конференции, посвященной Году экологии в России, Рязань, 26–27 апреля 2017 года / Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 193-196
5. Макаров, А. Ю. Регулирование реактивной мощности в сетях электроснабжения сельского хозяйства / А. Ю. Макаров, С. О. Фатьянов // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2017. – № 2(5). – С. 157-161
6. Власов, С. С. Исследование разветвленных несимметричных трехфазных цепей с отрицательным активным (расчетным) сопротивлением / С. С. Власов, С. О. Фатьянов // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева : Материалы научно-практической конференции 2011 года, Рязань, 01 января – 31 2011 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО " Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 153-154.
7. Анализ способов сушки и предпосевной обработки зерна в сельском хозяйстве / Е. С. Семина [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 388-391.
8. Применение объемных резонаторов в свч установках при обеззараживании молока на фермах / Д.М. Евдокимов [и др.] // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 416-421.
9. Чураков, Е. П. О фильтрации марковских последовательностей в задаче интерпретации результатов косвенных экспериментов / Е. П. Чураков, С. О. Фатьянов //

Математические методы управления и обработки данных : Межвузовский сборник научных трудов. – Рязань : Рязанский государственный радиотехнический университет, 1988. – С. 103-107.

10. Параметры электромагнитного поля промышленной частоты при обработке семян ячменя перед посевом / С. О. Фатьянов, А. П. Пустовалов, А. С. Морозов [и др.] // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 20 ноября 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 285-289.

11. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 252-253.

12. Анализ потерь электрической энергии и способов их снижения в сельских электрических сетях / Н. Б. Нагаев [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 319-324.

13. Структура потерь электроэнергии в сельских электрических сетях с напряжением 0,38 кВ / Н. Б. Нагаев [и др.] // Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКСР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В., Рязань, 09 декабря 2020 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 293-297.

УДК: 630.4

РОЛЬ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ В СНИЖЕНИИ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Т.В. Папаскири¹, С.В. Митрофанов¹, А.А. Шевчук¹, И.Ю. Богданчиков²

¹ФГБОУ ВО ГУЗ, г. Москва, РФ

²ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Статья посвящена оценке приема агролесомелиорации с целью сокращения эмиссии парниковых газов. Защитные лесные полосы играют значительную роль в поглощении углекислого газа и других парниковых газов из атмосферы, что способствует уменьшению концентрации парниковых газов в атмосфере и снижению глобального потепления. Агролесомелиорация способствует улучшению почвенного покрова, сохранению влаги и биоразнообразия, что делает ее важной частью устойчивого развития и борьбы с климатическими изменениями.

Ключевые слова: агролесомелиорация, углерод, выбросы, парниковые газы.

Summary. The article focuses on the assessment of agroforestry intake in order to reduce greenhouse gas emissions. Protective forest bands play a significant role in absorbing carbon dioxide and other greenhouse gases from the atmosphere, which helps reduce the concentration of greenhouse gases in the atmosphere and reduce global warming. Agroforestry contributes to improving soil cover, preserving moisture and biodiversity, making it an important part of sustainable development and combating climate change.

Key words: agroforestry, carbon, emissions, greenhouse gases.

Парниковые газы – это газы, которые поглощают инфракрасное излучение, исходящее от поверхности Земли, тем самым препятствуя ее охлаждению. Они находятся в атмосфере Земли и играют важную роль в поддержании теплового баланса планеты. Парниковые газы не только поглощают инфракрасное излучение, но и взаимодействуют с другими компонентами атмосферы, причем эти взаимодействия довольно сложны. Например, взаимодействие между парниковыми газами и облаками может влиять на равновесие энергии в атмосфере, что дополнительно усиливает потепление. По данным Межправительственной группы экспертов ООН по изменению климата (МГЭИК) с 1990 г. средняя температура приземного воздуха на Земле увеличилась порядка на 0,8°С [1, 2]. Глобальное изменение климата и его основной фактор – антропогенное потепление атмосферы – могут привести к значительной изменчивости количества осадков, увеличению уровня моря и учащению экстремальных погодных явлений (наводнения, засухи, сильные штормы). Это, в свою очередь, может вызвать снижение урожайности сельскохозяйственных культур, особенно в тропических регионах и поставить под угрозу жизни людей, проживающих в климатических уязвимых регионах по всему миру. Эти климатические изменения уже сегодня наблюдаются в Индии и других частях мира, вызывая серьезные последствия для миллионов людей. Частые засухи, наводнения и другие климатические катаклизмы негативно сказываются на глобальной продовольственной безопасности.

Основные парниковые газы включают диоксид углерода (CO₂), метан (CH₄), оксид азота (N₂O). Есть и другие соединения, входящие в группу парниковых газов, – это гидрофторуглероды (HFCs) и перфторуглероды (PFCs), но их вклад в глобальное потепление по сравнению с основной тройкой – незначительный.

Диоксид углерода (углекислый газ) является одним из основных парниковых газов, влияющих на климат Земли. Этот газ образуется в результате сжигания ископаемого топлива (уголь, нефть, природный газ), а также в процессе жизнедеятельности организмов, разложения органических веществ, газообразных выбросов из океана и вулканической активности. На сегодняшний день концентрация CO₂ оценивается в 420 ppm (частей на миллион). Его выбросы возросли на 43% с начала промышленной революции и, как ожидается, в дальнейшем увеличатся до 60% в 2100 г. Около 80% выбросов CO₂ приходится на сжигание ископаемого топлива. В 2017 г. предполагаемый годовой выброс CO₂ от ископаемого топлива в мире составил 36 Гт, а наибольший вклад внесли Китай, США, Индия и ЕС. Ежегодное увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере составляет около 0,6% в год. Таких высоких концентраций CO₂, как в 2020 и 2021 годах, в мире не наблюдалось уже миллионы лет. Это увеличение в основном вызвано выбросами CO₂ в результате сжигания ископаемого топлива (нефти, угля и природного газа), промышленной деятельности и вырубки лесов [3, 4].

Метан (CH₄) – это простейший углеводород, состоящий из одного атома углерода и четырех атомов водорода. Этот газ широко распространен в природе и присутствует в атмосфере Земли, где его концентрация составляет около 1,8 ppm.

CH₄ играет важную роль в климатической системе, так как является мощным парниковым газом. Его потенциал глобального потепления (ПГП) составляет 34, это означает, что метан удерживает в атмосфере тепла в 34 раза больше, чем углекислый газ за тот же период времени.

Естественным источником метана в атмосфере являются природные процессы, связанные с болотами, озерами, океанами и почвами. Однако, большая часть метана образуется в результате деятельности человека. Наиболее значимыми источниками антропогенного метана являются животноводство (особенно крупный рогатый скот) [3], добыча и использование угля, нефти и природного газа, а также промышленные процессы. Уровень метана с 2007 г. увеличивается примерно на 0,4% в год. Его вклад в глобальное потепление оценивается в пределах 23% [3].

Оксид азота представляет собой газообразное вещество, состоящее из двух атомов азота и одного атома кислорода, и обладает уникальными свойствами, делающими его

опасным для окружающей среды. Он обладает высоким потенциалом глобального потепления – в 298 раз выше, чем углекислый газ. Это говорит о том, что даже небольшое количество N_2O может оказать значительное влияние на глобальное потепление. Его вклад в глобальное потепление оценивается в пределах 19%.

В естественных условиях оксид азота выделяется бактериями в почве, пресноводных системах и океанах в процессе нитрификации денитрификации [4, 5]. Однако основными источником выбросов N_2O является антропогенная деятельность: сжигание ископаемого топлива, промышленные процессы (производство азотных удобрений, цемента и железа и др.), сельское хозяйство, автомобильный транспорт, свалки и другие места хранения отходов.

Выбросы парниковых газов в сельскохозяйственном секторе составляют 10-12% (5,1-6,1 пг), землепользовании – 6-17% (5,9±2,9 пг), химическом производстве/распределении, связанном с сельским хозяйством, – 0,6-1,4% (0,3-0,7 пг) и других сельскохозяйственных операциях, включая орошение, – 0,2-1,8% (0,1-0,9 пг) от общего объема глобальных выбросов. Таким образом, известно, что только на сельское хозяйство приходится от 16,8% до 32,2% выбросов [4, 6, 7].

Увеличение выбросов вредных парниковых газов, аммиака и других веществ, загрязняющих окружающую среду, в том числе твердых частиц и тяжелых металлов в ходе сельскохозяйственной деятельности, вызвано ростом интенсификации и концентрации сельскохозяйственного производства [5, 6, 7].

Фундаментальной угрозой климатическим целям и задачам Парижского соглашения является растущее использование азотных удобрений. Это связано с тем, что применение азотных удобрений приводит к увеличению выбросов парниковых газов, в частности оксида азота. В то же время, растущий спрос на продукты питания и корма для животных будет способствовать дальнейшему росту сельскохозяйственного производства, а значит, и увеличению использования азотных удобрений, что в свою очередь приведет к дальнейшему увеличению выбросов N_2O .

Для сокращения выбросов парниковых газов от земледелия рекомендуются следующие методы: почвозащитные системы обработки почвы, эффективное использование пожнивных, корневых и послеуборочных остатков, оптимизация применения удобрений, внедрение систем интегрированной защиты растений, технологий точного земледелия, приемов биологизации земледелия и агролесомелиорации [6, 7].

Как показано ранее, углекислый газ вносит наибольший вклад в глобальное потепление. Существует три стратегии снижения концентрации CO_2 в атмосфере: (1) сокращение глобального потребления энергии, (2) разработка низкоуглеродного топлива или топлива без выбросов углерода, (3) улавливание и хранение углерода (carbon capture and storage, CCS) с помощью естественных методов (растительность) и технологических приемов [8]. Агролесомелиорация играет важную роль в улавливании углерода из атмосферы и его сохранении в почве.

Агролесомелиорация – это метод, который включает в себя посадку деревьев и кустарников на сельскохозяйственных землях для улучшения плодородия почвы, защиты от эрозии и удержания влаги. Однако в контексте глобального потепления вклад агролесомелиорации в адаптацию к изменению климата и смягчение его последствий посредством связывания углерода приобретает все большую актуальность. Более 70 стран определили агролесомелиорацию как один из важных инструментов адаптации к изменению климата или смягчения его последствий [8, 9, 10].

Благодаря агролесомелиорации создаются сложные экосистемы, объединяющие сельскохозяйственные угодья и участки лесных массивов, что способствует росту общей биомассы растений, повышению плодородия почв, круговорота питательных веществ, биоразнообразия, снижению эрозии почв, улучшению микроклимата и потенциала связывания углерода.

Агролесомелиорация может способствовать процессам рекультивации метана. Механизмы рекультивации метана при агролесомелиорации включают в себя несколько процессов. Прежде всего, растения выделяют кислород в атмосферу через фотосинтез, что способствует окислению метана, превращая его в углекислый газ и воду. Корни древесных культур создают пространство, в котором образуются микроорганизмы, способные окислять метан в нитраты. Также происходит ферментация метана при разложении органических веществ в почве, что также способствует его поглощению.

Древесные и кустарниковые растения выступают в качестве фильтров, поглощая оксида азота, который используется азотофиксирующими бактериями, обитающими в ризосфере (в непосредственной близости к коневой системе растений). Фиксация азота происходит за счёт органических веществ, выделяемых растениями в процессе своей жизнедеятельности.

Агролесомелиорация играет ключевую роль в поддержании гидрологии водоразделов, так как корни растений способствуют удержанию почвы, снижению эрозии и улучшению водопроницаемости. Также, корни растений задерживают воду в почве, предотвращая паводки и сохраняя естественный водный режим. Кроны деревьев обеспечивают тень, что сокращает потерю влаги из почвы за счёт испарения, что в конечном итоге способствует поддержанию устойчивого гидрологического режима [9, 11].

Таким образом, агролесомелиорация способствует сократить эмиссию парниковых газов, что может способствовать карбоновой нейтральности сельскохозяйственного производства и снижению темпов глобального потепления. Также, данный метод, способствует улучшению почвенного покрова, сохранению влаги и биоразнообразия, что делает ее важной частью устойчивого развития и борьбы с климатическими изменениями.

Литература

1. Effect of Greenhouse Gases on Agriculture Production in Pakistan / R. Saeed et al // *Biogeosystem Technique*. 1(1):85-88. 2014.
2. A Review on Mitigation of Greenhouse Gases by Agronomic Practices towards Sustainable Agriculture / O.R. Devi et al // *Int. J. Environ. Clim. Change*, vol. 13, no. 8, pp. 278-287, 2023.
3. The Impact of Agro-Economic Factors on GHG Emissions: Evidence from European Developing and Advanced Economies / M. Jovanovic, L. Kascelan, A. Despotovic, V. Kascelan // *Sustainability* 2015, 7, 16290-16310.
4. Radiative Forcing of Carbon Dioxide, Methane, and Nitrous Oxide: A Significant Revision of the Methane Radiative Forcing / M. Etminan, G. Myhre, E.J. Highwood, K.P. Shine // *Geophys. Res. Lett.* 2016, 43, 12614-12623.
5. Stavi I., Lal R. Agriculture and greenhouse gases, a common tragedy. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2013. 33(2):275-289.
6. Do soil conservation practices exceed their relevance as a countermeasure to greenhouse gases emissions and increase crop productivity in agriculture? / A. Shakoor et al // *Science of the Total Environment*. 2022. 805:150337.
7. From Carbon Neutral to Climate Neutral: Dynamic Life Cycle Assessment for Wood-Based Panels Produced in China / Wang et al // *J. Ind. Ecol.* 2022, 26, 1437-1449.
8. Carbon Management in Tropical and Sub-Tropical Terrestrial Systems / P. K. Ghosh et al // *Carbon Management in Tropical and Sub-Tropical Terrestrial Systems*. Электронный ресурс. – Режим доступа: https://doi.org/10.1007/978-981-13-9628-1_19
9. Patel, R. Agroforestry. In book: *Impact of agroforestry ecosystem on carbon sequestration potential and climate change* / R. Patel. Publisher: Nikki Levy (Elsevier). URL: https://www.researchgate.net/publication/372235424_Agroforestry
10. Agroforestry systems for carbon sequestration and Food security: Implications for Climate change Mitigation / G. Sahoo et al // URL:

https://www.researchgate.net/publication/365234097_Agroforestry_systems_for_carbon_sequestration_and_Food_security_Implications_for_Climate_change_Mitigation

11. Фадькин, Г. Н. Экологическое обоснование технологии создания лесных культур сосны обыкновенной с применением нанопорошка железа / Г. Н. Фадькин, С. Д. Полищук // Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 16 апреля 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 248-251.

12. Нестеренко, А. В. Восстановление хвойных лесов в Рязанской области с использованием нанопорошка железа / А. В. Нестеренко, С. Н. Богомолова, Г. Н. Фадькин // Современная наука глазами молодых ученых: достижения, проблемы, перспективы: Материалы межвузовской научно-практической конференции, Рязань, 27 марта 2014 года. Том 2. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2014. – С. 91-95.

13. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 252-253.

УДК 631.37

ВОПРОСЫ ТЕПЛОБЕСПЕЧЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

А.П. Пустовалов¹, С.О. Фатьянов¹, А.С. Морозов¹, Е.С. Сёмина¹, А.А. Слободскова¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Научные исследования по теплоснабжению сельского хозяйственного производства способствуют повышению его эффективности. В частности, работы Д.А. Тихомирова направлены на комплексное решение вопросов по энергосберегающим электрическим системам и техническим средствам теплообеспечения основных технологических процессов в животноводстве.

Ключевые слова: сельское хозяйство, тепловая энергия, животноводство.

Summary. Scientific research on heat supply for agricultural production helps to increase its efficiency. In particular, the works of D.A. Tikhomirov are aimed at comprehensive solutions to issues related to energy-saving electrical systems and technical means of heat supply for basic technological processes in livestock farming.

Key words: agriculture, thermal energy, livestock breeding.

Научные исследования во всём мире, в России в области сельского хозяйства направлены в конечном итоге для повышения эффективности сельскохозяйственного производства, для обеспечения населения продуктами питания. Для этой цели применяются различные технологии, физические и другие воздействующие факторы. Определённый вклад в создание ряда рекомендаций для этих целей вносят и научные исследования нашей кафедры электротехники и физики. В частности, можно привести некоторые из работ наших исследований. В публикации, например, М.Е. Евтеева с соавторами даются предложения по применению оптических излучений для выращивания растительных культур [1, с. 72]. В исследовании П.Д. Панкова с соавторами представлена возможность применения определённых доз облучения на рассады огурца в тепличных условиях для увеличения его урожайности [2, с. 184]. А.П. Пустоваловым с соавторами показаны возможности некоторых экологических методов исследования в сельском хозяйстве [4, с. 60] или указаны возможности автоматизации в рыбоводстве [3, с. 260]. Исследования С.О. Фатьянова с

соавторами направлены на предпосевную обработку семян импульсным электрическим полем [6, с. 194], на применение индукционного нагрева для нужд сельского хозяйства [7, с. 207] или по применению биогазовых установок для получения тепловой и электрической энергии [8, с. 89]. В.А. Юрок с соавторами показали возможность исследования методов и средств повышения эффективности люминесцентных источников излучения для животноводства и растениеводства [9, с. 86].

Известно, что сельскохозяйственное производство связано со значительным потреблением электроэнергии, различных видов топлива. Это связано с тем, что необходимость теплообеспечения возникает в большинстве производственных структурных подразделений сельского хозяйства. В частности, при сушке и переработке, а также хранению различных зерновых и технических культур, в животноводческих комплексах, в теплицах, на птицефабриках, в фермерских и личных подсобных хозяйствах и т.д. [5, с. 12].

Тепловая энергия при этом используется в различных направлениях, таких как для обеспечения микроклимата в зернохранилищах, овощехранилищах, теплицах, животноводческих комплексах и т.п., а также для горячего водоснабжения, отопления. При сушке зерновых культур и в других технологических процессах многопрофильного сельскохозяйственного производства необходима тепловая энергия. При этом для решения вышеперечисленных задач применяются различные типы теплоэнергетического оборудования, работающего на базе электроэнергии, на жидком, твёрдом или газообразном топливе [10, с. 4]. Определённые предложения даны и нами, например, по применению индукционного нагрева для нужд сельского хозяйства [7, с. 206] или по применению биогазовых установок для получения тепловой и электрической энергии [8, с. 88].

Значительными потребителями тепловой энергии являются, в частности, животноводческие комплексы. Следует акцентировать внимание на то, что серьёзные комплексные исследования в этом направлении проведены Д.А. Тихомировым в его докторской диссертации «Энергосберегающие электрические системы и технические средства теплообеспечения основных технологических процессов в животноводстве» [5, 342 с.].

В частности, Д.А. Тихомировым представлен программный проект для расчёта параметров системы теплообеспечения объектов животноводства, что даёт возможность производить автоматический расчёт теплового, а также влажностного баланса животноводческих ферм для различных групп животных. Учитывается при этом технологии их содержания с данными климатических зон размещения с исследованием режимов работы отопительно-вентиляционных установок с изменением значением параметров наружного и внутреннего воздуха, с определением годового расхода теплоты и величин тепловых нагрузок на ряд технологических процессов [5, с. 256].

Проведённый им для объектов животноводства технико-экономический анализ показал возможность применения эффективных децентрализованных систем обеспечения теплом с помощью природного газа по сравнению использованием жидкого или твёрдого топлива, но наиболее эффективны системы с электрической энергией [5, с. 257].

Важным представляется обоснование и реализация концептуального положения развития в дальнейшем электрических децентрализованных систем с повышением эффективности электроэнергопотребления с применением аккумуляции теплоты, локального обогрева; даны рекомендации по выбору, применению энергоэффективных электрических систем, а также и технических устройств теплообеспечения с разработкой моделей процессов теплообмена между электронагревателем и нагреваемой средой [5, с. 258].

Очевидно, что применение электроэнергии в тепловых процессах сельскохозяйственного производства по сравнению с другими энергоносителями имеет ряд технологических и технических преимуществ. Тем не менее, электроэнергия как наиболее качественный вид энергии, к сожалению, имеет сравнительно высокую стоимость, что отражается на стоимости сельскохозяйственной продукции. В этой связи, область

эффективного использования электроэнергии при теплообеспечении требует обоснования преимущества перед другими энергоносителями.

В этой связи, существенным фактором, развития и модернизации систем теплообеспечения становится повышение эффективности и реализация таких систем с максимальным энергосбережением в тепловых технологических процессах со снижением себестоимости сельскохозяйственной продукции.

Таким образом, научные исследования по теплоснабжению сельского хозяйственного производства способствуют повышению его эффективности. В частности, работы Д.А. Тихомирова направлены на комплексное решение вопросов по энергосберегающим электрическим системам и техническим средствам теплообеспечения основных технологических процессов в животноводстве

Литература

1. Применение оптических излучений для выращивания растительных культур / М. Е. Евтеев [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 68-73.

2. Изучение влияния доз облучения рассады огурца в тепличных условиях / П. Д. Панков [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 180-185.

3. Возможности автоматизации в рыбоводстве / А.П. Пустовалов, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов, В.М. Пащенко // Материалы XXVII Международной научно-практической конференции. Сб. научн. тр. Белгородского аграрного университета «Вызовы и инновационные решения в аграрной науке». - Белгород, 2023.- Т.4.- С. 260-261.

4. Экологический метод механической переработки зерновой массы / В. М. Пащенко, А. П. Пустовалов, С. О. Фатьянов, Т. О. Мишина // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 59-60.

5. Тихомиров, Д. А. Энергосберегающие электрические системы и технические средства теплообеспечения основных технологических процессов в животноводстве : специальность 05.20.02 "Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Тихомиров Дмитрий Анатольевич. – Москва, 2015. – 41 с.

6. Предпосевная обработка семян импульсным электрическим полем / С. О. Фатьянов [и др.] // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 192-195.

7. Применение индукционного нагрева для нужд сельского хозяйства / С. О. Фатьянов, А. С. Морозов, А. П. Пустовалов [и др.] // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 204-208.

8. Фатьянов, С. О. Применение биогазовых установок для получения тепловой и электрической энергии / С. О. Фатьянов, А. С. Морозов, А. П. Пустовалов // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 88-89.

9. Исследование методов и средств повышения эффективности люминесцентных источников излучения для животноводства и растениеводства / В. А. Юрок, А. С. Морозов, С. О. Фатьянов [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2022. – № 1(14). – С. 83-87.

10. Энергетическая стратегия сельского хозяйства России на период до 2020 года / Ю. Ф. Лачуга, Н. М. Морозов, Д. С. Стребков [и др.] ; Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства, 2009. – 64 с.

11. Гобелев, С. Н. Технология использования ИК-излучения для повышения эффективности систем электроснабжения и теплоснабжения / С. Н. Гобелев, М. А. Милютин // Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК : Сборник научных трудов. Посвящается 60-летию инженерного факультета / Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 11-16.

12. Морозова, Л. А. Автоматизация как основа эффективного управления в АПК / Л. А. Морозова // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 340-346.

13. Спектральный состав излучения комбинированных облучательных приборов для сельского хозяйства / Н. Б. Нагаев, Д. О. Брюхина, М. А. Левин [и др.] // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 118-124.

УДК 621.316.9

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТЕПЛИЦАХ

Д.И. Сигунов¹, Ю.А. Юдаев¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В статье рассмотрены микропроцессоры для автоматизации процессов в теплицах. Проведён анализ плат микроконтроллера. Приведён возможный вариант использования микроконтроллера.

Ключевые слова: микропроцессор, автоматизация теплицы, Arduino, климатические условия, микроконтроллер.

Summary. The article discusses microprocessors for automating processes in greenhouses. The analysis of microcontroller boards was carried out. A possible variant of using the microcontroller is given.

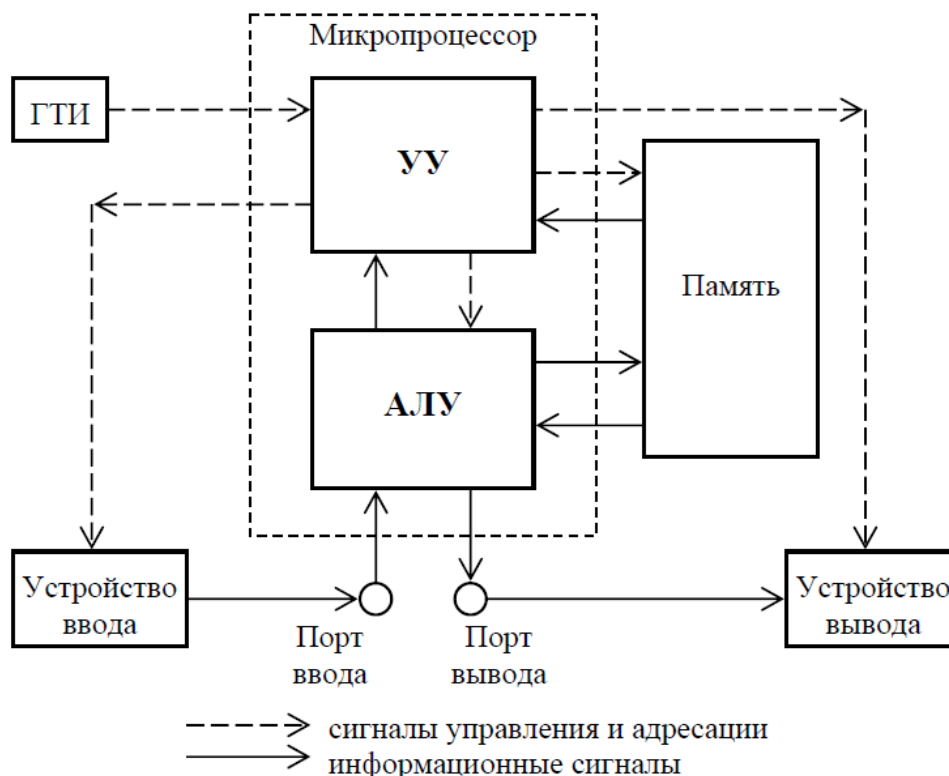
Key words: microprocessor, greenhouse automation, Arduino, climatic conditions, microcontroller.

Растениеводство — отрасль сельского хозяйства, занимающаяся возделыванием культурных растений. Продукция растениеводства используется как источник продуктов питания для населения, также как корм в животноводстве, как сырьё во многих отраслях промышленности: в пищевой, текстильной, фармацевтической и парфюмерной. Сельское

хозяйство предполагает использование ручного труда для выращивания и сбора урожая, в этом случае процесс требует больших физических затрат. Особо это заметно при выращивании растений в тепличных условиях, так как существуют несколько факторов усложняющих разведение сельскохозяйственных культур.

Автоматизация теплицы подразумевает под собой отслеживание и управление параметрами микроклимата, автоматическую подачу воды для полива и использования искусственного освещения. Чтобы выполнять все действия, необходимые для оптимальной жизнедеятельности растений, нужна сложная система, которая будет выполнять всю работу. Управлять ею будет микропроцессор.

Микропроцессор содержит в себе арифметико-логическое устройство, блок синхронизации и управления, запоминающие устройство, регистры и шину. То есть он содержит в себе только то, что непосредственно понадобится для выполнения арифметических и логических операций. Для автоматизации теплицы наилучшим образом подходит микропроцессор Arduino Nano. Особенностью является отсутствие собственного гнезда для внешнего питания, размещение на миниатюрной плате, использование чипа FTDI FT232RL для USB-Serial преобразования и применение mini-USB кабеля для взаимодействия вместо стандартного USB. Плата имеет штырьковые контакты, благодаря им размещение Arduino возможно непосредственно на макетной плате. Преимущество Arduino Nano заключается в компактности, относительно аналогичного по возможностям Arduino Uno, отсутствии необходимости пайки, а также распространенности провода, используемого для подключения платы к компьютеру.



ГТИ – генератор тактовых импульсов, УУ – устройство управления, АЛУ – арифметико-логическое устройство.

Рисунок 1 - Схема микропроцессорного устройства.

Рассмотрим характеристики платы: Микроконтроллер - Atmel ATmega168 или ATmega328, рабочее напряжение (логический уровень) - 5 В, входное напряжение (рекомендуемое) - 7-12 В, входное напряжение (предельное) - 6-20 В, цифровые

Входы/Выходы – 14, аналоговые входы – 8, постоянный ток через вход/выход - 40 мА, флеш-память - 16 Кб (ATmega168) или 32 Кб (ATmega328) при этом 2 Кб используются для загрузчика, ОЗУ - 1 Кб (ATmega168) или 2 Кб (ATmega328), EEPROM - 512 байт (ATmega168) или 1 Кб (ATmega328), размеры - 1.85 см x 4.2 см.[2]

Arduino Nano может получать питание через подключение Mini USB, или от нерегулируемого 6-20 В (вывод 30), или регулируемого 5 В (вывод 27), внешнего источника питания. Автоматически выбирается источник с самым высоким напряжением. Микросхема FTDI FT232RL получает питание, только если сама платформа запитана от USB. Таким образом при работе от внешнего источника (не USB), будет отсутствовать напряжение 3.3 В, генерируемое микросхемой FTDI, при этом светодиоды RX и TX мигают только при наличии сигнала высокого уровня на выводах 0 и 1. [1, с. 544].

Поддержание заданных климатических условий будет осуществляться через датчики температуры окружающей среды, освещения, влажности и датчика питательных веществ.

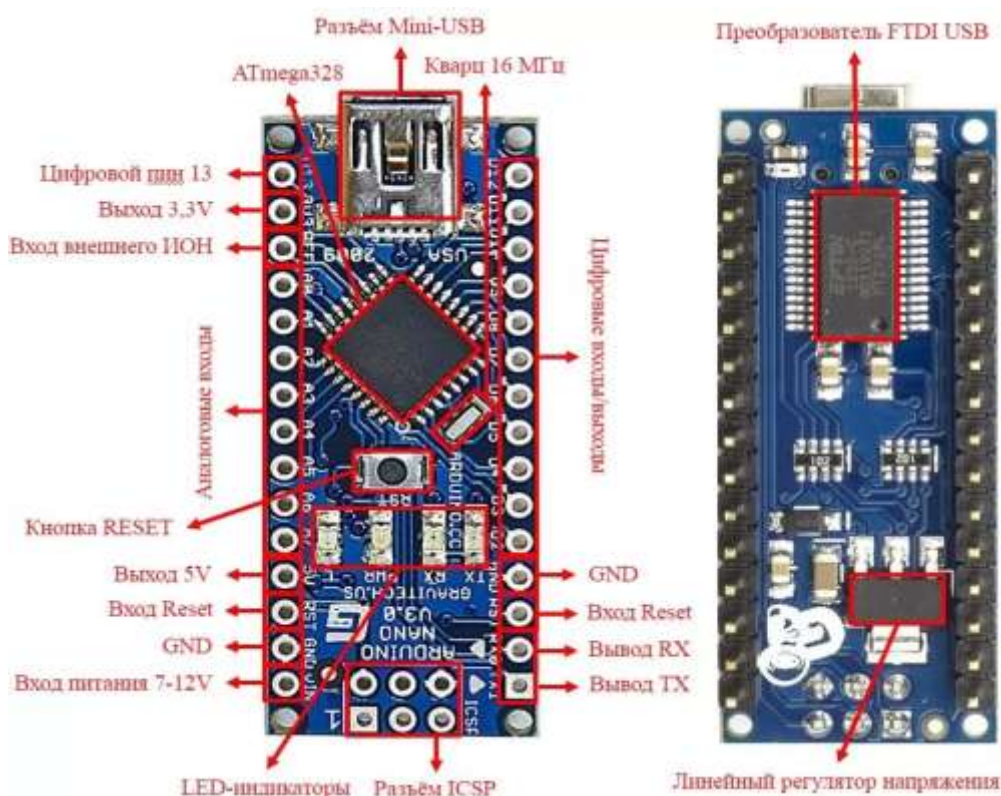


Рисунок 2 – Внешний вид Arduino Nano.

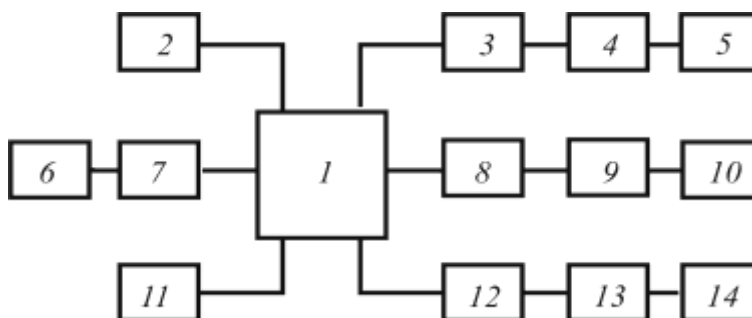


Рисунок 3 – Возможный вариант применения микропроцессора
 1 - микропроцессор, 2 - датчик углекислого газа, 3 - датчик температуры, 4 – вентиляция, 5 - открытие – закрытие окон, 6 - датчик питательных веществ, 7 - автоматическая подача удобрений, 8 - датчик освещения, 9 - лампы освещения, 10 - лампы ультрафиолета, 11– часы, 12 - датчик подачи воды, 13 – полив, 14 – орошение

Для обеспечения благоприятных условий роста растений, так же необходимо осуществлять контроль за окружающей средой. В качестве датчика окружающей среды используется датчик DHT-11. Датчик DHT11 состоит из двух частей из гидрометра и емкостного датчика температуры. Гигрометр измеряет влажность воздуха. Также в датчике присутствует контроллер, который выполняет аналого-цифровые преобразования для передачи цифрового сигнала на микроконтроллер: точность измерения влажности $\pm 3\%$ RH (в диапазоне 20...80 %RH), точность измерения давления ± 1.0 hPa (в диапазоне 300 . . . 1100 hPa), точность измерения температуры ± 0.5 °C (в диапазоне -40...+85 °C) .

Технические характеристики: напряжение питания - 3.3-5 В, ток потребления - 35 мА, выход - цифровой и аналоговый, размер модуля - 16×30 мм, размер щупа - 20×60 мм. [2, с. 246]

Основы применения микропроцессорной техники должны обязательно рассматриваться при подготовке специалистов АПК [3-9].

Литература

1. Иго, Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств / Т. Иго. – М. : БХВ-Петербург, 2017. – 544 с

2. Серебряков, А. С. Автоматика : учебник и практикум для вузов / А. С. Серебряков, Д. А. Семенов, Е. А. Чернов ; под общей редакцией А. С. Серебрякова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 476 с.

3. Бышов, Д. Н. Моделирование переходных процессов в системах электроснабжения агропромышленных объектов / Д. Н. Бышов, Ю. А. Юдаев ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – Рязань : РГАТУ, 2020. – 146 с.

4. Распределения электрического поля в системе электродов при электрооблучении семян растений / Ю. А. Юдаев, И. Н. Азовкин, С. Н. Азовкин, М. Ю. Юдаев // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона : Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции, Рязань, 18 мая 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 97-101.

5. Юдаев, Ю. А. Метод уменьшения энергозатрат в агропромышленном комплексе / Ю. А. Юдаев, Д. Н. Бышов // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 503-507.

6. Юдаев, Ю. А. Компьютерная система проверки знаний / Ю. А. Юдаев, С. И. Официн, Л. Н. Юдаева // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной научно-практической конференции, Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 227-230.

7. Юдаев, Ю. А. Компьютерная программа проверки знаний для повышения эффективности подготовки кадров аграрно-промышленного комплекса / Ю. А. Юдаев, С. И. Официн // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона, Рязань, 18 мая 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А.

Костычева". Том 3. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 293-296.

8. Юдаев, Ю. А. Компьютерная программа для проверки знаний / Ю. А. Юдаев, С. И. Официн, Л. Н. Юдаева // Информационно-коммуникационные технологии преподавателя физики и преподавателя технологии : Материалы девятой Всероссийской научно-практической конференции, Коломна, 06–08 апреля 2016 года / Ответственный редактор А. А. Богуславский. – Коломна: Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области "Государственный социально-гуманитарный университет", 2016. – С. 70-74.

9. Юдаев, Ю. А. Электронная обучающая среда для подготовки специалистов в АПК / Ю. А. Юдаев, Л. Н. Юдаева // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 335-339.

10. Аванесов, В. Л. Умное сельское хозяйство / В. Л. Аванесов, Н. Е. Лузгин, Д. Е. Уральский // Студенческая наука, Тверь, 14–16 марта 2023 года. – Тверь: Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. – С. 252-253.

11. Гобелев, С. Н. Использование различных видов излучающих установок в теплицах в условиях Рязанской области / С. Н. Гобелев, П. А. Леденева // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 107-112

12. Морозова, Л. А. Автоматизация как основа эффективного управления в АПК / Л. А. Морозова // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 340-346.

13. Бачурин, А. Н. Анализ существующих конструкций систем автопроветривания теплиц для дачных участков / А. Н. Бачурин, В. М. Корнюшин, А. Ю. Виноградов // Инновации в сельскохозяйственном машиностроении, энергосберегающие технологии и повышение эффективности использования ресурсов : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2022 года. Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 8-13.

УДК 681.518.5

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МНОГОКАНАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО РЕГИСТРАТОРА НЕИСПРАВНОСТИ ТРАНСМИССИИ

Е.П. Тимашов¹

¹ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, г. Белгород, РФ

Аннотация. В статье представлены результаты разработки конструкции многоканального цифрового регистратора неисправности механических трансмиссий для сельскохозяйственной техники, работающего на основе контроля теплового состояния

диагностируемых узлов. Разработана принципиальная схема устройства, подобраны электронные компоненты.

Ключевые слова: надежность, техническая диагностика, трансмиссия, контроль.

Summary. The article presents the results of the development of the design of a multi-channel digital fault recorder of mechanical transmissions for agricultural machinery, operating on the basis of monitoring the thermal state of the diagnosed components. A schematic diagram of the device has been developed and electronic components have been selected.

Key words: reliability, technical diagnostics, transmission, control.

Обеспечение продовольственной безопасности немыслимо без эффективной эксплуатации сельскохозяйственной техники. На общий показатель надежности техники влияет большое количество негативных факторов. Эффективная эксплуатация и техническое обслуживание основано на применении технологий и технических средств диагностики [1, 2].

Современное развитие цифровых технологий и цифровизация сельского хозяйства уже позволяют применять телеметрические системы для автоматического контроля эксплуатационных параметров сельскохозяйственных машин. Однако важный элемент системы надежности – диагностирование узлов и агрегатов трансмиссий пока осуществляется вручную, во время технического обслуживания [3].

Разработанная технология цифровой термодиагностики элементов механических трансмиссий по параметрам их теплового состояния позволяет автоматически выявлять предотказное состояние диагностируемых узлов [4-8]. Созданы опытные образцы регистраторов неисправности трансмиссии на основе микроконтроллеров со специально разработанным программным обеспечением [9]. Конструкции механических трансмиссий современной сельскохозяйственной техники содержат десятки узлов, ограничивающих общий показатель надежности, и нуждающихся в диагностировании. Поэтому, разработка многоканального устройства для автоматической диагностики является актуальной задачей.

Решение поставленной задачи состоит из двух частей – разработка программной части и разработка аппаратной части устройства. Первая задача решается достаточно просто. Программный код содержит набор практически одинаковых подпрограмм, каждая из которых соответствует алгоритму одноканального регистратора неисправности трансмиссии [10]. В отдельной подпрограмме прописаны аналоговые входы микроконтроллера, предназначенные для подключения датчика температуры для конкретного диагностируемого узла. Кроме этого, указаны величины предельных значений температуры и скорости увеличения температуры, при которых устройство формирует сигнал тревоги, свидетельствующий о наступлении предотказного состояния конкретного диагностируемого узла.

При использовании в конструкции на базе процессора ATmega328 можно организовать одновременный контроль до восьми узлов трансмиссии. Схема многоканального цифрового регистратора неисправности трансмиссии изображена на рис. 1. Устройство состоит из множества датчиков температуры, аналогово-цифровых преобразователей, микроконтроллера и устройств индикации [11].

Датчики температуры формируют аналоговый сигнал – напряжение, прямо пропорциональное измеряемой температуре, затем аналоговый сигнал преобразуется в цифровой сигнал – текущее значение температуры. С учетом величины интервала времени между двумя измерениями рассчитывается скорость изменения температуры, и производится сравнение с заданными предельными значениями температуры и скорости увеличения температуры. В случае превышения температуры включается один индикаторный светодиод, при превышении скорости роста температуры – другой. Индикация предотказного состояния может сопровождаться звуковым сигналом и включение семисегментного индикатора, отображающего номер диагностируемого узла.

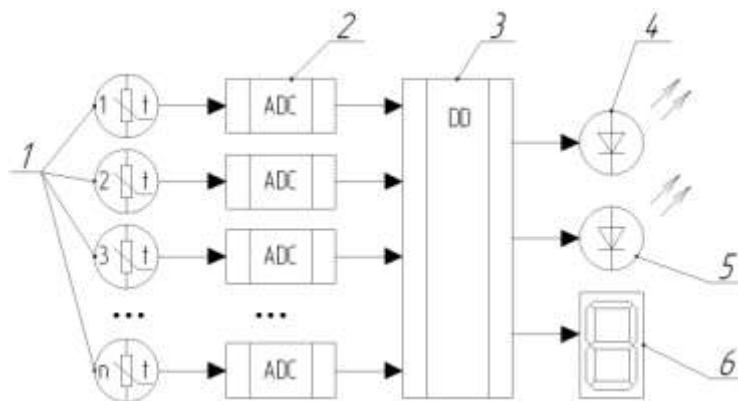


Рисунок 1 – Структурная схема многоканального регистратора неисправности трансмиссии:
 1 – датчики температуры; 2 – аналого-цифровые преобразователи; 3 – микроконтроллер,
 4 – индикатор превышения температуры, 5 – индикатор превышения скорости роста температуры; 6 – семисегментный индикатор

Принципиальная схема устройства представлена на рисунке 2. В конструкции использованы датчики температуры TMP 36, индикаторные светодиоды AL1, AL2 – любые, с номинальным напряжением 5 В, зуммер BF1 – активный, токоограничивающие резисторы R1, R2 – по 1 кОм, семисегментный индикатор с драйвером типа TM1637.

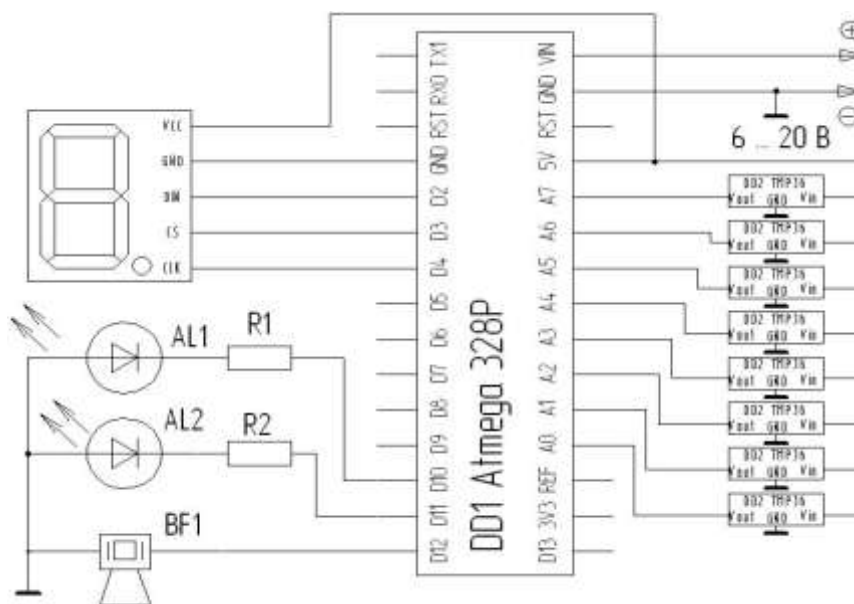


Рисунок 2 – Принципиальная схема многоканального регистратора неисправности трансмиссии

При использовании в схеме мультиплексора типа CD4051 можно увеличить количество аналоговых входов до 15, для увеличения числа диагностируемых узлов на одной машине. При использовании микроконтроллера ESP32 вместо ATmega328 можно одновременно диагностировать до 18 узлов трансмиссии без использования мультиплексора.

Литература

1. Храпова, Т. Е. Техническое обслуживание и качественный ремонт – основа бесперебойной работы сельскохозяйственной техники / Т. Е. Храпова, И. А. Успенский, Г. К. Рембалович // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной

памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 286-289.

2. Тимашов, Е. П. Обоснование системы технического обслуживания и ремонта на основе характеристик машинно-тракторного парка / Е. П. Тимашов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 1(29). – С. 40-45.

3. Пастухов, А. Г. Обобщенная оценка основных факторов при проектировании техники и технологий в агроинженерии / А. Г. Пастухов, Е. П. Тимашов, Д. Н. Бахарев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 1(29). – С. 17-26.

4. Тимашов, Е. П. Моделирование температурного режима подшипникового узла карданного шарнира / Е. П. Тимашов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. – № 2(22). – С. 87-100.

5. Pastukhov, A. G. Analytical model of temperature condition elementary interface of the cardan joint / A. G. Pastukhov, E. P. Timashov // Traktori i Pogonske Mašine. – 2018. – Vol. 23, No. 1-2. – P. 43-50.

6. Пастухов, А. Г. Оценка надежности карданных шарниров на основе аналитических моделей теплонапряженности / А. Г. Пастухов, Е. П. Тимашов // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2017. – № 8. – С. 43-48.

7. Пастухов, А. Г. Оценка теплонапряженности агрегатов трансмиссий на основе системного подхода / А. Г. Пастухов, Е. П. Тимашов // Труды ГОСНИТИ. – 2017. – Т. 129. – С. 73-78.

8. Пастухов, А. Г. Метод конечных элементов в системе термодиагностики шарниров карданных передач / А. Г. Пастухов, Е. П. Тимашов // Актуальные проблемы агроинженерии в XXI веке : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию кафедры технической механики конструирования машин, Майский, 24 января 2018 года – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 373-378.

9. Патент на полезную модель № 209268 U1 Российская Федерация, МПК G01M 13/02, G01K 13/08, H04N 5/33. Цифровой регистратор неисправности трансмиссии : № 2020143184 : заявл. 25.12.2020 : опубл. 10.02.2022 / Е. П. Тимашов, А. Г. Пастухов ; заявитель Белгородский университет кооперации, экономики и права.

10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022618385 Российская Федерация. Программа микроконтроллера цифрового регистратора неисправности трансмиссии : № 2022616864 : заявл. 15.04.2022 : опубл. 06.05.2022 / Е. П. Тимашов, А. Г. Пастухов, О. В. Тимашова [и др.] ; заявитель Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина.

11. Патент № 2794043 С1 Российская Федерация, МПК G08B 19/00. Многоканальный цифровой регистратор неисправности трансмиссии : № 2022106197 : заявл. 09.03.2022 : опубл. 11.04.2023 / Е. П. Тимашов, А. Г. Пастухов, О. В. Тимашова ; заявитель Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина.

12. Стенд для тестирования панели приборов автомобилей / Д. С. Вебер [и др.] // Инженерные решения для агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Рязань, 24 марта 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 15-19.

13. Бачурин, А. Н. Диагностика автотракторной техники : Лабораторный практикум / А. Н. Бачурин, И. Ю. Богданчиков, Д. О. Олейник. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – 81 с.

ИННОВАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ГРУЗОПЕРЕРАБОТКИ И ЗАТАРИВАНИЯ НОВЫХ УДОБРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АГРОКУЛЬТУР

В.Н. Туркин¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация: Предлагается к рассмотрению инновационный технический комплекс грузопереработки и затаривания новых удобрительных материалов для различных агрокультур. Комплекс позволяет эффективно, экологически чисто приготавливать и затаривать всевозможные сыпучие тукосмеси и биологизированные минеральные удобрения. Данные решения комплекса, обеспечивают снижение объемов использования веществ-удобрителей.

Ключевые слова: технические комплексы, минеральные удобрения, биологизированные удобрения, туки, тукосмеси, тукосмешивание, перегрузка, дозирование, затаривание, бункер, конвейер.

Summary: An innovative technical complex of cargo processing and packing of new fertilizing materials for various agricultural crops is proposed for consideration. The complex allows efficient, environmentally friendly preparation and packaging of all kinds of bulk mixtures and biologized mineral fertilizers. These solutions of the complex provide a reduction in the use of fertilizer substances.

Key words: technical complexes, mineral fertilizers, biologized fertilizers, tuks, tukosmesi, tukosmeshivanie, overloading, dosing, zatari-vani, hopper, conveyor.

В современных условиях кризиса, нарастания конкуренции и экономических санкций, все более актуальным остается вопрос удешевления и получения конкурентоспособной отечественной сельскохозяйственной продукции.

В этом плане целесообразным является нахождение ответа в сфере инновационного использования различных удобрительных материалов. Следует упомянуть тот факт, что до половины прибавки урожайности сельскохозяйственных культур приходится именно на удобрения, что доказано практикой [1, 2].

Исходя из вышесказанного, разумно полагать, что резервы роста и экономически выгодного повышения урожайности, скрыты в повышении эффективности применения различных удобрительных материалов и технологических процессов, связанных с их применением.

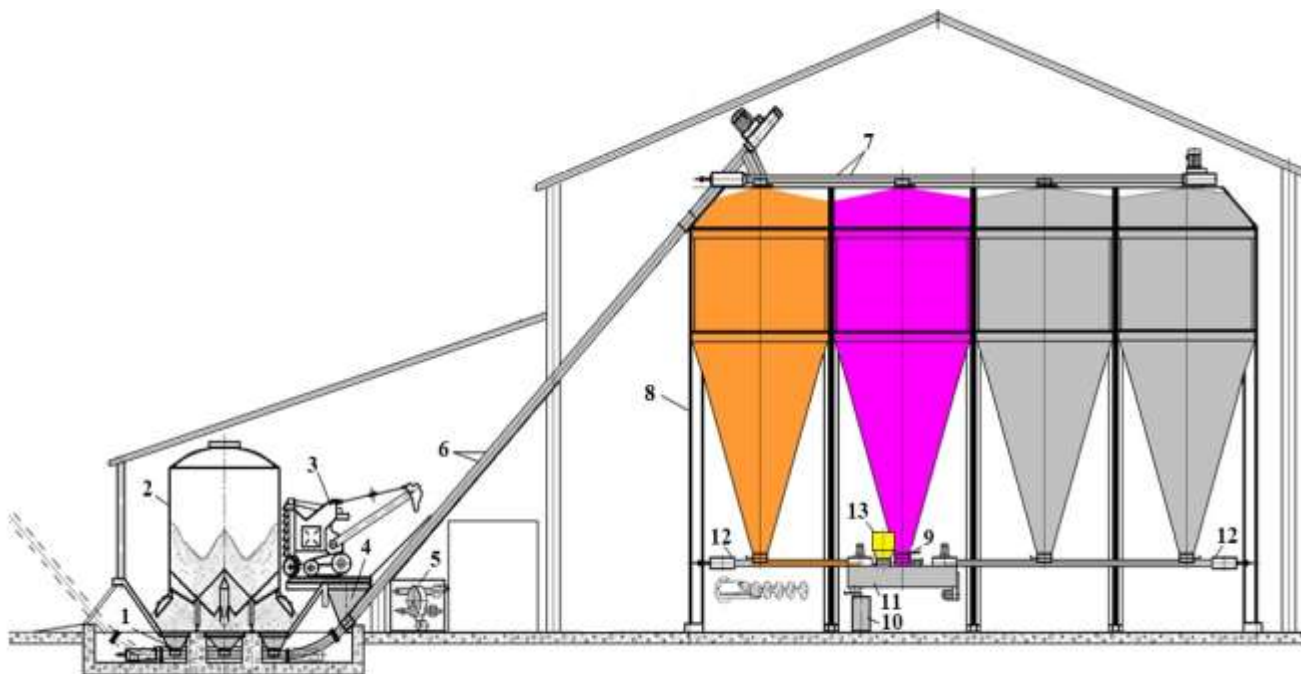
В настоящее время всю большую популярность приобретают новейшие вещества-удобрители – это биологизированные минеральные удобрения и тукосмеси, приготовленные с их использованием. Тукосмеси различных питательных композиций позволяют дозированно и дифференцированно покрыть дефицит в основных и дополнительных питательных веществах в зависимости от потребности конкретного поля или конкретной сельскохозяйственной культуры, которая будет выращиваться на данном поле, что повышает экономическую целесообразность их применения. С другой стороны, биологизированные туки, имеющие в своем составе микробиологические микробные препараты, позволяют так же получить эффект повышения урожая сельскохозяйственных культур при сокращении дозы вносимых в почву веществ-удобрителей [1, 3].

С целью приготовления современных тукосмесей с использованием новейших биологизированных минеральных удобрений предлагается к рассмотрению технические средства в составе складских и иных комплексов, позволяющие эффективно, экологически чисто приготавливать и затаривать тукосмеси и биологизированные минеральные удобрения,

что обеспечит снижение объемов использования веществ-удобрителей. Предлагаемые технические средства содержат научную новизну [4-9].

Предлагаемый технический комплекс работает следующим образом.

Минеральные туки из средств доставки (железнодорожного или иного транспорта) перемещаются системой трубчатых конвейеров в оперативные бункера по видам туков (рисунок 1).



1 – приемные подрельсовые бункера; 2 – вагон; 3 – вагоноразгрузочная машина; 4 – бункера рампы; 5 – адсорбер периодического действия; 6 – подающие конвейеры; 7 – распределительные конвейеры; 8 – бункера оперативного хранения; 9 – дозатор шлюзового типа; 10 – бочко-тара; 11 - тукосмеситель; 12 – дозаторы- транспортеры; 13 – бункер-дозатор биопрепаратов

Рисунок 1 – Инновационный технический комплекс складской грузопереработки новых удобрительных материалов.

Далее, дозировано, минеральные туки и биопрепарат направляются в тукосмеситель. Для дозации сыпучего груза применяют дозатор (шлюзового типа), дозирующие конвейеры и бункер-дозатор биопрепарата. На бункера могут быть поставлены побудители истечения веществ-удобрителей.

Включение в работу бункера-дозатора биопрепарата происходит при потребности производства биологизированных тукосмесей и биологизированных удобрительных материалов.

Тукосмеситель производительностью 20 т/ч необходим для производства многокомпонентных смесей и биологизированных смесей и туков с подачей в различную тару: герметичная жесткая бочко-тара, контейнеры типа МКР (герметичная мягкая), «Биг-бэги» и т.д. При этом степень однородности тукосмеси от тукосмесителя соответствует агротехническим требованиям.

Мобильный погрузчик работает с тарой, перемещая ее по складу и складывая ее в определенную зону. Кран-балка загружает тару в транспортные средства для перевозки потребителю.

Адсорбер позволяет сделать складской воздух сухим и, тем самым, предотвратить увлажнение туков и падение их качества.

Трасса перемещения удобрительных материалов от приемных устройств железнодорожных вагонов до потребителя является закрытой и герметичной, устраняется пыление туков, чем в совокупности достигается сохранность и качество туков (гранулометрический состав, влажность) для качественного использования под различные сельскохозяйственные агрокультуры.

Таким образом, представленный технический комплекс позволяет эффективно, экологически чисто приготавливать и затаривать всевозможные сыпучие тукосмеси и биологизированные минеральные удобрения. Данные решения комплекса, обеспечивают снижение объемов использования веществ-удобрителей.

Делая вывод, можно сказать, что в настоящий момент и в отдаленной перспективе подобные универсальные и многофункциональные средства и технические комплексы, несомненно, будут востребованы в современных условиях ведения агробизнеса и агрохимии.

Литература

1. Рычков, В. А. О механизации приготовления тукосмесей и биологизированных минеральных удобрений / В. А. Рычков, С. С. Васильев, В. Н. Туркин // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – 2014. – № 6. – С. 27-32.

2. Туркин В.Н. Технология и устройство для перегрузки сыпучих минеральных удобрений : автореф. дис. ... канд-та техн. наук : спец. 05.20.01 / В.Н. Туркин ; РГСХА им. П.А. Костычева. - Рязань, 2009. – 20 с.

3. Биологизация минеральных удобрений как способ повышения эффективности их использования / А. А. Завалин, В. К. Чеботарь, А. Г. Ариткин, Д. Б. Сметов // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 9. – С. 45-48.

4. Патент на полезную модель № 48949 U1 Российская Федерация, МПК В65D 90/54. Бункерное устройство : № 2005118452/22 : заявл. 14.06.2005 : опубл. 10.11.2005 / В. Ф. Некрашевич, В. Н. Туркин ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева.

5. Патент на полезную модель № 85423 U1 Российская Федерация, МПК В61D 7/32, В65G 67/24. Бункерное устройство : № 2008126307/22 : заявл. 27.06.2008 : опубл. 10.08.2009 / В. Ф. Некрашевич, В. Н. Туркин ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева"

6. Пат. 68445 РФ, МКИ В 61 D 47/00. Устройство для перегрузки сыпучего материала из железнодорожных вагонов/ В.Ф. Некрашевич, В.Н. Туркин (РФ). - №2007102625/22.

7. Некрашевич, В. Ф. Бункерное устройство для дозированного поступления сыпучих материалов в средства механизации / В. Ф. Некрашевич, В. Н. Туркин // Инновации молодых ученых и специалистов - национальному проекту "Развитие АПК" : Материалы международной научно-практической конференции, Рязань, 14–15 декабря 2006 года. – Рязань, 2006. – С. 388-391

8. Туркин, В. Н. Устройство для перегрузки сыпучих минеральных удобрений / В. Н. Туркин // Интеграция науки с сельскохозяйственным производством : материалы научно-практической конференции, посвященной деятельности "Университетского комплекса" в Рязанской области, Рязань, 20 января 2011 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2011. – С. 96-98.

9. Некрашевич, В. Ф. Технология и средства для перегрузки сыпучих материалов из вагонов в прирельсовый склад / В. Ф. Некрашевич, В. Н. Туркин, А. Г. Синяков // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 1. – С. 9-10.

10. Логистика на автомобильном транспорте / Н.Н. Пашканг, А.В. Шемякин, С.Н. Борычев [др.]. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. 2023. 139 с.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОЛИВА ДЛЯ ТЕПЛИЦ

Ю.А. Юдаев¹, Д.И. Сигунов¹
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В статье показан макет системы автоматического полива. Проведен анализ видов полива. Приведен обзор датчиков влажности почвы и датчика температуры.

Ключевые слова: Автоматический полив, датчик влажности почвы, блок управления, контроллер, Arduino.

Summary. the article shows the layout of the automatic irrigation system. The analysis of irrigation types is carried out. An overview of soil moisture sensors and a temperature sensor is given.

Key words: Automatic watering, soil moisture sensor, control unit, controller, Arduino.

Автоматическая система полива – это инновационная технология, предназначенная для автоматического и точного полива растений без человеческого участия. Она включает в себя различные компоненты, такие как электронные контроллеры, специальные датчики, системы трубопроводов, спринклеры или капельные ленты, насосы и форсунки. Контроллеры управляют работой системы на основе заранее заданных программ или сигналов от датчиков, которые постоянно контролируют уровень влажности почвы. Когда необходимое время или влажность достигаются, контроллер активирует насосы и спринклеры, обеспечивая полив растений в нужные моменты и на нужных участках. Такая автоматизированная система полива позволяет не только экономить воду, но и обеспечивать оптимальное увлажнение почвы, что существенно повышает качество растений и их урожайность.

Автоматизированный уход – это систематическое осуществление полива, которое не зависит от физического присутствия и активности человека, а также от его психофизического состояния. Он обеспечивает существенное сокращение временных затрат, поскольку человеку требуется участвовать только в консервации и обслуживании системы, таких как ее очистка, замена поврежденных компонентов и другие работы, которые могут выполняться в удобное для него время.

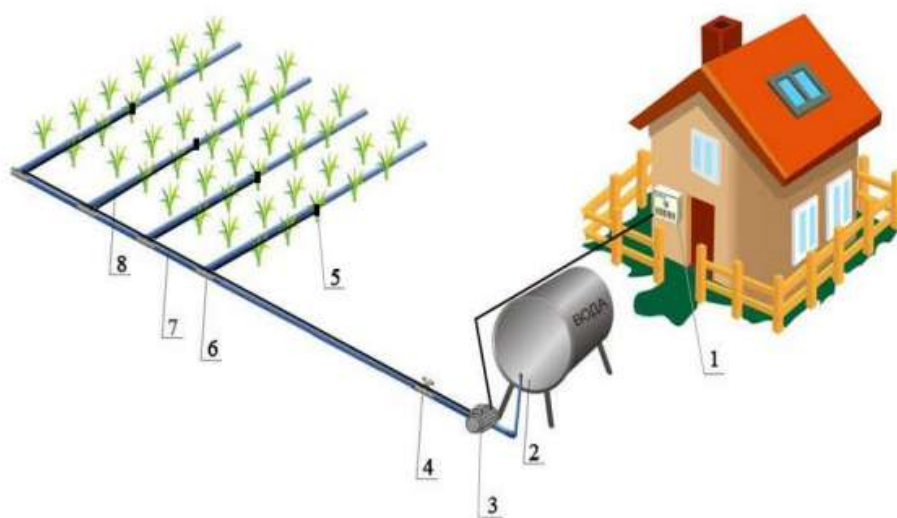


Рисунок 1 – Пример системы

1 – блок обработки и управления системы (со встроенными датчиками температуры и дождя); 2 – накопительная емкость; 3 – насос; 4 – запорный/сливной кран; 5 – датчик влажности почвы; 6 – клапан подачи воды; 7 – подводящая магистраль; 8 – отходящая линия

Благодаря автоматическому поливу избегаются повреждения грядок, а растения не подвергаются воздействию подвижного шланга, что способствует бережному отношению к участку. Кроме того, предоставляется возможность организации оптимального автоматического полива в теплицах с учетом потребностей растений, таких как помидоры и огурцы, которым требуется разное количество влаги в почве и воздухе, а также различная периодичность орошения [1, с 329].

1 – Контрольно-управляющий блок системы полива, оснащенный датчиками температуры и дождя, который отвечает за регулирование и управление поливом. Он анализирует данные от датчиков и принимает решение о необходимости включения или выключения полива [2, с. 320].

2 – Резервуар для воды, предназначенный для хранения воды, которая будет использоваться для полива. Его вместимость может быть изменена в зависимости от потребностей огорода или теплицы.

3 – Водонапорная система, которая используется для перемещения воды из резервуара в систему полива. Она обеспечивает доставку воды до нужных мест для полива растений.

4 – Запорный/сливной кран регулирует поток воды в системе полива. Он выполняет функцию открытия и закрытия подачи воды в систему, а также выполняет функцию слива воды, если необходимо осуществить слив или обслуживание системы.

5 – Датчик влажности почвы используется для контроля уровня влажности почвы. Он измеряет уровень влажности и передает эти данные в контрольно-управляющий блок системы. На основе этих данных система определяет, нужно ли включить полив и на какой период времени.

6 – Клапан подачи воды играет важную роль в системе полива, контролируя поток воды. Он может быть открытым или закрытым, в зависимости от необходимости полива. Когда он открыт, вода поступает в систему полива, обеспечивая необходимое количество влаги для растений.

7 – Подводящая магистраль является основной линией, через которую вода подается из источника в систему полива. Эта линия обеспечивает доставку воды из водопроводной системы до места полива. Она действует в качестве связующего звена между водопроводом и поливной системой, обеспечивая надежную подачу воды.

8 – Отходящая линия, наоборот, отводит использованную воду из системы полива и регулирует ее слив в нужном месте. Эта линия обеспечивает удаление воды, которая уже была использована для полива, чтобы предотвратить скопление влаги или перенасыщение почвы. Она также может быть использована для слива лишней воды в случае сильного дождя или полива [3, с. 134].

Виды полива в теплице могут быть различными в зависимости от вида деятельности, проводимой в теплице и от условий, в которых растут растения:

Дождевание – это метод полива, при котором система располагается под крышей и распыляет капли воды по всей площади теплицы, что создает эффект естественного полива. Этот метод особенно полезен для больших теплиц и культур, которым требуется высокая влажность, например, огурцы.

Минусами данного вида является: Потери воды. Дождевое орошение при автоматическом поливе может использовать большое количество воды, особенно если система не отрегулирована правильно или почва недостаточно впитывает влагу. Это может привести к неэффективному использованию водных ресурсов; Риск застоя воды. Если дождевая система работает не корректно или вода недостаточно впитывается почвой, может возникнуть застой воды вокруг растений. Это может повредить корни и стебли растений, а также способствовать развитию гнили и болезней; Повышенные затраты. Установка и обслуживание дождевой системы может быть дорогостоящим процессом. Это включает в себя покупку и установку системы, а также ее регулярное обслуживание и ремонт.

Внутрипочвенное орошение – это система, в которой пористые трубки располагаются под землей и поставляют воду непосредственно к корням растений. Этот метод обеспечивает

точное и равномерное распределение воды, эффективное использование ресурсов и уменьшение потерь в результате испарения.

Недостатки данного вида: Потери воды. Внутрипочвенное орошение может привести к высоким потерям воды из-за испарения и просачивания в глубокие слои почвы. Это может быть особенно проблематично в засушливых регионах, где вода ограниченный ресурс. Высокие затраты. Установка и обслуживание системы внутрипочвенного орошения может быть дорогостоящим. Необходимо установить трубопроводы и системы контроля, что требует финансовых затрат. Риск переувлажнения почвы: Внутрипочвенное орошение может привести к переувлажнению почвы, что может негативно сказаться на здоровье растений. Излишняя влага может привести к гниению корней и болезням растений [4, с. 195].

Капельное орошение – это система, в которой трубки соединены между собой и проложены по грядкам, из которых вода подается каплями. Поток капель регулируется с помощью вентиля. Для такой системы нужен фильтр для воды из-за маленьких отверстий в трубках. Капельное орошение особенно хорошо подходит для полива томатов, так как он обеспечивает точную подачу воды к корням растений и минимизирует риск болезней.

Самым лучшим видом полива является капельный полив так как: происходит экономия воды. Данная система полива более эффективно используют воду, по сравнению с традиционными методами полива, такими как распыление воды из пульверизатора. Равномерное распределение воды: капельные системы обеспечивают равномерное и контролируемое распределение воды вокруг корневой зоны растений, что способствует лучшему росту и развитию растений. Так же капельные системы полива можно автоматизировать, установив таймеры или системы управления, что позволяет точно контролировать режим полива в течение дня. Экономия времени и усилий: капельный полив требует меньше усилий и времени для установки и обслуживания, в сравнении с традиционными методами полива.

Для контроля параметров необходимо использовать контроллер Arduino. Он оснащен датчиками влажности почвы, которые мониторят уровень влажности в грунте. Когда уровень влажности снижается ниже заданного порога, контроллер активирует поливные системы [5, с. 204].

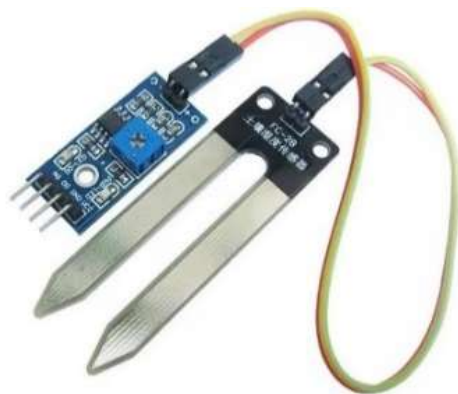


Рисунок 2 – Плата расширения датчик влажности
HYGROMETER DETECTION MODULE AR061

Датчики температуры и влажности воздуха: Контроллер также имеет датчики температуры и влажности воздуха, которые помогают определить оптимальные условия для полива растений. Например, если температура поднимается выше заданного предела, контроллер может задержать полив, чтобы избежать переувлажнения и возможных проблем с грибками.



Рисунок 3 – Датчик температуры VME280

Контроллер имеет возможность программирования расписания полива в соответствии с потребностями растений. Можно установить определенные дни и время полива, а также продолжительность полива. Контроллер будет отслеживать работу системы полива и давать оповещения в случае неисправностей, низкого уровня воды или других проблем. Это помогает обнаружить и решить проблемы своевременно, чтобы обеспечить надлежащий рост и развитие растений. [6, с 311]

Литература

1. Нестерова, Н. В. Автоматический полив в теплицах / Н. В. Нестерова, Д. Е. Аникин // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 329-333
2. Ермакова, С. О. Системы полива сада, огорода, теплиц, парников своими руками / С. О. Ермакова. – Москва : Рипол Классик, 2011. – 320 с.
3. Автоматизация управления капельным поливом тепличных культур / И.З. Аширов, В.А. Шахов, С.В. Горячев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. –2017. –№ 4.– С. 133-135.
4. Задачи внедрения автоматических систем полива в городском хозяйстве / Н. Е. Егорова, В. Г. Лугин, К. А. Фонтана [и др.] // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 4-1. – С. 194-197.
5. Дудко, М. А. Система автоматического полива почвы / М. А. Дудко // Материалы Международной научно-практической конференции молодых исследователей им. Д. И. Менделеева, Тюмень, 21–24 октября 2017 года. Том 2. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2017. – С. 204-206.
6. Сигунов, Д. И. Применение современных технологий в автоматизации теплиц / Д. И. Сигунов, Ю. А. Юдаев // Инженерные решения для АПК : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 83-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 16 ноября 2022 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 310-314.
7. Гобелев, С. Н. Использование различных видов излучающих установок в теплицах в условиях Рязанской области / С. Н. Гобелев, П. А. Леденева // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 107-112.

СЕКЦИЯ
«СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ АПК»

УДК 658.562.014:502

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА –
ГАРАНТИЯ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ
В ОРГАНИЗАЦИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Н.В. Завадский¹, Ю.А. Мажайский²

¹ УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки, Республика Беларусь

² ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В статье анализируются международные стандарты ISO 9001, ISO 14000 и ISO 22000 и их влияние на использование при производстве сельскохозяйственной продукции для получения высококачественного и экологически чистого продукта. В качестве гарантии качества продукции приведён общий и краткий пример нормативных актов, разработанных для отрасли растениеводства в соответствии с вышеуказанными нормативными актами.

Ключевые слова: качество, система менеджмента качества (СМК), экология, сельскохозяйственная продукция.

Summary. The article analyzes the international standards ISO 9001, ISO 14000 and ISO 22000 and their impact on the use in the production of agricultural products to obtain a high-quality and environmentally friendly product. As a guarantee of product quality, a general and brief example of regulations developed for the field of crop production in accordance with the above-mentioned regulations is given.

Key words: quality, quality management system (QMS), ecology, agricultural products.

Продолжительное время наблюдается тенденция перехода от количественных показателей к качественным. Это часто происходит из-за того, что количественные показатели, такие как объем производства, не отражают фактического качества продуктов или услуг. Вместо этого организации начинают уделять больше внимания таким аспектам, как удовлетворенность потребителей, экологичность производства, социальная ответственность и другие качественные показатели.

Главная проблема перехода от количества к качеству заключается в том, что растущий спрос потребителей на продукцию при резком переходе от количества к качеству, по подтвержденным историческим фактам, можно наблюдать дефицит продуктов различных категорий или продуктов с высокими ценами на рынке. Используются различные методы, чтобы избежать последствий перехода производства. Один из них заключается в том, что внедряется стандартная система менеджмента качества, экологического менеджмента, управления рисками и т. д.

Внедрение и использование СМК оптимизирует производство продукции, используя конкретно разработанный процесс производства, по итогу получается высококачественный экологически чистый продукт. Процесс производства происходит в соответствии с разработанными и принятыми производственными регламентами, которые частично раскрывают процесс производства по этапам. Руководствуясь возможным управлением организации, регламенты разрабатываются с учетом принятых стандартов и гостей страны и международных стандартов, таких как ISO 9001. Настоящий стандарт устанавливает

требования к системе менеджмента качества организаций, осуществляющих производство, переработку, хранение и транспортировку сельскохозяйственной продукции.

Организации, которые используют или внедряют СМК в соответствии с международными стандартами на производстве, применяют не только ISO 9001, но и ISO 14001 – направлен на экологический менеджмент и ISO 22000 – управление качеством пищевой промышленности. Каждый международный стандарт устанавливает свои собственные требования в определенной области производства. Рассмотрим пример стандарта ISO 14001[1;2].

Система экологического менеджмента может влиять на качество сельскохозяйственной продукции несколькими способами:

- снижает загрязнение окружающей среды, что улучшает качество почвы и воды, необходимых для выращивания сельскохозяйственных культур;

- способствует сохранению биоразнообразия, следовательно, позволяет повысить качество продукции. например, за счет увеличения доступности природных ресурсов, таких как опылители и почвенные микроорганизмы;

- система экологического менеджмента может помочь контролировать распространение болезней и вредителей, что непосредственно положительно сказывается на качестве продукции.

Общие требования к производству экологически чистого продукта подкрепляются идеей, предусматривающей периодический анализ и оценку системы экологического менеджмента организацией. Результатами совершенствования системы является постоянное улучшение экономических показателей, предложение модели управления, планирование, внедрение и эксплуатация, проведение проверок и корректирующих действий, а также управленческий анализ. Модель показана на рисунке 1.



Рисунок 1 – Модель системы управления охраной окружающей среды на предприятии (согласно стандарту, ISO 14001) [1, с. 16]

Стандарты ISO 14000 носят общий характер и не относятся к конкретной отрасли или сектору экономики. На разработку и внедрение экологической системы в соответствии с этими стандартами влияют специфика производства организации, ее конкретные цели и задачи. Основная проблема производства высококачественной и экологически чистой продукции в растениеводстве заключается в воздействии химических веществ, таких как удобрения и пестициды. В регламенте внедрения СМК в производство в соответствии со

стандартами ISO 14001 и ISO 9001 подробно описана каждая культура, регламент растениеводческой отрасли содержит следующие пункты:

- химический и климатический анализ;
- виды продукции, которые могут быть произведены на анализируемой территории;
- сорта растений;
- севооборот;
- технологии обработки почвы перед посадкой сельскохозяйственных культур;
- оптимальные сроки посева сельскохозяйственных культур;
- применение минеральных удобрений и пестицидов;
- специфика уборки урожая и обработки сельскохозяйственных культур;
- технология хранения и оценки продукции.

Каждый из пунктов включает подробное описание процессов и действий, необходимых для сборки высококачественного и экологически чистого продукта, в соответствии со спецификой производства организации. Отклонение от установленного стандарта может привести к снижению в пределах стандарта качества готового продукта или к его нехватке для продажи [2].

Рассмотрим следующий международный стандарт, который также дополняет ранее указанные стандарты, но применяется к организациям по переработке сельскохозяйственной продукции ISO 22000.

ISO 22000 также может быть типичным стандартом, разработанным для обеспечения высокого качества в пищевой промышленности. Его основное отличие, он устанавливает требования к системе менеджмента качества и определяет основные принципы, которые должны быть внедрены на предприятиях, производящих готовые продукты питания. Стандарт ISO 22000 основан на принципах HACCP (Анализ рисков и важные контрольные точки), которые предполагают выявление и контроль потенциальных опасностей на наименьших стадиях производства пищевых продуктов.

Это помогает предотвратить производство некачественных продуктов и подтверждает безопасность потребителей. Основные разделы стандарта ISO 22000 включают:

- область применения;
- термины и определения;
- система менеджмента качества;
- требования к документации;
- процессы управления качеством;
- внутренние аудиты и анализ руководства;
- корректирующие и предупреждающие действия;
- управление рисками и возможностями;
- обучение и информированность персонала;
- взаимосвязь с другими стандартами.

Внедрение и сертификация в соответствии со стандартом ISO 22000 обеспечивает предприятиям пищевой промышленности ряд преимуществ:

- повышение безопасности и качества продукции;
- совершенствование процессов управления и контроля;
- снижение производственных затрат и улучшение финансовых показателей;
- расширение рынка сбыта и укрепление доверия потребителей;
- участие в тендерах и получение государственных заказов;
- возможность сотрудничества с международными партнерами и выхода на зарубежные рынки.

Для успешного внедрения стандарта ISO 22000 необходимо провести своего рода подготовительные мероприятия, такие как анализ сложившейся ситуации на предприятии, выявление рисков и возможностей, обучение персонала и разработка указанной документации. Важно провести внутренний аудит и получить сертификат соответствия от аккредитованного органа. В целом, применение стандарта ISO 22000 может стать решающим

шагом для предприятий пищевой промышленности, стремящихся обеспечить гарантированное высокое качество продукции и укрепить свою репутацию на рынке и последнее, что можно сказать о СМК.

Система менеджмента качества в сельскохозяйственных и перерабатывающих организациях проявляется в гарантии производства высококачественного и экологически чистого продукта. Использование СМК улучшает процесс сборки в соответствии с разработанными и принятыми ГОСТами, международными стандартами, которые значительно повышают качество продукции по последнему слову техники.

Взаимодействие рассмотренных стандартов значительно улучшает процесс производства продукции и, следовательно, стандартизация продукции положительно оказывает влияние на возможность конкурировать с продукцией зарубежных стран, как показывает зарубежный опыт и опыт Союзного государства Российской Федерации и Беларуси.

Литература

1. Бабина, Ю. В. Экологический менеджмент : Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Менеджмент организации" / Ю. В. Бабина, Э. А. Варфоломеева. – Москва : Издательский Дом "Социальные отношения", Издательство "Перспектива", 2002. – 207 с.

2. Пашков, Е. В. Международные стандарты ИСО 14000. Основы экологического управления / Е. В. Пашков, Г. С. Фомин, Д. В. Красный ; ответственный редактор С.А. Подлепа. – Москва : Издательство стандартов, 1997. – 462 с. – (Международные стандарты - народному хозяйству России).

3. Конкина, В.С. Методические подходы к диагностике эколого-экономической безопасности / В.С. Конкина, В.Н. Минат // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : материалы Международной научно-практической конференции. - 2017. - С. 95-101.

4. Лозовая, О.В. Методы управления проектами на основе подходов AGILE-менеджмента / О.В. Лозовая, Н.В. Барсукова, О.И. Ванюшина // Стандартизация и управление качеством в агропромышленном комплексе : Сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции. - Курск: ЗАО "Университетская книга", 2023. - С. 136-140.

УДК 338:631.1

МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА В АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

Н.Е. Евдокимова¹

¹*ВИАПИ им. А.А. Никонова – филиал ВНИИЭСХ, г. Москва, РФ*

Аннотация. Во всем мире растет интерес к экономике замкнутого цикла в ответ на нынешнюю неустойчивую модель производства и потребления, основанную на огромном количестве вредных отходов производства и истощении ресурсов. В данной статье представлены истоки, задачи, ресурсы и методы экономики замкнутого цикла для агропродовольственных систем.

Ключевые слова: агропродовольственные системы, экономика замкнутого цикла, моделирование.

Summary. There is growing interest in the circular economy around the world in response to the current unsustainable production and consumption patterns based on huge amounts of hazardous production waste and resource depletion. This article presents the origins, challenges, data resources and methods of circular economy for agri-food systems.

Key words: agri-food systems, circular economy, modeling.

Сельское хозяйство в ходе «зеленой революции» стало высокопродуктивным, но за это приходится платить. В поисках путей обеспечения продовольственной безопасности и решения проблем изменения климата научное сообщество ищет и предлагает новые агропродовольственные системы.

Реформа системы обращения с отходами и переход к экономике замкнутого цикла – вот важнейшие задачи национального проекта «Экология», принятого в 2019 году. С 2022 года стартовал федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» (ЭЗЦ), на реализацию которого выделено 10 млрд. рублей. В его рамках Правительством Российской Федерации утверждены четыре отраслевые программы применения вторичных ресурсов и вторичного сырья в отраслях промышленности, строительства, жилищно-коммунального и сельского хозяйства, в последнем запланировано к 2030 году достичь использования 50% отходов. Российский экологический оператор (РЭО), являясь ответственным за реализацию проекта, планирует расширять в этой области межгосударственное сотрудничество и планирует с Белоруссией создание научного центра для разработки технологий обращения с отходами, в том числе в сельском хозяйстве.

Концепция экономики замкнутого цикла имеет своих концептуальных предшественников. Уже с середины прошлого века мировое научное сообщество стало так или иначе затрагивать тему необходимости многократного использования имеющихся на планете материальных ресурсов для производства. СССР явился инициатором идеи безотходного производства. Впервые в мире академиком Нобелевским лауреатом Николаем Николаевичем Семёновым и Игорем Васильевичем Петряновым-Соколовым в 1956 году была сформулирована концепция безотходных технологий, которая подразумевала многократное использование ресурсов. По их замыслу безотходные производственные процессы должны удовлетворять следующим концептуальным положениям:

- природные ресурсы должны добываться один раз для производства всех возможных продуктов, а не каждый раз для получения каждого из них;
- создаваемые продукты должны иметь форму, позволяющую после использования по прямому назначению рентабельно превращать их в исходные элементы нового производства [1].

С 1972 года термин "безотходная технология" уже входит в документы комиссии по охране природных вод Советского Союза. С этих пор термин «безотходная технология» начинает применяться и за пределами СССР.

В 1974 году Совет по вопросам охраны и улучшения окружающей среды разработал общую развернутую программу сотрудничества стран-членов Совета экономической взаимопомощи и Социалистической Федеративной Республики Югославия на период до 1980 года в области охраны и улучшения окружающей среды и связанного с этим рационального использования природных ресурсов», которая была принята на первом международном симпозиуме стран социализма в этом же году. В эту программу были включены 11 важнейших агрегированных социо-эколого-экономических проблем того времени и 159 тем, в том числе в ней впервые в практическом и теоретическом аспектах были представлены проблемы развития безотходных технологий.

В 1976 году на следующем симпозиуме стран-членов СЭВ были сформулированы основные направления развития малоотходных и безотходных технологий и производств:

- построение иных видов производства традиционной продукции, уменьшающих количество технологических циклов, создающих значительный объем отходов;

- рассмотрение отходов производства в качестве сырья вторичного использования;
- проектировка и создание новых утилизационных схем производственных отходов;
- возведение комплексов замкнутой территориально-производственной структуры материально-сырьевых потоков и отходов в них [2].

СССР с 1970-х годов и до своего распада был лидером по уровню использования вторичных ресурсов. В середине 1980-х годов в оборот вовлекалось более 70% вторичных материальных ресурсов [3].

Безотходная технология — принцип организации производства вообще, подразумевающий использование сырья и энергии в замкнутом цикле. Замкнутый цикл означает цепочку «первичное сырьё - производство - потребление - вторичное сырьё». С тех пор в отечественной терминологии эта концепция побывала и безотходной, и циркулярной, и циклической экономикой (от англ. circular), и, наконец, оформилась в правительственных документах, как ЭЗЦ.

За рубежом считают, что нет единого происхождения или создателя концепции ЭЗЦ, но, возможно, ее идеи выросли из работ и выводов Римского клуба о «пределах роста» в 1970-х годах.

Представления о понятии «безотходная технология» в общепринятом на западе виде были закреплены в «Декларации о малоотходной и безотходной технологии и использовании отходов» 1979 года на Общеввропейском совещании по сотрудничеству в области охраны окружающей среды в Женеве. По Женевской Декларации практическое применение знаний, подходов и средств с целью достижения наиболее рационального использования природных ресурсов и энергии, а также защиты окружающей среды в рамках потребностей человека является безотходной технологией [4]. Позднее, на базе данных положений развивались концепции: «greeneconomy», «zerowaste», «Extended Producer Responsibility (EPR)», «RRR (Resource Recycle Rate)» и другие.

В книге «Экономика природных ресурсов и окружающей среды» Дэвида Пирса и Керри Тёрнера [5] были разработаны концептуальные основы концепции ЭЗЦ, такие как режим «ресурсы-продукты-загрязнение». Концепция ЭЗЦ переплетается с различными другими концепциями, некоторые из которых предшествуют ей, например, промышленный симбиоз, эко-город, экологическая экономика [6].

Концепция ЭЗЦ развивалась по-разному в разных культурных, социальных и политических системах. В Германии в начале 1990-х годов концепция ЭЗЦ была введена в экологическую политику с целью устойчивого экономического роста. В Китае в середине 2000-х годов было введено применение концепции ЭЗЦ в соответствии с концепцией Ху Цзиньтао «гармоничного общества», которая позже была реализована. ЭЗЦ применяется в Великобритании, Дании, Швейцарии и Португалии, в первую очередь, для управления отходами. Требования ЭЗЦ, направленные на повышение ответственности потребителей за использование материалов и продуктов, актуальны в Корее и Японии. В Северной Америке и Европе корпорации применяют концепцию ЭЗЦ с целью проведения исследований жизненного цикла (LCA) на уровне продуктов, особенно, продуктов питания [6].

Фонд Эллен МакАртур (EMF) был создан в 2010 году с целью поддержки перехода к ЭЗЦ. Фонд создал платформу CE-100, чтобы помогать сотрудничеству правительств, компаний, ученых и целых НИИ. При его содействии с 2015 года Европейский Союз принял «Циркулярную экономическую стратегию» для продвижения концепции ЭЗЦ и принятия мер по ее осуществлению. Следует отметить, что в ЕС, и не только, признается, что лесное и сельское хозяйство являются ключевыми отраслями в переходном периоде к ЭЗЦ, особенно, с учетом требований углеродной нейтральности.

Меняющийся климат, конкуренция и выполнение требований по экологизации производства принуждают сельхозтоваропроизводителей адаптироваться и адаптироваться наиболее эффективным образом. В большинстве случаев выбор стоит между увеличением

производства продуктов питания и его уменьшением. Например, использование солнечных батарей, как замена не возобновляемых источников энергии на возобновляемые, положительна с экологической точки зрения, но установка панелей на земле влечет за собой потерю сельхозугодий.

Трансформация агропродовольственных систем в системы замкнутого цикла требует надежных оценок, учитывающих взаимосвязь между необходимостью сохранения окружающей среды и прогнозируемыми тенденциями эволюции сельскохозяйственного сектора экономики и энергетики, обеспечивая при этом междисциплинарный подход к макро- и микроэкономическому анализу. Таким образом, задача представляется трудной для достижения без отраслевой стратегии, которая также защищает сельскохозяйственное производство.

Многокритериальный анализ решений (MCDA) - это метод принятия сложных решений, особенно, в управлении. Он предлагает систематический способ выбора, взвешивания и упорядочивания показателей посредством процессов, в которых может участвовать широкий круг заинтересованных сторон. Некоторые из наиболее популярных методов MCDA — это метод аналитических сетей (Analytic Network Process - ANP), метод анализа иерархий (Analytic Hierarchy Process - AHP), метод расстановки приоритетов по сходству с идеальным решением (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution - TOPSIS) и многокритериальная оптимизация и компромиссное решение (VIse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje - VIKOR).

Объединение методов оценки жизненного цикла LCA и многокритериального анализа решений MCDA в качестве целостной системы оценки устойчивости циркулярной агропродовольственной системы является важным направлением исследований. Такой подход известен с конца прошлого века, но его популярность растет. Целью этой синергетической методологии является получение более убедительных результатов для лиц, принимающих решения. Аналитические обзоры применения LCA-MCDA в сельскохозяйственной практике приводят примеры оценки и проектирования агропродовольственных систем замкнутого цикла [7 - 9]. Наиболее критическим ограничением возможностей этой методологии является то, что большинство нужных данных собирается, исходя из требований конкретных отдельных областей знания, и часто не всегда доступны или не подходят для использования из-за различий в пространственных и временных масштабах.

В настоящее время существует несколько доступных источников данных для осуществления на практике алгоритмов, как LCA, так и MCDA. Прежде всего, это базы данных ФАО и ОЭСР, но также специализированные базы данных различных стран, как специально для сельскохозяйственной продукции, так и более общие:

- швейцарская база данных Ecoinvent (<https://ecoinvent.org>) содержит более 20 000 наборов данных с географической привязкой о жизненном цикле продукции сельского хозяйства, энергетики, лесного хозяйства, обработки и переработки отходов, водоснабжения и других отраслей промышленности;

- база данных LCA Food (www.lcafood.dk) содержит структурированную информацию о воздействии на окружающую среду основных пищевых продуктов, производимых и потребляемых в Дании, охватывает все этапы: от сельского хозяйства и рыболовства, до промышленной переработки, розничной торговли и приготовления пищи;

- европейская база данных ELCD (<https://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/>) включает данные инвентаризации жизненного цикла ведущих бизнес-ассоциаций на уровне ЕС и других источников по ключевым продуктовым группам, энергоносителям, транспорту и управлению отходами;

- немецкие Ga Bیدatabases (<https://sphera.com/product-sustainability-gabi-data-search/>) базы данных жизненного цикла, содержащие 18000 наборов данных о воде и землепользовании, являются одними из самых полных с привязкой к географическим координатам;

- американская общедоступная база данных NREL-USLCI (<https://www.lcacommons.gov/nrel/search>) обеспечивает индивидуальный учет потоков энергии и материалов в окружающую среду и из нее на всех этапах;
- китайская общедоступная и широко используемая база местных данных жизненного цикла CLCD (<http://www.itke.com.cn>) включает в себя наборы данных инвентаризации внутренней энергетики, сырья и транспорта;
- и другие.

Сложностью для отечественных разработок в данной области является то, что для расчетов по данным методологиям необходима база местных данных с региональной неоднородностью и адаптированными инновационными методологиями. Из-за глобальных, региональных и даже местных различий в технологиях, стандартах и продуктах сложно провести оценку жизненного цикла сельскохозяйственной продукции. Кроме того, отмечается необходимость включения показателей биоразнообразия, ландшафтного землепользования и экосистемных услуг в методологию LCA для повышения точности оценки региональной специфики.

Агропродовольственные системы сложны и динамичны по своей природе и требуют использования моделирования для изучения их системно, в динамике и с учетом различных предположений. В связи с этим при их проектировании используются мультидисциплинарные знания и многомодельные модели, в которых различные подсистемы моделируются индивидуально и оцениваются показателями из соответствующей области знаний.

Моделирование ЭЗЦ для смягчения последствий изменения климата при производстве продуктов питания требует применения моделей комплексной оценки, моделей экологии производства и запасов ресурсов, экономических моделей общего и частичного равновесия. Объединив их, можно анализировать то, как циркуляционный цикл может решить экономические и экологические проблемы, которые будут учитываться при принятии решений. Немаловажно, что экономика ЭЗЦ не сосредоточена на решении одной задачи переработки отходов производства, а открыта для инноваций на всех стадиях создания и потребления продуктов. Разносторонние подходы к рассматриваемой проблематике можно видеть при изучении отечественных публикаций (например, [10 -12]), число которых стремительно увеличивается в последние три года. Это можно видеть, задавая поиск по ключевым словам в каталогах Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки или научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Существование множества уже найденных решений из разных областей науки, предлагающих методы, которые могут изменить производство продуктов питания является мощным фактором перехода к ЭЗЦ. Синергия методов и практических результатов могут ускорять этот переход. В настоящее время необходимо объединение накопленных знаний и поддержка практических инициатив в трансформации существующих агропродовольственных систем в системы замкнутого цикла.

Литература

1. Цховребов, Э. С. Ресурсосбережение: основные этапы становления, теории и методы, тенденции и перспективы развития в промышленности и строительной индустрии России / Э. С. Цховребов // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15, № 1. – С. 112-158.
2. Тяглов, С. Г. Теоретико-исторический аспект технологий безотходного производства и перспективы их развития / С. Г. Тяглов, Н. С. Митин // Финансовые исследования. – 2022. – № 3(76). – С. 59-67.
3. Долгушин, А. Б. Построение экономики замкнутого цикла в советский период / А. Б. Долгушин // Московский экономический журнал. – 2022. – Т. 7, № 11.

4. Тарасова, Н. П. Безотходные, чистые и зелёные технологии / Н. П. Тарасова, В. А. Зайцев, В. А. Кузнецов // Успехи в химии и химической технологии. – 2014. – Т. 28, № 4(153). – С. 19-22
5. Pearce, D.W. Economics of natural resources and the environment. Baltimore / D.W. Pearce, R.K. Turner // MD: JHU Press; 1990.
6. Winans, K. The history and current applications of the circular economy concept / K. Winans, A. Kendall, H. Deng // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2017. – Т. 68. – С. 825-833.
7. Life cycle tools combined with multi-criteria and participatory methods for agricultural sustainability: Insights from a systematic and critical review / De Luca A. I. et al // Science of the Total Environment. – 2017. – Т. 595. – С. 352-370.
8. Romero-Perdomo, F. Integrating Multi-Criteria Techniques in Life-Cycle Tools for the Circular Bioeconomy Transition of Agri-Food Waste Biomass: A Systematic Review / F. Romero-Perdomo, M.A. González-Curbelo // Sustainability. – 2023. – Т. 15. – №. 6. – С. 5026.
9. Circular economy models in agro-food systems: A review / М. Намам et al // Sustainability. – 2021. – Т. 13. – №. 6. – С. 3453.
10. Рогачева, Н. О. Циклическая экономика: теория и практика в современных условиях / Н. О. Рогачева, В. С. Конкина // Теория и практика современной экономики : Материалы национальной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 06 апреля 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 184-189
11. Конкина, В. С. Современное состояние аграрно-промышленного комплекса Российской Федерации: направления совершенствования / В. С. Конкина // Уголовно-исполнительная система на современном этапе с учетом реализации Концепции развития уголовно-исполнительной системы РФ на период до 2030 г. : Сборник МНПК. Том 2. – Рязань: Академия ФСИН, 2022. – С. 1218-1221.
12. Рогачева, Н. О. Инновационное развитие как основа повышения конкурентоспособности АПК России / Н. О. Рогачева, В. С. Конкина // Актуальные вопросы современной аграрной экономики : Материалы МНПК. – Рязань: РГАТУ им. П.А. Костычева, 2020. – С. 98-105.
14. Морозова, Л. А. Информационные технологии в сельском хозяйстве / Л. А. Морозова // Международный пенитенциарный журнал. – 2017. – Т. 3, № 4. – С. 300-303

УДК 657.6

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕВИЗИОННОЙ КОМИССИИ РЫБНОВСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА

О.А. Касторных¹, Н.В. Матвеева¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Деятельность ревизионных комиссий осуществляется в сфере внешнего государственного и муниципального контроля в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ в области финансового контроля. Внутренняя регламентация основана на стандартах организации деятельности и финансового контроля, которые разрабатываются непосредственно ревизионными комиссиями. Существует необходимость разработки методических рекомендаций по проведению финансового контроля в государственных муниципальных учреждениях в разрезе конкретных объектов учета. Применение данных рекомендаций в процессе проверки позволит повысить качество, эффективность и результативность контрольно-ревизионной деятельности.

Ключевые слова: ревизионная комиссия, финансовый контроль, стандарты финансового контроля, методические аспекты деятельности, контрольно-ревизионная деятельность, организационно-распорядительные документы

Summary. The activities of the audit commissions are carried out in the field of external state and municipal control in accordance with the regulatory legal acts of the Russian Federation in the field of financial control. The internal regulation is based on the standards for the organization of activities and financial control, which are developed directly by the audit commissions. There is a need to develop methodological recommendations for conducting financial control in state municipal institutions in the context of specific accounting objects. The application of these recommendations in the verification process will improve the quality, efficiency and effectiveness of control and audit activities.

Key words: audit commission, financial control, financial control standards, methodological aspects of activities, control and auditing activities, organizational and administrative documents

Нормативное регулирование деятельности Ревизионной комиссии Рыбновского муниципального района основывается на Конституции РФ и осуществляется в соответствии с Бюджетным кодексом РФ, Федеральными законами № 131-ФЗ "Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ", № 6-ФЗ "Об общих принципах организации и деятельности контрольно-счетных органов субъектов РФ и муниципальных образований" и другими нормативно-правовыми актами РФ.

Ревизионная комиссия Рыбновского муниципального района осуществляет такие виды контрольно-экспертной деятельности, как проверка и анализ обоснованности показателей местного бюджета, экспертиза его проектов; анализ законности и эффективности использования средств местного бюджета, а также контроль использования иных средств в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации; проведение аудита в сфере закупок товаров, работ и услуг в соответствии с Федеральным законом № 44-ФЗ "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд"; контроль за эффективностью использования муниципальной собственностью и другие направления проверок.

Процедура проведения проверок регламентируется внутренними стандартами финансового контроля. К ним относятся: СФК Проведение аудита в сфере закупок; СФК Порядок осуществления предварительного контроля формирования проекта местного бюджета; СФК Проведение оперативного (текущего) контроля за исполнением местного бюджета; СФК Проведение аудита эффективности использования муниципальных средств.

По результатам контрольных мероприятий членами Ревизионной комиссии составляется акт проверки.

Формирование Отчета о деятельности Ревизионной комиссии регламентируется внутренним локальным документом - стандартом организации деятельности (СОД) «Порядок составления годового отчета о работе Ревизионной комиссии Рыбновского муниципального района Рязанской области».

Основные показатели деятельности Ревизионной комиссии представлены в таблице 1. Выделенные ассигнования на 2022 г. составили 3 839 813,62 руб., исполнено 3 839 813,62 руб., 100% исполнения бюджета.

Анализ данных, представленных в таблице 1, свидетельствует о росте объема финансирования деятельности Ревизионной комиссии, на 18,9% в 2022 году по сравнению с 2020 годом. Численность сотрудников Ревизионной комиссии за исследуемый период при этом остается неизменной. В тоже время отмечается рост затрат на оплату труда и отчисления на социальные нужды, соответственно на 7,1 и 7,4 %.

Инфляционные процессы повлияли на значительный рост расходов материальных ресурсов, в 2,5 раза в 2022 году по сравнению с 2020 годом. Прочие расходы и услуги возросли за последние три года незначительно – всего на 6,3%.

Таблица 1 – Основные показатели деятельности

Показатели	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. в % к 2020г.
Финансирование, руб.	3 228 185,03	3 848 594,17	3 839 813,62	118,9
Численность, чел.	5	5	5	100,0
Среднегодовая стоимость основных средств, руб. (первоначальная стоимость)	447 430,95	505 437,27	553 901,85	123,8
Запасы, руб.	52 625,35	97 516,14	110 901,51	в 2,1 раза
Расходы, руб., всего, в т.ч.	3 228 185,03	3 848 594,17	3 839 813,62	118,9
-заработная плата	2 658 894,70	2 665 021,09	2 848 163,82	107,1
-отчисления на социальные нужды	794 134,17	792 563,83	852 601,17	107,4
-материальные расходы	20 152,63	64 662,36	51 025,02	в 2,5 раза
-амортизация	98 297,92	73 798,64	58 689,18	59,7
-социальные пособия и компенсации персоналу	8 223,51	13 046,73	0	х
-резервы предстоящих расходов	-458 572,35	168 047,06	-84 412,37	х
-прочие расходы и услуги	107 054,45	71 454,46	113 746,80	106,3

В таблице 2 обобщены и систематизированы результаты контрольной деятельности Ревизионной комиссии Рыбновского муниципального района. Её анализ позволяет отметить, что количество проведенных учреждением контрольных мероприятий в 2022 по сравнению с 2020 годом увеличилось незначительно – на 5,6%, но количество объектов, охваченных при проведении контрольных мероприятий, возросло на 18,7% в 2022 году по сравнению с 2020 годом.

Таблица 2 – Результаты деятельности Ревизионной комиссии

Показатели	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. в % к 2020г.
Количество проведенных контрольных мероприятий	18	19	19	105,6
Количество проверяемых объектов	16	19	19	118,7
Общий объем проверенных средств, всего, тыс. руб.	186 722,0	115 301,1	72 217,3	38,7
Объем бюджетных средств, проверенных в ходе контрольных мероприятий, тыс. руб.	184 141,2	114 419,7	71 401,2	38,8
Количество сформированных заключений и актов по результатам контрольных мероприятий	18	19	19	105,6
Выявленные в процессе проверки нарушения и недостатки, всего в тыс. руб.	5 655,7	1 164,2	277,3	4,9
Количество выявленных в процессе проверки нарушений и недостатков	130	265	240	184,6
Устранено нарушений в процессе проверки, тыс. руб./ кол-во	1 116,9/ 29	342,4/ 107	51,6/63	4,6/в 2,2 раза

В тоже время за период исследования значительно снизился объем проверенных, в т.ч. бюджетных средств, соответственно на 61,3 и 61,2 %%. Это повлияло на уменьшение выявленных нарушений и недостатков в денежном выражении, на 95,1% в 2022 году по сравнению с 2020 годом. Но несмотря на сокращение стоимостного выражения выявленных нарушений и недостатков, их количество существенно выросло – на 84,6%.

В результате контрольных мероприятий было устранено финансовых нарушений в количественном выражении более чем в 2 раза в 2022 году по сравнению с 2020 годом, но их стоимостная оценка снизилась на 95,4%.

Непосредственное планирование деятельности Ревизионной комиссии регламентируется СОД «Планирование работы Ревизионной комиссии Рыбновского муниципального района Рязанской области». В нем определяются требования к содержанию плана работы контрольно-счетного органа, его форме и структуре. Формулируются цели, принципы планирования, задачи, устанавливается порядок разработки и утверждения плана работы.

Методические аспекты финансового контроля (ревизий) проводимого Ревизионной комиссией также закрепляются внутренними стандартами. Их создание и формирование осуществляется в соответствии с СОД «Порядок организации методологического обеспечения деятельности», утвержденным распоряжением Ревизионной комиссии от 23.12.2014г. В его основе лежат Общие требования к стандартам внешнего государственного и муниципального финансового контроля, разработанные Счетной палатой РФ [1].

Данный СОД регламентирует требования к содержаниям стандартов и методических рекомендаций, порядок введения их в действие, очередность их разработки, порядок разработки методологического обеспечения и другие вопросы. По сути все применяемые Ревизионной комиссией стандарты сформированы на основе СОД «Порядок организации методологического обеспечения деятельности». Он является документом организационно - распорядительного регламента и при разработке внутренних локальных документов муниципального финансового контроля его требования должны соблюдаться сотрудниками Ревизионной комиссии (рисунок 1).

В целом, анализ организационно-распорядительных и методических стандартов, регламентирующих деятельность Ревизионной комиссии в процессе осуществления финансового контроля (ревизий) муниципальных учреждений показал, что все они нуждаются в совершенствовании. Стандарты были разработаны и утверждены в 2014-2015 годах. Целесообразно актуализировать нормативную базу применяемых стандартов, уточнив действующие редакции нормативно-правовых актов, а в необходимых случаях внести соответствующие изменения и дополнения в текст стандартов.

В качестве совершенствования методического обеспечения контрольно-ревизионной деятельности Ревизионной комиссии целесообразно разработать и утвердить СФК «Проверка применения в деятельности ГМУ федеральных стандартов бухгалтерского учета для организаций государственного сектора». Необходимость применения данного стандарта связана с тем, что в процессе своей финансово-хозяйственной деятельности учреждения должны руководствоваться, прежде всего, федеральными стандартами бухгалтерского учета для организаций госсектора [2]. И, следовательно, процедура проверки, проводимая контролирующими органами, должна включать анализ применения учреждениями норм и правил федеральных стандартов.

Так как внутренние стандарты Ревизионной комиссии включают общие вопросы, связанные с осуществлением контрольно-ревизионной деятельности, по нашему мнению, необходимо разработать методические рекомендации по проведению финансового контроля в государственных муниципальных учреждениях в разрезе конкретных объектов учета (рисунок 2).

Сущность и особенности проводимой проверки будут раскрываться в разделе Общие положения. Применительно к конкретному объекту учета, подлежащего проверке, здесь найдут отражение предмет, цели и методы проверки.

УТВЕРЖДЕНО
распоряжением Ревизионной комиссии
муниципального образования –
Рыбновский муниципальный район
Рязанской области
от 23.12.2014г. № 40-р

1. Общие положения

1.1. Стандарт организации деятельности «Порядок организации методологического обеспечения деятельности Ревизионной комиссии муниципального образования – Рыбновский муниципальный район Рязанской области» разработан с учетом положений Федерального закона от 07.02.2011 № 6-ФЗ «Об общих принципах организации и деятельности контрольно-счетных органов субъектов Российской Федерации и муниципальных образований», решения Рыбновской районной Думы Рязанской области от 16.12.2013 г. № 238 «О формировании Ревизионной комиссии муниципального образования – Рыбновский муниципальный район Рязанской области и утверждении положения о ней».

1.2. Настоящий Стандарт разработан в соответствии с Общими требованиями к стандартам внешнего государственного и муниципального финансового контроля, утвержденными Коллегией Счетной палаты Российской Федерации (протокол от 12.05.2012 № 21К (854)).

1.3. При разработке настоящего Стандарта учтены положения стандарта Счетной палаты Российской Федерации «Порядок организации методологического обеспечения деятельности Счетной палаты Российской Федерации», утвержденного Коллегией Счетной палаты Российской Федерации (протокол от 10.10.2008 № 41К (618)).

1.4. Целью разработки Стандарта является формирование основных принципов организации методологического обеспечения Ревизионной комиссии муниципального образования – Рыбновский муниципальный район Рязанской области, деятельность которой должна соответствовать своевременному и качественному исполнению возложенных на неё полномочий.

Рисунок 1 – Фрагмент СОД
«Порядок организации методологического обеспечения деятельности»

УТВЕРЖДЕНО
распоряжением Ревизионной комиссии
муниципального образования –
Рыбновский муниципальный район
Рязанской области
от «__» _____ 202__ г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ ПРОВЕРЕК ОПЛАТЫ ТРУДА В ГОСУДАРСТВЕННЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

1. Общие положения

Настоящие Методические рекомендации разработаны в соответствии с законодательством Российской Федерации, нормативно-правовыми актами Рязанской области и Рыбновского муниципального района, Регламентом Ревизионной комиссии муниципального образования – Рыбновский муниципальный район Рязанской области, Административным регламентом проведения проверок в рамках контрольных мероприятий, осуществляемых Ревизионной комиссией муниципального образования – Рыбновский муниципальный район Рязанской области.

Методические рекомендации предназначены для использования в практической работе по организации и проведению проверок бюджетных, автономных и казенных учреждений.

2. Предмет, цели и методы проверки

Предмет контрольного мероприятия: правильность и обоснованность формирования и расходования фонда оплаты труда, объективность и законность выплат работникам, осуществляемых из фонда оплаты труда учреждения.

Цели контрольного мероприятия:

- оценка правильности и обоснованности формирования и расходования фонда оплаты труда;
- проверка эффективности и обоснованности расходов на оплату труда работников Учреждения.

Объектами проверки являются муниципальные учреждения, финансируемые из бюджета Рыбновского муниципального района Рязанской области.

Рисунок 2 – Фрагмент Методических рекомендаций по проведению финансового контроля в ГМУ (на примере проверки оплаты труда)

Предварительная работа по сбору необходимой информации о конкретном объекте проверки, его изучению, оценке и подготовке программы контрольного мероприятия представляет собой подготовительный этап. На этом этапе будет утверждаться программа проверки. Основным этапом проверки должен раскрывать последовательно всю процедуру контрольного мероприятия. Заключительный этап будет содержать порядок оформления результатов - акта контрольного мероприятия. Исчерпывающий перечень документов, необходимых для проведения контрольных мероприятий, будет представлен в Приложении к Методическим рекомендациям.

Применение в практической работе Ревизионной комиссии данных рекомендаций, повысит качество и результативность контрольных мероприятий, обеспечит эффективность всей контрольно-ревизионной деятельности.

Литература

1. Общие требования к стандартам внешнего государственного аудита (контроля) для проведения контрольных и экспертно-аналитических мероприятий контрольно-счетными органами, утвержденные постановлением Счетной палаты РФ № 2ПК от 29.03.2022 [Электронный ресурс] / АО «Консультант Плюс». – М., 2023

2. Федеральный закон «О бухгалтерском учете» №402-ФЗ от 06.12.2011г. (ред. от 05.12.2022 №498-ФЗ) [Электронный ресурс] / АО «Консультант Плюс». – М., 2023

3. Конкина, В.С. Методические подходы к диагностике эколого-экономической безопасности / В.С. Конкина, В.Н. Минат // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : материалы Международной научно-практической конференции. - 2017. - С. 95-101.

УДК 504.75

ВЫЗОВЫ, СТОЯЩИЕ ПЕРЕД РОССИЕЙ. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

С.А. Мартынова¹, Е.А. Негреба¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В данной статье автор подчёркивает актуальность проблемы экологии, а также необходимость скорейшего ее решения. Содержится информация об основных проблемах экологии, а также предложены способы решения. Автор излагает позиции различных учёных и исследователей по вопросу проблемы экологии.

Ключевые слова: экология, качество жизни, экологические проблемы, загрязнение Мирового океана, окружающая среда, вторичная переработка отходов жизнедеятельности

Summary. The author emphasizes the relevance of the environmental problem, as well as the need for its speedy solution. Contains information about the main environmental problems, as well as suggested solutions. The author sets out the positions of various scientists and researchers on the issue of ecology.

Keywords: Ecology, quality of life, environmental problems, ocean pollution, environment, waste recycling

По мнению профессора кафедры социологии международных отношений социологического факультета МГУ Г.А. Дробот, в настоящее время одной из основных глобальных угроз международной безопасности являются экологические проблемы[1].

На протяжении истории человек оказывал негативное влияние на окружающую среду.

В 18-19 веках в ведущих государствах мира наступила промышленная революция. Она привела к массовому переходу от ручного труда к машинному, от мануфактуры к фабрике. Основным следствием промышленного переворота являлась индустриализация, то есть переход от преимущественно аграрной экономики к промышленному производству, в результате которого произошла трансформация аграрного общества в индустриальное. При этом человек открыл для себя такие виды топлива, как уголь и нефть. Их использование было очень выгодным: в чёрной металлургии каменноугольный кокс использовался вместо древесного угля. В результате промышленной революции возростал спрос на некоторые химические вещества (карбонат натрия и сульфат натрия), так необходимые в промышленности. Как следствие, происходило активное развитие химической отрасли.

По мнению американского экономиста Дэвида Лэндиса, в первой половине 19 - начале 20 веков произошла вторая промышленная революция, которой были свойственны массовое освоение поточного производства, широкое применение электричества и химикатов [2, 15]. Человек производил товары в больших объёмах. Происходило чрезмерное потребление товаров и ресурсов. С этим этапом в развитии человечества и связывают начало сильного загрязнения окружающей среды.

В 20 веке проблемы экологии обострились: к причинам можно отнести безудержное потребление в развитых странах мира, направленное на удовлетворение вторичных потребностей и ускоренную промышленную модернизацию развивающихся стран.

В 21 веке актуальность экологических проблем также остаётся на высоком уровне. Проблемы экологии являются важной составляющей политической повестки большинства стран мира. Из-за ущерба природе под вопросом оказалось само существование человечества.

Плохая экологическая обстановка оказывает негативное влияние на состояние здоровья каждого из нас. Вещества, загрязняющие природную среду, очень разнообразны. Их попадание происходит в основном через дыхательные пути, оно вызывает различные неблагоприятные последствия. Кратковременное воздействие вредных веществ в небольших концентрациях может вызывать головокружение, тошноту, першение в горле, кашель. Влияние экологии на здоровье человека в России сегодня составляет 25–50% от совокупности всех воздействующих факторов. Результатом воздействия неблагоприятных экологических условий является возникновение хронических заболеваний.

Сегодня, по данным ООН, в мире насчитывается 25 млн человек, ставших беженцами вследствие экологических катастроф, и их число возрастает.

Поиски путей решения проблемы экологии продолжаются на протяжении десятилетий. С каждым годом человек всё больше осознаёт своё влияние на экологию планеты. Развитие альтернативных источников энергии, вторичная переработка отходов жизнедеятельности, разумное потребление способны приостановить ухудшение экологической обстановки, а возможно, и устранить последствия негативного влияния человека на экологию.

Необходимо очень внимательно относиться к вопросу экологии. Наша планета уникальна. Каждый человек должен оберегать, а по возможности и приумножать богатства нашей планеты.

К числу проблем экологии следует отнести загрязнение Мирового океана, рек, озёр; вырубку лесов; обращение с отходами; загрязнение атмосферы; и загрязнение почвы.

Загрязнение Мирового океана происходит постоянно. В результате страдают животные и человек. Основная часть мусора приходится на пластик, который не разлагается. Общее количество пластика, загрязняющего океан, оценивается в более чем 25 миллионов тонн [3]. Ежегодно в океан попадает более 0,5 миллиона тонн пластика. Животные принимают мусор за добычу. Поедая пластик, они погибают. Пластик в воде расщепляется на мелкие частички, при этом токсичные вещества попадают в воду. Животные в результате негативного влияния токсических веществ также погибают.

Наиболее ярко результат человеческой деятельности в вопросе загрязнения Мирового океана заметен вдоль береговой линии стран с низким и средним уровнем дохода. Данная проблема не имеет государственных границ. На глубине 11 000 метров на дне Марианской впадины была обнаружена рыба, отравленная токсинами и ртутью, а также поглотившая мусор.

Решение данной проблемы состоит в том, что человек не должен выкидывать мусор в океан. Весь мусор должен подвергаться обязательной утилизации, с использованием современных технологий, предотвращающих негативное влияние на окружающую среду. Также необходимо отказываться от применения пластиковых пакетов и других неразлагающихся видов упаковки.

Энергия. Каждый день человек потребляет большое количество электроэнергии. В настоящее время большую часть энергии производят угольные электростанции. Электростанции, работающие на угле, оснащены паровыми турбинами, преобразующими тепловую энергию сгорания топлива в механическую энергию, которая приводит в движение электрический генератор. Процесс сжигания угля сопровождается выделением большого количества твердых отходов, отвалы которых, накапливаясь, негативно воздействуют на окружающую среду. Также происходит образование и выделение углекислого газа, усиливающего парниковый эффект. Эти отходы оказывают негативное влияние на состояние здоровья человека и окружающую среду.

Решение данной проблемы возможно при помощи использования ветряных и солнечных электростанций. Также возможно использование гидроэлектростанций и атомных электростанций как более чистых источников энергии.

Обращение с отходами. Население планеты увеличивается, в связи с чем происходит увеличение производственных мощностей. В результате человечество столкнулось с проблемой обращения с отходами. Вопрос обращения с отходами является актуальным. В городах отходы складываются на свалках без учёта класса опасности. Мусор на таких полигонах хранится десятилетиями. В результате вредные вещества попадают в воздух, почву и грунтовые воды. Грунтовые воды питают реки, из которых человек берёт воду для своих хозяйственных нужд. При этом вредные вещества попадают в организм человека через желудочно-кишечный тракт, оказывая негативное влияние на работу всех систем органов. Такие свалки очень часто горят, и в воздух попадают различные токсичные соединения.

Во многих странах мира разрабатываются методики решения данной проблемы. В ряде государств данную проблему удаётся успешно решать. В настоящее время широко используется вторичная переработка отходов, или рециклинг. Смысл данной методики заключается в повторном использовании отработанного сырья. При этом используется отдельный сбор отходов с последующей утилизацией. Например, бумагу используют для производства различных видов упаковки. Металл после сортировки переплавляют и снова используют.

Вырубка леса. Леса – это лёгкие планеты. Деревья перерабатывают углекислый газ в кислород, жизненно необходимый человеку для дыхания. Дерево является сырьём для многих отраслей промышленности. Его используют для производства мебели и в строительстве. Вырубку леса необходимо производить очень аккуратно, так как это может повлечь определённые негативные последствия. Люди относятся недобросовестно к вопросу вырубки леса, часто вырубая слишком много. Как следствие, происходит опустынивание местности и нарушение экосистемы, а также ухудшение экологической обстановки. При этом происходит вымирание многих видов животных.

Данную проблему возможно преодолеть при помощи установления нормативно-правовых актов и законов. Необходимо усилить контроль и охрану использования лесов. Лесопользование должно носить плановый характер. Также необходимо после вырубки одного дерева сажать 10 новых для восполнения лесного фонда.

В процессе развития человечества проблема экологии становится всё более актуальной. Экология — это важная составляющая жизни любого из нас. Она оказывает

большое влияние на качество и продолжительность жизни человека. Последствия деятельности человека оказывают влияние на состояние окружающей среды. Состояние условий окружающей среды оказывает влияние на каждого человека и на всё человечество. Каждая страна пытается по-своему реагировать на необходимость предпринимать какие-либо шаги в направлении природоохранной деятельности. Во многих государствах разработаны нормативно-правовые акты и законы по охране экологии. Однако каждый человек должен заботиться о состоянии окружающей среды.

Литература

1. Дробот, Г. А. Экологические проблемы как глобальная угроза безопасности / Г. А. Дробот, Е. В. Кочеткова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 18. Социология и политология. - 2009. - № 3. - С. 61-73.
2. Батлер-Боудон, Т. Богатство и бедность народов. Дэвид С. Лэндис (обзор). / Т. Батлер-Боудон. – М.: ООО «Издательство Эксмо», 2004. –С. 15-18.
3. Сколько всего пластика содержит Мировой океан[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gismeteo.ru/news/science/>
4. Романова, Л. В. Проблемы правового регулирования органического сельского хозяйства в РФ / Л. В. Романова, Л. А. Морозова, Л. В. Черкашина // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы IV Международной научно-практической конференции, Рязань, 09 апреля 2020 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 411-414.
5. Уливанова, Г.В. Анализ загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом / Г.В. Уливанова // Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : сборник научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. Рязань, 05-06 августа 2012 года. Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2012. – С. 235-239.
6. Конкина, В.С. Методические подходы к диагностике эколого-экономической безопасности / В.С. Конкина, В.Н. Минат // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : материалы Международной научно-практической конференции. - 2017. - С. 95-101.

УДК130.2

ВЛИЯНИЕ ВОСТОЧНОГО ХРИСТИАНСТВА НА ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ РОССИИ

С.А. Мартынова¹, А.С. Сонин¹

¹ ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Автор ставит своей задачей определить историческое значение православия и его философских идей для России.

Ключевые слова: философия, христианство, культура.

Summary. The author sets out to determine the historical significance of Orthodoxy and its philosophical ideas for Russia.

Keywords: philosophy, christianity, culture.

Православное христианство оказало сильное влияние на культуру России и продолжает его оказывать, оставаясь самой распространённой религией на территории Российской Федерации. Прошло сравнительно немного времени после Крещения Руси в 988 году, и православное христианство стало одним из ключевых столпов в формировании национальной культуры нашей страны с периода правления династии Рюриков и до наших дней. Благодаря своему вкладу в культуру России на протяжении длительного времени и формирования ей национальной идентичности большинство россиян в формировании своего религиозного мировоззрения отдают предпочтение именно ей, укрепляя статус православного христианства как одной из традиционных религий Российской Федерации.

Несущим элементом любой культуры является религия. Это не просто вера в сверхъестественное или система обрядов, но образ жизни, определенная система идей, верований, представлений о человеке, его месте в мире. Русь времен Владимира стала государством, переросла языческие верования, была окружена народами, имеющими свою письменность, развитые религии. Принятие христианства от Византии было подготовлено всей предшествующей историей Руси.

Существует несколько легенд о том, что Апостол Андрей Первозванный посещал Киев, однако это лишь ссылки на ничем не подкреплённые апокрифические тексты, поэтому данная теория поддерживается далеко не всеми учёными-историками и представителями Православной Церкви. Поэтому принято считать, что распространять христианство на Руси начала Княгиня Ольга после посещения Византии, где она была крещена императором Константином VII и патриархом Филаретом. Однако несмотря на то что Ольга приняла христианство и ревностно его исповедовала, по возвращении на Русь её идеи никто не поддерживал, а сын Святослав так и остался язычником. И только после смерти Княгини Ольги, её внук, Владимир Святославович, захочет объединить разрозненные языческие племена, в единое сплоченное государство без междоусобных войн и идеологических конфликтов при помощи монотеистической религии.

Данный период в истории нашей страны наиболее подробно описан в «Повести временных лет» [1]. Нас же интересуют в большей части философские и идейные вопросы, вставшие перед князем Владимиром.

Волжские булгары предлагали принять Князю Владимиру ислам. Однако этого не произошло как по политическим причинам, так и из-за множества запретов, налагаемых на человека (обязательное обрезание, ограничение в одежде и пище, поведении) и некоторых неоднозначных моральных аспектов ислама (например, жизнь с перспективы закона и существование человека в загробном мире).

Рассмотрим причины отказа правителя Древней Руси от иудаизма. Ими послужили подход к жизни, регламентирующий все аспекты с позиции закона, который был перенят у ислама, и такое же неудобство по политическим причинам. Если в случае с согласием с предложением Волжских булгар Русь была бы в подчинении у мусульманских стран, то в случае с иудаизмом князь Владимир, увидев, что у них нет своей земли, а сами иудеи рассеяны по множеству стран, решил, что иудаизм не поможет ему объединить народ Киевской Руси.

Католическое христианство было отвергнуто по причине того, что Римская церковь контролировала не только духовную жизнь, но и политическую, что могло представлять угрозу для суверенитета страны.

Причиной принятия православия по политическим причинам, согласно «Повести временных лет», являлось близкое соседство с Византийской Империей – сильным государством с развитым военным и экономическим аппаратом. Кроме того, Византийская Империя не контролировала политическую жизнь стран, которые исповедовали Восточное христианство, что было бы невозможно, если бы Киевская Русь приняла бы католическое вероисповедание. С идеологической стороны и стороны философии, мы можем обнаружить, что православие проповедовало единство мира, участие человека в жизни единого общества и акцент на традициях как способе достижения цели.

В итоге Князь Владимир выбрал в качестве единой монотеистической религии православие, в 988 году произошло крещение Руси. Принятие самого христианства на Руси было процессом долгим, многие люди отказывались, к тому же и идеологически язычество полностью искоренить не удалось (так, например, в произведении «Слово о полку Игореве» можно обнаружить упоминание языческих богов). Киевская Русь приняла христианство, и при его помощи произошёл заметный скачок в культурной и нравственной жизни Руси.

Благодаря принятию православия на Руси появилась письменность, стали развиваться науки и процент читающего населения под воздействием Византийской культуры был выше, чем в Европе за весь период средних веков[2].

Также стоит отметить, что во времена социальных потрясений вера помогла населению Руси объединиться против общей проблемы, что мы видим на примере подвига Минина и Пожарского. Ключевую роль играло христианство, проповедовавшее уважение к другим и единство всех верующих людей независимо от ситуации.

Как отмечалось выше, православие было идеологически близко жителю Киевской Руси и в дальнейшем способствовало его нравственно-культурному развитию. Перечислим ключевые идеи христианской философии: монотеизм, теоцентризм, креационизм, линейность истории, провиденциализм, персонализм, ревелационизм.

Монотеизм. Данный религиозный термин подразумевает существование только одного Бога. Как мы видим из истории, до принятия христианства языческие племена на Руси враждовали между собой из-за того, что каждое поселение отдавало предпочтение какому-то определённом божеству.

Князь Владимир Святославович поставил целью решить проблему разобщённости путём перехода к монотеистической религии, что ему в дальнейшем удалось. И как мы видим на примере множества событий, произошедших с Россией в различные исторические периоды, одной из причин объединения людей была вера в единого Бога (восстание Минина и Пожарского, Отечественная война 1812 года и т.д.).

Теоцентризм. В основе данного термина лежит то, что Бог есть высшее бытие, источник всей жизни и любого блага.

Благодаря идее всеобщего Богоприсутствия в каждом аспекте жизни человека многие исторические и научные деятели становились весьма религиозными людьми (например, М.В. Ломоносов) и во многих научных трудах, письмах и документах можно встретить упоминание Бога, цитирование религиозной литературы или указание на неё («Вечернее размышление о Божественном величии» М.В. Ломоносова).

Креационизм. Термин, обозначающий, что Бог является единственным творцом бытия. Креационизм присущ и другим религиям, однако мы рассмотрим его с точки зрения христианства.

Буквалистский креационизм. Мир создан за шесть дней, и данная трактовка не подразумевает никаких иносказаний.

Метафорический креационизм. В виду того, что слово в иврите «יָמִים» («йом»), обозначающее промежуток времени, в который создавался мир, может обозначать практически любой отрезок, начиная от секунды и заканчивая тысячами, трактовать шестидневное сотворение мира необходимо в переносном, а не буквальном смысле.

Различия в определении периода сотворения мира продолжают и после церковного раскола в XVII веке. Несмотря на то что в настоящее время идея метафорического креационизма распространена заметно сильнее, отголоски буквалистского креационизма можно найти как среди простых граждан Российской Федерации, так и в религиозно-философских работах.

Многие философы античности, такие, как Платон и многие его последователи, считали время и все происходящие в нём события частью цикла периодически повторяющихся событий. Во многих книгах Ветхого Завета прослеживается идея о том, что каждое событие на шкале времени уникально и не может повториться. Рассуждая о книгах Нового Завета, Блаженный Августин подтверждает идею о линейности времени в

христианской философии, рассуждая о том, что в случае цикличности времени приход Христа и дальнейшее Его Второе пришествие невозможно, т.к. уникальность события пропадает.

В среде философов русского религиозного направления также прослеживается идея о линейности времени и уникальности каждого события. Данный подход отразился и в множестве литературных произведений (М.Ю. Лермонтов, А.П. Чехов и др.).

Провиденциализм. Данный термин подразумевает метод, в котором каждое событие как в мировой истории, так и в жизни человека является проявлением Божьего промысла, который ведёт всё человечество и самого человека к спасению. Данный аспект христианской философии тесно связан с идеей смирения в христианстве – добродетели, противоположной гордости, которая позволяет человеку спокойно переносить сложные жизненные ситуации, помимо собственных сил уповая и на Бога.

Влияние провиденциализма мы можем обнаружить во многих исторических трудах до окончания правления династии Романовых. Так, например, в «Повести временных лет», первой исторической летописи Руси, написанной монахом Нестером Печёрским, идеи Божьего провидения отчётливо заметны.

Термин «персонализм» в христианской философии обозначает, что человек создан по образу и подобию своего творца, которым является Бог. Во многих книгах священного писания человек должен видеть не только самого человека, но творение и образ Бога в нём. Описываемый термин пришёл из средневековой гнесеологии. Все необходимые знания для спасения человека открываются ему Богом посредством священного писания, при этом крайне важно духовное познание Бога.

Персонализм закрепляет тезис о том, что человек не должен делать с другим человеком того, чего он не желает себе сам. Это мы можем обнаружить в книге «Левит» Ветхого завета, а также в Евангелиях и Посланиях в Новом завете.

Некоторыми историками отмечается, что переход от язычества к христианству на территории Киевской Руси, по сравнению со странами Европы, не был жестоким[3]. Христианство на Руси, согласно их мнению, входило в жизнь людей плавно, не уничтожая, а замещая собой менее гуманные языческие обычаи. Вследствие такого подхода сохранилось множество праздников язычников, которые в дальнейшем несколько изменили свою обрядность и смысл (например, праздник Ивана Купалы и Масленица).

Идея персонализма, описанная в книгах Ветхого и Нового завета, оказала влияние на народ Руси: дружелюбие и помощь людям в беде независимо от их происхождения и вероисповедания стали их основными характерными чертами.

Первые учебные заведения на территории Руси и Царской России открывались при храмах и церквях, а ключевое место в них занимали предметы богословия. Это способствовало как развитию образования, так и активному распространению православного христианства на Руси.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

– Православное христианство помогло объединить разрозненные языческие поселения на территории Киевской Руси.

– Появилась письменность, а также произошёл заметный скачок в культурной жизни государства.

– Благодаря вере в одного и единого Бога население России часто объединялось против общей угрозы.

– Многие идеи христианской философии, пришедшие вместе с православием на Русь, в дальнейшем отразились на множестве литературных и других произведений, ставших в последующем классическими.

– Создание направления русской религиозной философии.

Ключевые идеи христианства, связанные с любовью к другим людям, оказали большое влияние на менталитет, сделав дружелюбие одной из ключевых особенностей жителя России на протяжении многих периодов истории. Православное христианство

оказалось довольно близко жителям Киевской Руси, т.к. несмотря на то, что общины были разрознены между собой, между жителями поддерживались крайне тёплые отношения, а единство с окружающим миром – одна из идей христианства. В дальнейшем христианство проникает всё глубже в жизнь населения России, оказывая влияние не только на культурные аспекты жизни страны, но и формируя особую Русскую философскую школу.

Литература

1. Соловьев, С. М. История России с древнейших времен : избранные главы / С. М. Соловьев. – Москва : ОЛМА-Пресс Образование, 2004. – 765 с.
2. Федотов Г.П. Русское религиозное сознание: Киевское христианство, X-XIII вв./Г.П. Федотов.– М.: Гнозис, 1991.–152 с.
3. Юдин А. В. Русская народная культура. Христианизация Руси и возникновение двоеверия. Первое южнославянское влияние/А.В. Юдин –М.: Кнорус, 1999.
4. Фетисова, Д. И. Отражение традиционных российских ценностей в Отечественной живописи и скульптуре / Д. И. Фетисова, Ю. А. Якунина // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 271-272.

УДК 378

ГОТОВНОСТЬ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ

Н.Н. Пашканг¹, И.В. Федоскина¹

¹ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Приведены результаты опроса преподавателей кафедры физической культуры и спорта федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» по их готовности использовать инновационные технологии в образовательном процессе.

Ключевые слова: физическая культура, мобильные приложения, инновационные технологии, высшее образование.

Summary. The results of a survey of teachers of the Department of Physical Culture and Sports of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev” on their readiness to use innovative technologies in the educational process are presented.

Key words: physical culture, mobile applications, innovative technologies, higher education.

Цифровизация всех сфер общественной жизни, в т.ч. и образования, приводит к появлению современных инновационных технологий [1]. Молодежь начинает их осваивать раньше, чем взрослое население. Однако преподаватели вузов должны всегда «идти в ногу со временем». С целью определения уровня готовности использовать инновационные технологии в образовательных целях нами был проведен опрос преподавателей кафедры физической культуры и спорта ФГБОУ ВО РГТУ.

Результаты опроса показали, что 92% преподавателей имеют представление о различных мобильных приложениях, которые можно использовать для измерения спортивных показателей студентов (рис. 1).

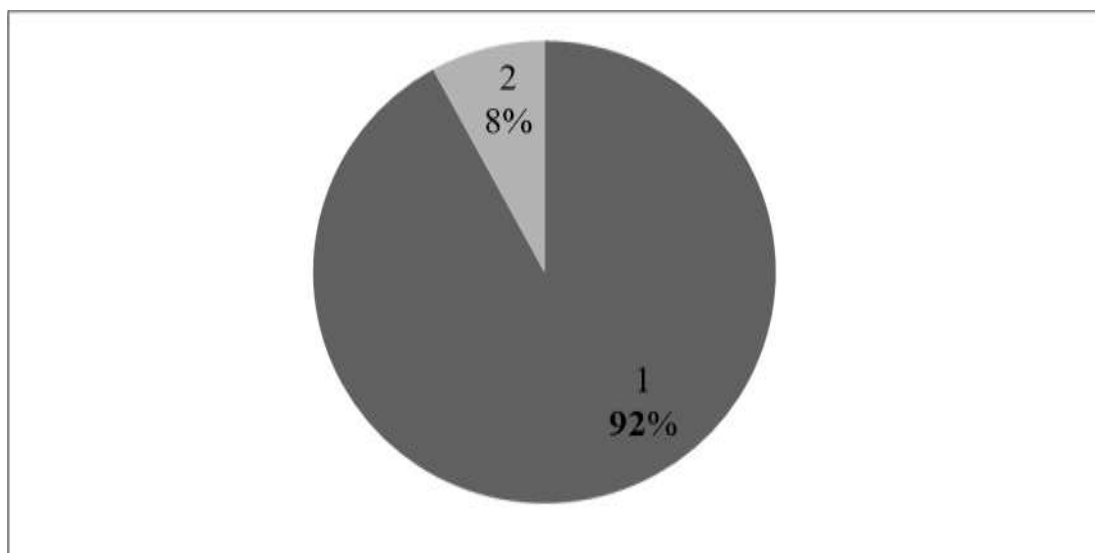


Рисунок 1 – Информированность преподавателей о различных мобильных приложениях, которые можно использовать для измерения спортивных показателей студентов (1- знает; 2- не интересовался этим вопросом)

Несмотря на высокую степень осведомленности около 33% преподавателей никогда не использовали мобильные приложения в своей работе (рис. 2). Однако следует заметить, что большая часть преподавателей кафедры их использует в той или иной мере. На вопрос о причине неиспользования инновационных технологий в своей деятельности они ответили, что не было времени подробно изучить правила их использования и не высокий уровень владения смартфоном (возрастные преподаватели – старше 55 лет).

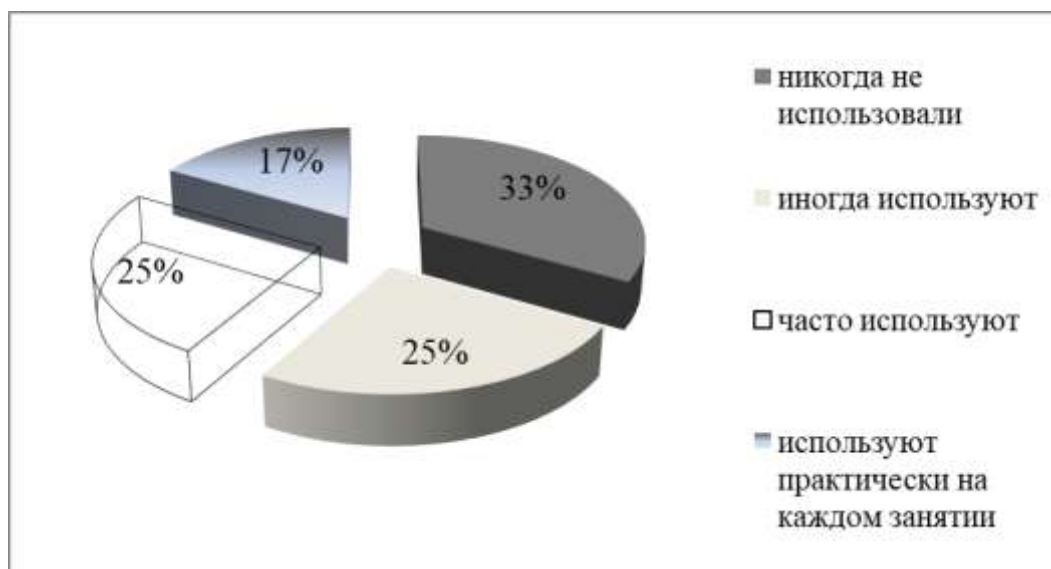


Рисунок 2 – Использование мобильных приложений преподавателями в своей работе

Кроме того, мало методических разработок по применению современных информационных технологий и инновационных цифровых приложений для преподавателей физической культуры, и спорта неспортивных вузов.

На вопрос о том, какие вам известны наиболее популярные мобильные приложения для спорта, голоса распределились следующим образом (рис. 3): первое место заняло приложение Runtastic – 24% респондентов; на втором месте – iDANCE – 14%, на третьем - FitbitCoach – 13%, на четвертом – Strava – 12%.

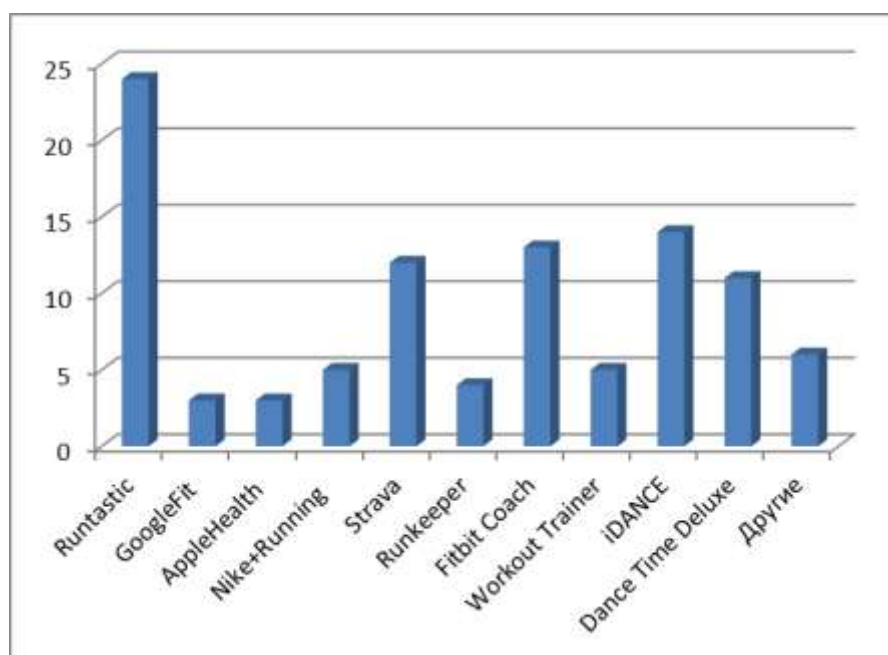


Рисунок 3 – Наиболее популярные мобильные приложения для спорта по мнению преподавателей ФГБОУ ВО РГГУ

Мы проанализировали рынок приложений для бега и по данным представленных в Интернет исследований и отзывов составили таблицу 1, в которой отразили преимущества и недостатки 4-х наиболее популярных из них.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки лучших приложений для бега для Android и iPhone в 2023 г. (построена по данным [2])

«Плюсы»	«Минусы»	«Плюсы»	«Минусы»
NikeRunClub	Strava	NikeRunClub	Strava
контент доступен без каких-либо ограничений и дополнительных транзакций	Проблемы технического характера: вылеты, периодические зависания во время загрузки статистики или на этапе обновления пройденных испытаний	контент доступен без каких-либо ограничений и дополнительных транзакций	Проблемы технического характера: вылеты, периодические зависания во время загрузки статистики или на этапе обновления пройденных испытаний
Встроенная коллекция «аудиопробежек», подготовленных в совместно со известными спортсменами и знаменитостями	Периодически появляющиеся запросы, связанные с повторной авторизацией: вводить логины и пароли иногда необходимо во время самой тренировки	Встроенная коллекция «аудиопробежек», подготовленных в совместно со известными спортсменами и знаменитостями	Периодически появляющиеся запросы, связанные с повторной авторизацией: вводить логины и пароли иногда необходимо во время самой тренировки
Система звуковых подсказок, напоминающих о темпе, пройденном	Раздел с персональными тренировочными программами более	Система звуковых подсказок, напоминающих о темпе,	Раздел с персональными тренировочными программами более

«Плюсы»	«Минусы»	«Плюсы»	«Минусы»
расстоянии и даже в повышенном пульсе, влияющим на эффективность тренировки	недоступен в NikeRunClub и частично представлен лишь в NikeTrainingClub	пройденном расстоянии и даже в повышенном пульсе, влияющим на эффективность тренировки	недоступен в NikeRunClub и частично представлен лишь в NikeTrainingClub
Раздел «Блог» содержит большую коллекцию статей и советов для начинающих и профессиональных спортсменов		Раздел «Блог» содержит большую коллекцию статей и советов для начинающих и профессиональных спортсменов	
«Испытания» и «Вызовы» поддерживают мотивацию, направляют на путь истинный и помогают преодолеть планку в 50 км за неделю или 300 км за месяц		«Испытания» и «Вызовы» поддерживают мотивацию, направляют на путь истинный и помогают преодолеть планку в 50 км за неделю или 300 км за месяц	
AdidasRunning	Runtastic	AdidasRunning	Runtastic
Система голосовых подсказок, подбадривающих в минуты слабости, направляющие по дистанции и оповещающие о темпе и пройденном расстоянии	Голосовые подсказки и рекомендации не переведены на русский язык, а потому некоторые Premium-функции лишены смысла	Система голосовых подсказок, подбадривающих в минуты слабости, направляющие по дистанции и оповещающие о темпе и пройденном расстоянии	Голосовые подсказки и рекомендации не переведены на русский язык, а потому некоторые Premium-функции лишены смысла
Поддержка коллекции спортивных испытаний и тренировочных форматов (от йоги до велоспорта, марафонов и пеших прогулок)	AdidasRunning игнорирует пульсометры и фитнес-браслеты и собирает неточную статистику	Поддержка коллекции спортивных испытаний и тренировочных форматов (от йоги до велоспорта, марафонов и пеших прогулок)	AdidasRunning игнорирует пульсометры и фитнес-браслеты и собирает неточную статистику
Синхронизация со сторонними сервисами (My Fitness)	Результаты сетевых испытаний некорректно	Синхронизация со сторонними сервисами (My Fitness)	Результаты сетевых испытаний некорректно

«Плюсы»	«Минусы»	«Плюсы»	«Минусы»
Pal, Suunto, Kinomap, Running Heroes, Keller Sports и Apple Health)	добавляются в таблицу лидеров, из-за чего нельзя сравнить результаты и просмотреть чужие тренировки	Fitness Pal, Suunto, Kinomap, Running Heroes, Keller Sports и Apple Health)	добавляются в таблицу лидеров, из-за чего нельзя сравнить результаты и просмотреть чужие тренировки
Встроенная трехмерная карта недавних забегов с визуализацией ландшафта и отображаемыми фотографиями и надписями		Встроенная трехмерная карта недавних забегов с визуализацией ландшафта и отображаемыми фотографиями и надписями	
Возможность добавить информацию об экипировке и наблюдать за тем, как «изнашиваются» кроссовки		Возможность добавить информацию об экипировке и наблюдать за тем, как «изнашиваются» кроссовки	

Таблица показывает, что и, по мнению пользователей сети Интернет, приложение Runtastic является одним из лучших для бега, ходьбы и других циклических активностей. Оно позволяет выбрать вид спорта, и индивидуальную программу тренировок в зависимости от физической подготовки обучающегося на основе данных о его росте, весе и, в соответствии с поставленными целями (легкая тренировка, тренировка для похудения, подготовка к забегу на большие дистанции).

Среди мобильных приложений, предоставляющих обучающий материал и индивидуальные рекомендации, чаще всего используют FitbitCoach, AdidasTraining и NikeTrainingClub.

Игровые фитнес-технологии реализованы в танцевальных и других активных видеоиграх, например, iDANCE.

Широко используются также обучающие мобильные приложения с видео- и аудиоматериалами без применения сенсорных технологий –Basketball Training, Dance TimeDeluxe и др.

Опрос также показал, что применение инновационных технологий при преподавании дисциплины «Физкультура и спорт» пока не регламентировано никакими нормативно-правовыми документами, поэтому выбор мобильных приложений для контроля за спортивными достижениями и показателями состояния здоровья обучающихся лежит только на преподавателе. Однако этот вопрос требует серьезной проработки. По мнению респондентов, необходимо закрепить использование цифровых инновационных инструментов в федеральных государственных образовательных стандартах.

О внедрении инновационных технологий в образовательный процесс мнения преподавателей физической культуры и спорта разделились.

Большинство из них считают, что использование различных цифровых приложений, помогает в проведении дистанционных занятий, может эффективно использоваться для решения конкретных задач (например, при организации и проведении фиджитал занятий), так как позволяет отслеживать динамику физической активности обучающихся и более эффективно планировать образовательный процесс. Другие – что использование различных

цифровых приложений является оправданным только при самоподготовке. Но и в этом случае они не готовы оценивать успеваемость обучающихся по дисциплине «Физическая культура и спорт» только на основании показаний мобильных приложений.

Таким образом, готовность преподавателей использовать инновационные технологии на занятиях физической культурой и спортом в ФГБОУ ВО РГГУ можно оценить, как высокую. Однако необходимо на законодательном уровне закрепить требования к использованию мобильных приложений и иных цифровых помощников в вузах, сформировать каталог приложений, рекомендованных к применению у обучающихся с разными образовательными потребностями, включая ребят с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья, разработать методические рекомендации по их применению, провести курсы повышения квалификации для преподавателей.

Все это позволит повысить уровень качества подготовки студентов, укрепит их здоровье, повысит их мотивацию к организации самостоятельных занятий по физической культуре и спорту, нацелит на регулярную двигательную активность, а также тренировки для достижения высоких спортивных результатов, оздоровит тело, закалит волю и укрепит дух.

Литература

1. Пашканг, Н. Н. Проблемы применения современных образовательных технологий в российских вузах / Н. Н. Пашканг // Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов, посвященных 55-летию кафедры организации сельскохозяйственного производства и маркетинга / ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора П.А. Костычева, Экономический факультет. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2005. – С. 98-106.

2. Смирнова М. ТОП-10 лучших приложений для бега для Android и iPhone в 2023 году. - Режим доступа: <https://maryfits.ru/prilozheniya-dlya-bega>

3. Совершенствование системы подготовки трактористов-машинистов сельскохозяйственного производства / С. Е. Крыгин, И. Д. Васильев, В. В. Утолин, Н. Е. Лузгин // Инновационный вектор развития отечественного АПК : Материалы III Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 23 ноября 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 430-435.

4. Романова, Л. В. Развитие цифровых навыков студентов в условиях цифровизации образования / Л. В. Романова, Л. В. Черкашина, Л. А. Морозова // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : материалы 74-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2023 года. - Том Часть I. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 266-271.

5. Майорова, Ж.С. Роль базовых кафедр в подготовке кадров для отрасли животноводства / Ж.С. Майорова, О.А. Карелина // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : материалы национальной научно-практической конференции. Рязань, 14 декабря 2017 года. - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П. А. Костычева, 2017. – С. 164-168.

6. Федоскина, И.В. Проблемы и перспективы развития системы российского аграрного образования / И.В. Федоскина, Н.Н. Пашканг // Образование и проблемы развития общества: сборник научных статей Международной научно-методической конференции. - 2019. - С. 148-151.

ПРОБЛЕМА УЧЕТНОЙ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВОВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ НУЖД РАСТЕНИЕВОДСТВА

Е.П. Поликарпова¹

¹ФГБОУ ВО Рязанский ГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. В основе управления и развития растениеводства на предприятии лежит, в частности, построение релевантной учетной информации о биологических активах. В статье рассмотрены требования к их учету, противоречия с традиционной учетной практикой, выработаны рекомендации для решения соответствующих проблем.

Ключевые слова: учет в растениеводстве, биологические активы, фактическая себестоимость, справедливая стоимость.

Summary. The management and development of crop production at the enterprise is based, in particular, on the construction of relevant accounting information about biological assets. The article considers the requirements for their accounting, contradictions with traditional accounting practices, and makes recommendations for solving relevant problems.

Key words: accounting in crop production, biological assets, actual cost, fair value

Построение учтено-информационного пространства хозяйственных операций в растениеводстве, отвечающего нуждам управления производственным процессом, составляет основу для его развития [1-6]. Величина биологических активов, выраженная в стоимостной оценке, необходима для соответствующей аналитической работы, формирования выводов и решений.

Понятие биологических активов нашло применение в учетной практике, исходя их международных стандартов, в которых оно представлено как «живущее животное или растение», а сельскохозяйственная деятельность подразумевает соответствующее управление их биотрансформацией и сбором готовой продукции. К ним относятся все выращиваемые растения в хозяйстве, однако плодовые культуры учитываются в составе и по правилам оценки основных средств.

У выращиваемых в качестве сельскохозяйственной продукции культур посредством биотрансформации улучшаются свойства (по этапам вегетации), в частности, размер, в связи с чем, меняется их стоимостная величина. Они выступают потребляемыми биологическими активами и в результате созревания уже в процессе вырождения от них получают готовую продукцию (например, при сборе урожая овощей, зерновых культур и т.п., валке деревьев в лесопосадке). Результатом биотрансформации плодовых культур поступает сельскохозяйственная продукция (например, виноград, чайные листья, яблоки и т.п.).

Управление биотрансформацией растений подразумевает создание необходимых условий, что предполагает осуществление сельхозпроизводителем затрат в виде потребления ресурсов, обеспечивающего как приобретение, посадку растений, так и их рост, и созревание. Для осуществления управленческих функций нужны систематизированные сведения об указанных затратах, соответственно, о фактической себестоимости как незавершенного производства (например, по всходам), так и по получаемой путем биотрансформации растений готовой продукции.

Поэтому накапливание информации о затратах и калькулирование себестоимости является неотъемлемыми процедурами бухгалтерского учета сельскохозяйственных организаций.

Традиционно в учетной практике для отражения информации о накапливаемых затратах на создание надлежащих условий для биотрансформации выращиваемых растений и получения соответствующей сельскохозяйственной продукции, соответственно,

формирования ее фактической себестоимости, предназначен специальный счет синтетического учета (шифр 20 субсчет 01).

Плодовые культуры непосредственно выступают потребляемым ресурсом в виде изнашиваемого средства труда для производства готовой продукции. Поэтому они учитываются в составе основных средств, характеризуются начислением амортизации, посредством которой их первоначальная стоимость (в частности, фактическая себестоимость предварительного приобретения, выращивания) равномерно по частям включается в затраты производства (тот же счет 20 субсчет 01), соответственно, формирует себестоимость производимой готовой продукции. Указанный порядок учета плодовых культур в составе основных средств в целом соответствует международным стандартам.

Однако нередко имеют место серьезные разногласия между традиционным порядком учета и международными правилами [7-9]. Международные стандарты бухгалтерского учета, выделяя биологические активы в обособленную учетную группу, предусматривают возможность их оценки по фактической себестоимости только в случае невозможности надежной оценке по справедливой стоимости.

Понятие справедливой стоимости также нашло применение в учетной практике, исходя из международных стандартов, и побудило возникновение множество вопросов, сложностей, вариантов указанной оценки, особенно в области сельскохозяйственной деятельности. Оценка по справедливой стоимости не предусматривает учет фактических затрат на выращивание в качестве сельскохозяйственной продукции растений.

Для ее осуществления необходим активный рынок, наличие реального покупателя, который действительно хотел бы купить именно такое растение в данных условиях и обозначил бы четко цену. Наличие указанного покупателя выступает первой проблемой оценки по справедливой стоимости. Кроме того, чтобы установить цену на конкретное растение, следует определить его принципиальные отличительные свойства, агротехнические и другие характеристики. Очевидна необходимость непосредственного, первостепенного участия агрономов и другого управленческого персонала в решении указанных вопросов.

Требования оценки активов по справедливой стоимости основывается на интересах, в первую очередь, внешних пользователей финансовой отчетности, для которых априори считается менее существенной информация о фактических затратах организации, а в приоритете – возможная стоимость продажи имущества организации.

Вместе с тем, было бы несправедливо утверждать об отсутствии внутрифирменного управленческого интереса к справедливой стоимости имущества.

Помимо международных стандартов, соответствующие требования учета биологических активов уже приняты по отношению к бюджетному учету в национальных стандартах. Для учета биологических активов предусматривается дополнительное открытие отдельных счетов синтетического учета, а также отражение возникающих при оценке по справедливой стоимости прибылей и убытков. Для коммерческих организаций, большей долей которых представлена сельскохозяйственная деятельность, на сегодняшний день действуют привычные правила учета выращивания культур в качестве сельскохозяйственной продукции по фактической себестоимости. Однако имеется проект стандарта о биологических активах, соответствующий международным требованиям.

Для обеспечения полезности учетной информации для нужд управления растениеводством в сельскохозяйственной организации, при необходимости оценки потребляемых биологических активов и готовой продукции по справедливой стоимости, важно предусмотреть комплексную и гибкую систему аналитического и синтетического учета, совмещающей возможность учета фактических затрат и оценки по справедливой стоимости. Для этого предлагается предусмотреть на традиционных счетах синтетического учета с помощью дескриптивной записи [10-14] подходящие счета аналитического учета с указанием категории БА (биологические активы) для соответствующих счетов. Пример предлагаемой организации учета представлен на рисунках 1 и 2.

3. Дикусар, Е. П. Резерв на предстоящую оплату отпусков в процессе представления учетной информации для нужд управления в сельскохозяйственной организации / Е. П. Дикусар // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 1(17). – С. 147.

4. Бакулина, Г. Н. Резерв на предстоящий интенсивный рост затрат на оплату труда / Г. Н. Бакулина, Е. П. Дикусар // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 3(7). – С. 102-106.

5. Поликарпова, Е. П. Особенности формирования резерва под снижение стоимости материальных ценностей в сельскохозяйственных организациях / Е. П. Поликарпова, Г. Н. Бакулина // Аграрная наука, творчество, рост, Ставрополь, 08–14 февраля 2013 года. Том 1. – Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2013. – С. 158-161.

6. Polikarpova, E. P. The method of charging on indirect costs and recognizing them as costs of the period in a long production cycle / E. P. Polikarpova, I. E. Mizikovskiy // Custos e Agronegocio. – 2019. – Vol. 15, No. 4. – P. 2-17.

7. Мизиковский, Е. А. Бухгалтерский учет резервов / Е. А. Мизиковский, И. Е. Мизиковский, Е. П. Поликарпова. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – 216 с.

8. Поликарпова, Е. П. Система резервирования в бухгалтерском учете сельскохозяйственных организаций : специальность 08.00.12 "Бухгалтерский учет, статистика" : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Поликарпова Елена Петровна. – Нижний Новгород, 2015. – 198 с.

9. Мизиковский, И. Е. Проблемы применения международных стандартов финансовой отчетности в российской системе бухгалтерского учета / И. Е. Мизиковский, Е. П. Поликарпова, Е. В. Провентьева // Друкеровский вестник. – 2018. – № 1(21). – С. 146-162.

10. Мизиковский, И. Е. Адаптация существующей парадигмы бухгалтерского учета к потребностям новых экономических реалий / И. Е. Мизиковский, Е. П. Поликарпова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(72). – С. 133-137.

11. Коваленко, Е. В. Проблемы цифровизации управления агротехнологиями отрасли растениеводства / Е. В. Коваленко, Л. В. Романова // Будущее науки: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества : сборник научных статей Всероссийской молодежной научной конференции : в 3 т., Курск, 30 мая 2023 года. Том 3. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 392-396.

УДК 372.8

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

И.В. Федоскина¹, Н.Н. Пашканг¹

¹ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Рассмотрена возможность использования обучающимися вузов мобильных приложений с целью повышения их мотивации к занятиям физической культурой и спортом, организации регулярных самостоятельных занятий с дозированными нагрузками и оздоровления.

Ключевые слова: физическая культура, физическое воспитание, мобильные приложения, мотивация.

Summary. The possibility of using mobile applications by university students in order to increase their motivation to engage in physical education and sports, organize regular independent exercises with dosed exercises and improve their health is considered.

Key words: physical culture, physical education, mobile applications, motivation.

В последние годы все больше возрастают требования к системе вузовского образования, которые тесно связаны с новыми подходами к профессиональной подготовке специалистов агропромышленного комплекса. Важную роль в этом процессе играет правильное использование ценностей физической культуры, цель которых - высокий уровень физического и духовного развития, крепкое здоровье и высокая двигательная подготовленность, необходимые в будущей профессиональной деятельности.

Основными задачами вузов в контексте нормативно-правовых документов сферы высшего образования по словам Р. К. Бикмухаметова, В. Л. Калмановича, И. Г. Битшева является: «формирование гражданско-патриотических основ, профессиональных векторов, а также развитие и укрепление профессионально-прикладной физической подготовки выпускника вуза, формирование у него здоровьесберегающих» [1] и здоровьесоздающих компетенций.

Одну из лидирующих позиций в решении этого вопроса занимает инновационная деятельность в сфере физической культуры и спорта.

В настоящий момент времени во многих странах мира происходит процесс инновационной трансформации, применение инноваций и цифровых технологий, таких как: высокоинтеллектуальные системы, искусственный интеллект и сквозные технологии [2]. Данные технологии позволяют повысить экономическую эффективность хозяйственной и общественной деятельности, что, в свою очередь, ведет к улучшению физической активности здоровья молодежи, увеличению экономического ресурса государства и благосостояния граждан.

Локдаун 2020 года в период распространения коронавирусной инфекции в России привел к экстренному переносу очных занятий из образовательных учреждений на цифровые платформы дистанционного обучения. Однако практико-ориентированные и прикладные дисциплины, в том числе и «Физическая культура и спорт», преподаваемые дистанционно через цифровые платформы Microsoft teams, Zoom, Skype, учебную среду Moodle и др. оказались малоэффективными. Одни из них - позволяют эффективно создавать и загружать файлы с заданиями, тестами, прикреплять ответы студентов, курсовые работы, проекты и прочие письменные работы, а также аудио- и видеофайлы. Другие более ориентированы на проведение интерактивных занятий (вебинары, лекции, семинары и т.п.). Однако ни одна из них в полной мере не позволяет оценить уровень освоения дисциплины «Физическая культура и спорт», а именно проверить сформированность двигательных умений и навыков обучающихся, степень развития их физических способностей, позволить преподавателю следить за поддержанием и повышением уровня физического здоровья обучающихся. А это – базовые задачи физического воспитания. Система дистанционного обучения студентов по дисциплине «Физическая культура и спорт» должна обеспечить возможность своевременного текущего контроля за занятиями студентов. Занятия должны быть регулярными, с постепенно возрастающими нагрузками, с возможностью реализации индивидуального подхода к каждому обучающемуся, в т.ч. с ограниченными возможностями здоровья.

Мы согласны с тем, что теоретические знания по дисциплине «Физическая культура и спорт» студенты могут получить дистанционно. Однако при реализации практической подготовки, на которую отводится большая часть учебного времени, появляются значительные трудности [3]. К ним можно отнести следующие:

- 1) Технические.

- не у всех дома есть несколько компьютеров (ноутбуков), чтобы в одно и то же время могли бы заниматься и обучающийся, и родители (работать дистанционно), и братья (сестры);
- если обучающийся имеет возможность выхода в Интернет только с телефона, то сложно представить, как сам студент, занимающийся физической культурой и спортом, сможет свои занятия записать на видео без посторонней помощи;
- возможны также перебои с Интернет-соединением или его отсутствие;
- низкая скорость Интернет-соединения может негативно отражаться на качестве демонстрируемых упражнений. Обучающимся может быть непонятна из-за этого технология выполнения упражнений;
- далеко не всегда можно настроить фокус камеры на все то пространство, где обучающийся выполняет физические упражнения.

2) Пространственные.

- не все обучающиеся имеют возможность дома перед веб-камерой выполнять физические упражнения по причине отсутствия свободного пространства для этого;
- если есть возможность принимать участие в занятии физической культурой синхронно с преподавателем, то также не всегда может быть возможность у обучающегося выполнять физические упражнения, поскольку другие члены семьи также могут работать или заниматься дистанционно (вести переговоры по работе, отвечать на вопросы по учебе и др.) в пространстве того же помещения.

3) Временные.

- студент и преподаватель могут проживать в населенных пунктах, расположенных в разных часовых поясах. При этом когда днем преподаватель ведет занятие, у студента в это время может быть поздний вечер или ночь;
- если есть возможность принимать участие в занятии физической культурой только асинхронно с преподавателем, то своевременно проконтролировать неправильное выполнение студентом упражнения становится невозможным. А это чревато травмами и другими опасными для здоровья, обучающегося ситуациями;
- преподавателю невозможно дистанционно осуществлять одномоментный контроль за занятиями студентов большой группы обучающихся и др.

Таким образом, на начало 2021 года образовательные организации испытывали существенный недостаток в инновационных, в т.ч. цифровых образовательных технологиях в физическом воспитании.

Ответом на этот вызов можно считать появление разного рода мобильных приложений: для бега, занятий фитнесом, геокешинга (спортивное ориентирование в играх), бодибилдинга, разработки программ упражнений и др. В сети Интернет можно найти упоминание о множестве приложений, рекомендуемых для занятий физической культурой и спортом. Например, М. А. Лобанова делит все приложения на четыре группы: «трекеры, персональные тренеры, Exergames, обучающие приложения» [4].

Трекеры отслеживают с помощью встроенного датчика GPS и иных датчиков либо внутренних (самого смартфона – например, акселерометр), либо внешних (например, пульсометр) параметры циклических активностей. К приложениям этой группы можно отнести Strava, Runtastic, Adidas Running, Nike Run Club, GoogleFit, Runkeeper, AppleHealth и др.

Так, мобильное беговое приложение Strava позволяет определить маршрут, расстояние, и скорость человека, занимающегося оздоровительной ходьбой, бегом, катанием на велосипеде, лыжах и проч. По анализу рынка мобильных приложений Г. А. Степанов делает вывод: «функционал приложения позволяет в необходимой степени регламентировать физическую нагрузку для студентов с разным уровнем физической подготовленности и состояния здоровья» [5].

Персональные тренеры — такие приложения, которые предоставляют обучающий материал и индивидуальные рекомендации, чаще всего направленные на развитие силовых способностей. К ним можно отнести: Fitbit Coach, Adidas Training, Workout Trainer, Nike Training Club, Unagrande Йога Клуб и др.

Например, индивидуальная программа Fitbit Coach (для смартфонов, смарт-часов, Windows 10 и Xbox One) помогает составить комплекс тренировок таким образом, чтобы «правильно распределить рацион и энергию для предельно высокой продуктивности» [6]. Имеется бесплатный контент программы, позволяющий заниматься 1 раз в неделю по 10-20 минут, и платный, включающий программу похудения (4 занятия в неделю по 30-50 мин.) и поддержания спортивной формы, использующий технологию «face-to-face», т.е. видеозанятия с тренером (6 раз в неделю по 10-15 мин.). Кроме того, платный контент позволяет выводить на экран телевизора или монитор компьютера показатели состояния спортсмена: пульс и «объективная оценка состояния организма встроенным интеллектом» [6].

Технология «Exergames» (фитнес-игры) реализуется посредством активного участия в видеоигре. Датчики, зафиксированные на теле или в смартфоне (GPS, гироскоп, акселерометр) регистрируют движения человека. Например, игра iDANCE, в которой несколько человек могут играть вместе, игра T-wall, в которой задачей игрока является отключение света быстрым касанием при его появлении на стене, интерактивное поле для баскетбола House of Mamba и др.

Так, с помощью приложения iDANCE можно изучить 12 стилей популярных танцев, а для разминки выполнить ряд силовых упражнений.

Последняя группа мобильных приложений обучающие. Они включают видео- и аудиоматериалы. Сенсорные технологии здесь практически не используются. К ним можно отнести Basketball Training, Dance Time Deluxe, Pocket Salsa и др.

Например, приложение Basketball Training - виртуальный тренер- представляет большое количество различных упражнений для тренировки рук, ног, отработки броска, передач, и проч. Видеоуроки содержат пошаговые инструкции, позволяющие понять технику и освоить навыки, необходимые для игры в баскетбол.

В настоящее время локдаун закончился, но потребность в использовании инновационных технологий в физическом воспитании с каждым годом возрастает. Назрела необходимость разработки профессиональной базы данных приложений по физической активности для обучающих целей, включая отечественные разработки. Университеты должны иметь каталоги лицензионных приложений для мобильных средств по физической культуре и спорту. А студентам они должны быть доступны как учебные материалы в электронных библиотечных системах. И в образовательные стандарты необходимо внести требования о наличии таких виртуальных средств, доступных для обучающихся с разными образовательными потребностями, в т.ч. и для обучающихся с инвалидностью (в разрезе нозологий) [7].

Стремительное развитие инновационных технологий в сфере спорта и физического воспитания в целом, необходимость включения их в образовательный процесс, требует соответствующего повышения квалификации профессорско-преподавательского состава вузов. Преподавателям дисциплины «Физическая культура и спорт» теперь недостаточно только поддерживать себя в спортивной форме, необходимо еще хорошо разбираться в мобильных приложениях и других инновационных технологиях и инструментах.

Использование мобильных приложений повысит мотивацию к занятиям физической культурой и спортом, будет способствовать оздоровлению обучающихся, позволит сделать занятия регулярными, с дозированными нагрузками. Это повысит функциональные возможности всех систем организма, будет способствовать замедлению развития хронических заболеваний и станет залогом будущих успехов в профессиональном труде.

Литература

1. Бикмухаметов, Р. К. Роль кафедры физического воспитания в формировании образовательного физкультурно-оздоровительного пространства университета / Р. К. Бикмухаметов, В. Л. Калманович, И. Г. Битшева // Наука и спорт: современные тенденции. – 2022. – Т. 10, № 2. – С. 101-108.
2. Пашканг, Н. Н. Кадровый потенциал на пути перехода России к инновационной экономике / Н. Н. Пашканг // Развитие народного хозяйства в России и за рубежом : Сборник материалов всероссийской научно - практической конференции, Иваново, 12 мая 2011 года. – Иваново: Научная мысль, 2011. – С. 43-52.
3. Пашканг, Н. Н. Проблемы применения современных образовательных технологий в российских вузах / Н. Н. Пашканг // Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов, посвященных 55-летию кафедры организации сельскохозяйственного производства и маркетинга / ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора П.А. Костычева, Экономический факультет. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2005. – С. 98-106.
4. Лобанова, М. А. Актуальность использования мобильных приложений для занятий физической культурой / М. А. Лобанова. — Текст : непосредственный // Исследования молодых ученых : материалы XXXI Междунар. науч. конф. (г. Казань, январь 2022 г.). — Казань : Молодой ученый, 2022. — С. 61-65. — URL: <https://moluch.ru/conf/stud/archive/416/16954/>
5. Степанов, Г. А. Мобильное беговое приложение Strava как платформа для дистанционного обучения по физической культуре / Г. А. Степанов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2022. — № 2 (397). — С. 253-255. — URL: <https://moluch.ru/archive/397/87876/>
6. Fitbit Coach что это такое: Заглавие с экрана. Режим доступа: <https://gradientr.com/fitbit-coach-что-это-такое.html>
7. Пашканг, Н. Н. Направления совершенствования стратегии работы с инвалидами в образовательных организациях аграрного профиля / Н. Н. Пашканг, И. Г. Кошкина, С. А. Кистанова // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2016. – № S2. – С. 7.
8. Федоскина, И.В. Проблемы и перспективы развития системы российского аграрного образования / И.В. Федоскина, Н.Н. Пашканг // Образование и проблемы развития общества : сборник научных статей Международной научно-методической конференции. - 2019. - С. 148-151.

СЕКЦИЯ
«ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ»

УДК 623.437.3.093; 629.03; 629.36

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАНСМИССИИ ИНТЕГРАЛЬНОГО КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА

Р.Ю. Добрецов¹, С.А. Войнаш²

¹ ФГАОУ ВО СПбПУ, г. Санкт-Петербург, РФ

² Казанский федеральный университет, г. Казань, РФ

Аннотация. Рассмотрен вопрос модернизации колесного трактора путем организации полностью реверсивной трансмиссии на основе серийно выпускаемых узлов и агрегатов.

Ключевые слова: транспортное средство, трансмиссия, планетарные передачи, подвижность, управляемость, устойчивость.

Summary. The issue of modernizing a wheeled tractor by organizing a fully reversible transmission based on mass-produced components and assemblies was considered.

Key words: vehicle, transmission, planetary gears, mobility, controllability, stability.

Тенденция максимального применения при производстве интегральных тракторов серийно выпускаемых узлов и агрегатов определена экономической целесообразностью унификации конструкций транспортно-тяговых машин.

Интерес к интегральным тракторам определен их потенциально большей производительностью, что может быть реализовано за счет увеличения числа операций за один проход и снижением времени на монтаж навесного оборудования и агрегатирование с прицепными орудиями.

Для эффективного использования этих преимуществ желательно увеличить долю автоматизации выполнения операций, улучшить обзорность с места оператора и маневренность, обеспечить реверсивность трансмиссии.

Рис. 1 иллюстрирует состав типичной трансмиссии, используемой на интегральном двухосном колесном тракторе. Цифрами обозначены: 1 – подвод мощности от двигателя; 2 – соединительный механизм; 3 – коробка перемены передач; 4 – распределительный механизм; 5 – карданная передача; 6 – редуктор ведущего моста; 7 – полуоси (с ШРУС и без); 8 – колесный редуктор; 9 – ведущий мост; 10 – отвод мощности к ведущему колесу.

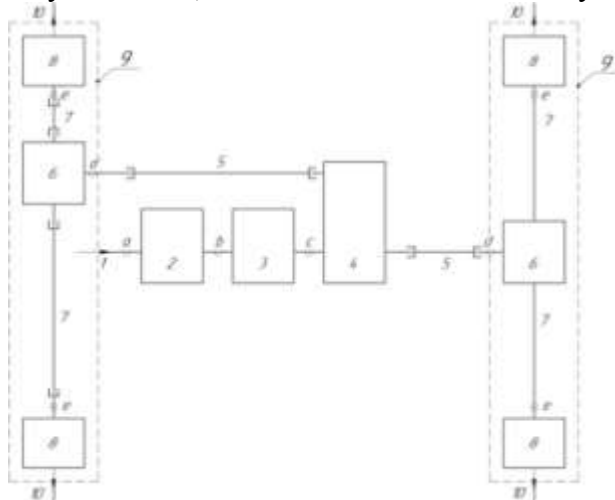


Рисунок 1– Топология трансмиссии полноприводного двухосного колесного трактора

В зависимости от особенностей компоновки, монтаж дополнительного узла, отвечающего за реверсирование, возможен в точках *a-e*. Очевидно, что с точки зрения минимизации нагрузок на реверс-редуктор и, как следствие, снижения его габаритных размеров, целесообразно установить его в точке *a*.

При этом редуктор будет «симметричным», позволяя реализовать передаточные отношения, равные ± 1 .

Примеры таких конструкций приведены в приложении к учебному пособию [1].

Однако обычно двигатель на серийном шасси трактора фланцуется с соединительным механизмом и подобное вмешательство в конструкцию невозможно без переноса точек крепления агрегатов и изменения положения центра тяжести машины.

Поэтому предлагается рассмотреть опыт смежной отрасли: применительно к шасси гусеничных машин предложены концепции реверс-редукторов, устанавливаемых в точках *d,e* (см., например, статьи [2,3]).

Такие конструкции совмещают функцию механизма реверса и ступени главной передачи. Причем реверс-редуктор, устанавливаемый в точке *e* может быть «несимметричным»: передаточное отношение ступени реверса может отличаться от передаточного отношения ступени прямого хода (это делается, чтобы обеспечить поворот с нулевым радиусом для гусеничной машины, имеющей бортовые коробки передач).

Абсолютное большинство реверс-редукторов являются планетарными или вально-планетарными и при их проектировании и изготовлении можно применять методики и технологии, апробированные при разработке планетарных передач для гусеничных и колесных машин (см., например, [1,4,5,6,7] и др.).

На рис. 2 показана упрощенная кинематическая схема реверс-редуктора, функционально замещающего главную передачу и дифференциал в редукторе ведущего моста. Используются обозначения: $T_{1,R}$ – тормоза планетарных механизмов; $k_{0,1,R}$ – внутренние передаточные отношения простых планетарных механизмов.

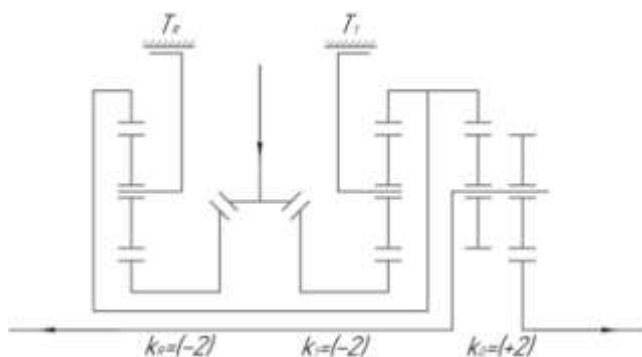


Рисунок 2– Упрощенная схема реверс-редуктора для ведущего моста

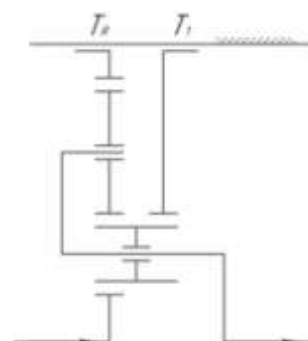


Рисунок 3 – Упрощенная схема реверс-редуктора для полуоси

При включении одного из тормозов задействованный планетарный механизм работает, как понижающая ступень главной передачи и реализует передаточное отношение по модулю равное 3. Другой ряд работает вхолостую, что определяет постоянные потери в таком узле.

Шестерни рядов можно выполнить косозубыми и сориентировать таким образом, чтобы частично скомпенсировать осевую нагрузку, возникающую при работе первой ступени главной передачи.

Планетарный механизм с кинематическим параметром, равным (+2) выполняет функции простого (симметричного) дифференциала.

В таком механизме шестерни предпочтительно выполнить прямозубыми, чтобы минимизировать осевые нагрузки на подшипники опор.

На рис. 3 приведен пример реверс-редуктора, устанавливаемого в точке *e*.

С целью снижения неподдресоренных масс реверс-редуктор не следует вводить в конструкцию колеса (по аналогии с мотор-колесом или интегрированным в ведущее колесо бортовым редуктором на гусеничной машине).

Реверс редуктор интегрируется на место колесного редуктора в составе заднего моста.

Можно также пересмотреть конструкцию ведущего моста и разместить главную передачу и реверс-редуктора на раме трактора, а передачу вращающего момента на колеса обеспечить через полуоси с ШРУС.

Такой реверс редуктор также можно выполнить симметричным.

Присвоим входному звену индекс 0, выходному – индекс x .

На основе уравнения кинематики для простого планетарного механизма (см. публикации [1,4-7] и др.) составим систему уравнений, описывающих работу реверс-редуктора, формально являющегося сложным четырехзвенным механизмом:

$$\begin{cases} \omega_0 = k_1 \omega_1 + (1 - k_1) \omega_x \\ \omega_0 = k_R \omega_R + (1 - k_R) \omega_x \end{cases}.$$

Кинематические параметры, описывающие эквивалентные простые механизмы в этой системе уравнений: $k_R > 0$, а $k_1 < 0$.

Включение тормоза налагает дополнительное уравнение связи, в результате чего система становится статически определимой и позволяет получить значение передаточного отношения на выбранном режиме:

$$u_1 = \left. \frac{\omega_0}{\omega_x} \right|_{\omega_1=0} = (1 - k_1) \text{ и } u_R = \left. \frac{\omega_0}{\omega_x} \right|_{\omega_R=0} = (1 - k_R).$$

Поскольку реверс-редуктор решено выполнить «симметричным», понадобится обеспечить выполнение равенства $u_R = -u_1$, для чего необходимо обеспечить $k_R = 2 - k_1$.

Тогда, задавая значение $k_1 = (-1,6)$ и получив передаточное отношение прямого хода $u_1 = (2,6)$, подбирает значение $k_R = (+3,6)$, что позволит реализовать $u_R = (-2,6)$. Механизм с такими параметрами представляется возможным изготовить и обеспечить для него приемлемую долговечность. В практике машиностроения успешно используются бортовые редукторы с кинематическим параметром $-4,5$.

Проектирование и производство реверс-редукторов может быть полностью локализовано в Российской Федерации с использованием технологий, разработанных в отечественном транспортном машиностроении (см. [4,5] и др.).

Литература

1. Филичкин, Н.В. Анализ планетарных коробок передач транспортных и тяговых машин. Учебное пособие. Компьютерная версия, исправленная и дополненная/ Н.В. Филичкин.– Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2008. – 178 с.

2. Выбор и анализ кинематической схемы бортового реверс-редуктора / А. П. Чайкин, А. В. Лозин, Я. А. Фимушин, Р. Ю. Добрецов // Транспортные системы : сборник материалов Международной научной онлайн-конференции для молодых ученых и аспирантов, Санкт-Петербург, 29 ноября 2022 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2023. – С. 62-68.

3. Реверс-редуктор для трансмиссий машин с бортовым способом управления поворотом / Р. Ю. Добрецов, А. В. Лозин, А. П. Чайкин, Я. А. Фимушин // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации : Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, приуроченной к проведению в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий, Омск, 24–25 ноября 2022 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный

университет (СибАДИ), 2022. – С. 9-12.

4. Шеломов, В.Б. Проектирование наземных транспортно-технологических машин. Планетарные коробки передач: учебное пособие / В. Б. Шеломов; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 31 с.

5. Харитонов, С.А. Автоматические коробки передач / С.А. Харитонов. – Москва: ООО «Издательство Аристель», ООО «Издательство АСТ», 2003. – 335 с.

6. Расчет и конструирование гусеничных машин: Учебник для вузов / Н.А. Носов, А.П. Харченко, В.Д. Галышев; Под ред. Н.А. Носова. – Ленинград: Машиностроение, 1972. – 559 с.

7. Поршневу, Г.П. Проектирование автомобилей и тракторов. Конструирование и расчет трансмиссий колесных и гусеничных машин: учебное пособие / Г.П. Поршневу. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 126 с.

8. Анализ динамики трактора с упругими звеньями в трансмиссии / О. О. Максименко, Е. С. Семина, И. В. Чивилева, П. В. Милониди // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития : материалы Всероссийской студенческой научно- практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 272-280.

УДК 338.47

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

С.А. Кистанова¹, Н.Н. Пашканг¹, А.Б. Мартынушкин¹, В.В. Терентьев¹, М.В. Поляков¹
¹ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ

Аннотация. Приведен анализ текущего состояния транспортного комплекса России на основании на данных Федеральной службы государственной статистики. Представлена динамика основных показателей транспортной комплекса Российской Федерации. Даны основные направления развития транспортного комплекса Российской Федерации.

Ключевые слова: транспорт, грузооборот, транспортный комплекс, развитие транспортного комплекса.

Summary. The analysis of the current state of the Russian transport complex is based on data from the Federal State Statistics Service. The dynamics of the main indicators of the transport complex of the Russian Federation is presented. The main directions of development of the transport complex of the Russian Federation are given.

Key words: transport, cargo turnover, transport complex, development of the transport complex.

Транспорт в России является неотъемлемой частью производственной и социальной инфраструктуры. Он занимает особое место в народном хозяйстве страны. Его историческая, экономическая, социальная и политическая роль огромна. Именно он обеспечивает экономическую целостность огромного государства, позволяет связывать все регионы страны в единое целое, служит одной из основ национальной безопасности. Кроме того, транспорт позволяет организовывать международные связи, налаживать взаимовыгодные экономические взаимоотношения, оказывать гуманитарную помощь в случае возникновения чрезвычайных ситуаций [1, 2, 3].

В таблице 1 представлена динамика основных показателей функционирования транспортного комплекса Российской Федерации с 2015 по 2022 годы.

В 2022 году грузооборот транспорта составил 5582 млрд. т-км, что на 9,3% выше аналогичного показателя 2015 года. Наибольший рост объемов грузооборота за анализируемый период произошел по автомобильному транспорту – на 27,13% и железнодорожному – на 14,40%. Грузооборот водного транспорта также имеет тенденцию к увеличению: морского – на 7,1%, внутреннего водного - на 6,25%. Отрицательную динамику грузооборота можно было наблюдать по воздушному транспорту - сокращение на 50%.

Анализ структуры грузооборота по видам транспорта по Российской Федерации с 2015 по 2022 годы показал, что наибольшую долю занимал грузооборот железнодорожного и трубопроводного транспорта. Так, в 2022 году она составляла 47,2% и 45,1%, соответственно. На автомобильный и водный транспорт приходилась незначительная доля – 5,6% и 2%, а доля грузооборота воздушного транспорта составляла лишь 0,05%.

Таблица 1 – Основные показатели деятельности транспортного комплекса*

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 в % к 2015 г.
Грузооборот по видам транспорта по Российской Федерации, млрд. т-км									
Транспорт - всего	5 108	5 198	5 488	5 635	5 678	5 401	5 713	5 582	109,28
в том числе:									
железнодорожный	2 306	2 344	2 493	2598	2602	2545	2639	2638	114,40
автомобильный	247	248	255	259	275	272	297	314	127,13
трубопроводный	2 444	2 489	2 615	2668	2686	2470	2653	2515	102,91
морской	42	43	50	37	41	43	44	45	107,14
внутренний водный	64	67	67	66	66	64	71	68	106,25
воздушный	5,6	6,6	7,9	7,8	7,4	7,1	9,2	2,8	50,00
Перевозки грузов по видам транспорта по Российской Федерации, млн. т									
Транспорт - всего	7 898	7 954	8 073	8 265	8 426	7 960	8 263	8 779	111,15
в том числе:									
железнодорожный	1 329	1 325	1 384	1 411	1 399	1 359	1 404	1 351	101,66
автомобильный	5 357	5 397	5 404	5 544	5 735	5 405	5 582	6 211	115,94
трубопроводный	1 071	1 088	1 138	1 169	1 159	1 061	1 141	1 073	100,19
морской	19	25	26	23	23	25	23	28	147,37
внутренний водный	121	118	119	116	108	109	110	116	95,87
воздушный	1,0	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,6	0,7	70,00
Перевозки пассажиров по видам транспорта общего пользования по Российской Федерации, млн. чел.									
Транспорт - всего	19 095	18 645	18 439	18 114	17 826	12 493	13 696	14 437	75,61
в том числе:									
железнодорожный	1 025	1 040	1 121	1 160	1 201	876	1 059	1 143	111,51
автобусный	11 523	11 296	11 185	10 912	10 637	7 695	8 031	8 458	73,40

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 в % к 2015 г.
трамвайный	1 478	1 397	1 327	1 259	1 240	889	992	999	67,59
троллейбусный	1 616	1 483	1 376	1 263	1 148	760	808	831	51,42
метрополитен	3 336	3 312	3 298	3 381	3 451	2 189	2 680	2 898	86,87
морской	10	13	12	8	6	5	5	3	30,00
внутренний водный	14	13	13	12	11	8	9	9	64,29
воздушный	94	91	108	118	131	71	112	96	102,13
Пассажиروоборот по видам транспорта общего пользования, млрд пасс.-км									
Транспорт - всего	529,7	519,4	560,2	593,6	635,2	357,1	492,7	508,3	95,96
в том числе:									
железнодорожный	120,6	124,6	123,1	129,5	133,6	78,6	104,2	124,0	102,82
автобусный	126,3	124,3	123,4	122,5	122,5	88,4	101,1	109,1	86,38
трамвайный	4,8	4,6	4,3	3,9	3,8	2,8	3,1	3,1	64,58
троллейбусный	6,0	5,5	5,2	4,7	4,2	2,9	3,1	3,1	51,67
метрополитен	44,6	44,1	44,1	45,4	47,4	30,7	37,5	40,4	90,58
морской	0,06	0,09	0,08	0,06	0,05	0,03	0,04	0,03	50,00
внутренний водный	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,2	0,4	0,6	120,00
воздушный	226,8	215,6	259,4	286,9	323,0	153,5	243,3	228,0	100,53

* - все таблицы и рисунки построены по данным Федеральной службы государственной статистики [4]

Объем перевозок грузов в транспортном комплексе в 2022 году составил 8,8 млрд. тонн (+11,15% к уровню 2015 года). Рост показателя наблюдается на автомобильном транспорте почти на 16%, морском – на 47% в связи с постепенным преодолением негативных последствий, вызванных санкционным давлением со стороны недружественных стран, переориентацией грузоперевозок на Восток и в Азию, освоением новых маршрутов и транспортного коридора «Север – Юг». Снижение показателя наблюдается на воздушном на 30%, внутреннем водном на 4,13% транспорте.

Ощутимыми факторами стали взаимное закрытие воздушного пространства с недружественными странами и запрет ввоза (вывоза) ряда товаров из недружественных стран (преимущественно из стран Европейского союза).

Объем перевозок пассажиров на транспорте общего пользования (с учетом оценки объема городского электрического транспорта) в 2022 году по сравнению с 2021 годом увеличился на 5,4%, пассажируоборот транспорта общего пользования вырос на 3,2% и составил 508 млрд. пасс. - км.

Объем перевозок пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования в 2022 году составил 1 143 млн. человек (+11,5 % к уровню 2015 года), пассажируоборот – 124 млрд. пасс. - км (+2,82%).

В 2022 году внутренним водным транспортом выполнен пассажируоборот в размере 0,6 млрд. пасс. км (+20% к уровню 2015 года), объем перевозок пассажиров составил 9 млн. человек (-35,71% к уровню 2015 года). На морском транспорте объем перевозок составил 3 млн. человек (-70% к уровню 2015 года), пассажируоборот – 0,03 млрд. пасс. - км.

Объем перевозок пассажиров на воздушном транспорте за 2022 год составил 96 млн. человек (86% к уровню 2021 года), при этом 78 млн. человек (около 82% от общего объема перевозок) перевезено на внутренних воздушных линиях.

Объем перевозок пассажиров автомобильным (автобусным) транспортом общего пользования по маршрутам регулярных перевозок за 2022 год составил 8 458 млн. человек (+5,3% к уровню 2021 года), пассажирооборот – 109,1 млрд. пасс. км (+8% к уровню 2021 года).

По оценке Росстата, метрополитеном перевезено 2 898 млн. человек (+8,1% к уровню 2021 года), пассажирооборот составил 40,4 млрд. пасс. - км (+7,7% к уровню 2021 года).

Объем перевозок пассажиров трамвайным транспортом за 2022 год составил 999 млн. человек (+0,7% к уровню 2021 года), пассажирооборот – 3,1 млрд. пасс. - км (100%). Объем перевозок пассажиров троллейбусным транспортом за 2022 год - 831 млн. человек (+2,8% к уровню 2021 года), пассажирооборот – 3,1 млрд. пасс. - км (100%).

На рис. 1 показано изменение количества грузовых транспортных средств в РФ за 2015-2022 гг.



Рисунок 1 - Изменение количества грузовых транспортных средств в РФ за 2015-2022 гг. (без субъектов малого предпринимательства)

Данные показывают, что с 2015 г. по 2022 г. произошел рост количества грузовых транспортных средств, находящихся в собственности граждан на 3,2% и их сокращение в организациях всех видов экономической деятельности (без субъектов малого предпринимательства).

Произошел стремительный рост рабочего парка груженых железнодорожных вагонов (в среднем в сутки). Так, если в 2015 г. он насчитывал 327 тыс. шт., то уже в 2022 г. – 446 тыс. шт. (на 36,4%).

На рисунке 2 представлена динамика изменения количества пассажирских транспортных средств в РФ за 2015-2022 гг.

Данные рис. 2 показывают, что за анализируемый период произошел рост только количества легковых автомобилей – на 14,4% (с 44253 тыс. шт. в 2015 г. до 50609 тыс.шт. в 2022 г.) и вагонов метро – на 21,6% (с 7,4 тыс. шт. до 9 тыс. шт., соответственно). Количество трамвайных вагонов, автобусов общего пользования и троллейбусов сократилось на 7,5% (600 шт.), 20,7% (36 тыс.шт.) и 25,5% (2,6 тыс.шт.).

При этом следует отметить положительную тенденцию [5] сокращается количество транспортных средств городского электрического транспорта сроком эксплуатации свыше 20 лет. Так, если в 2015 г. доля трамвайного транспорта, находящегося в эксплуатации свыше 20 лет составляла 69,5%, троллейбусного транспорта – 27,7%, а метрополитена – 55,3%, то на конец 2022 г. она составила 57,4%, 20,7% и 31,9%, соответственно.

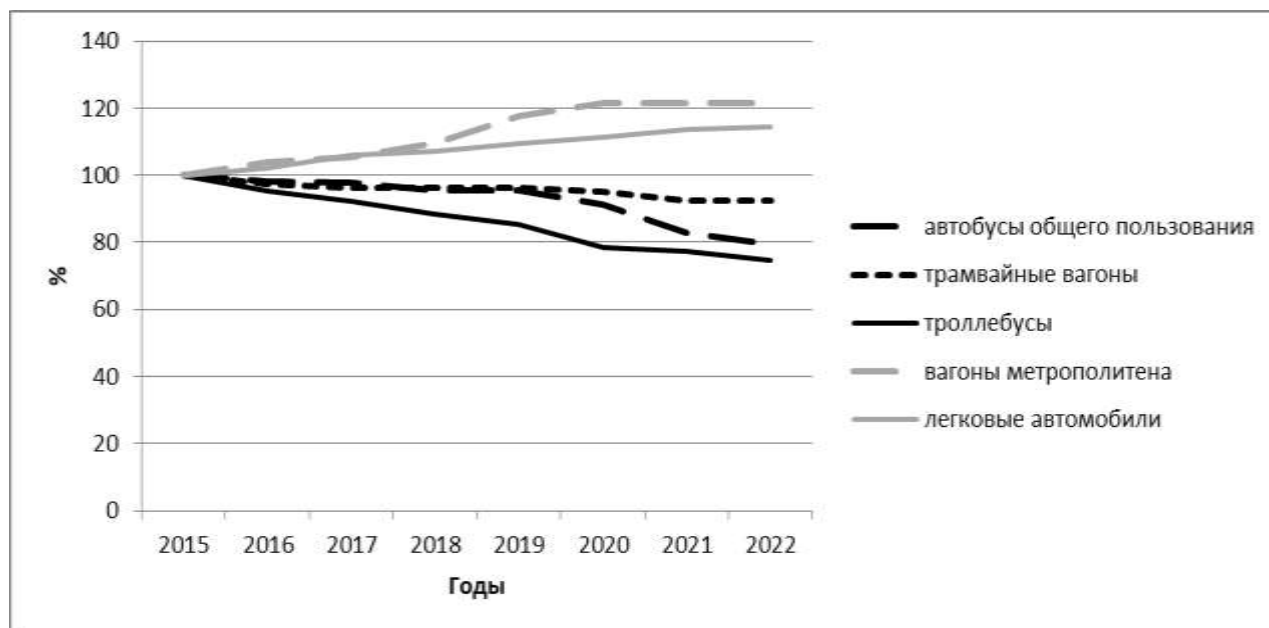


Рисунок 2 – Динамика изменения количества пассажирских транспортных средств в РФ за 2015-2022 гг.

В таблице 2 приведена динамика протяженности путей сообщения по РФ за 2015-2022 гг. По данным таблицы видно, что эксплуатационная длина трамвайных путей и троллейбусных линий сократилась за исследуемый период на 4% и 17%, соответственно.

В настоящее время из городов стали «уходить» трамваи и троллейбусы. К причинам сложившейся ситуации можно отнести замену их на электробусы в Москве и крупных городах, высокий износ инфраструктуры, обслуживающей работу электротранспорта, снижение пассажиропотока на них (по количеству маршрутов трамваи и троллейбусы уступают «маршруткам», поэтому ими пользуются в основном льготники), низкая маневренность при дорожно-транспортных работах и происшествиях, стремительный рост количества личного автотранспорта, мешающий развитию общественного транспорта, недостаток финансирования.

Таблица 2 – Динамика протяженности путей сообщения по РФ за 2015-2022 гг.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022 г. к 2015 г., %
Эксплуатационная длина железнодорожных путей общего пользования	86,3	86,4	86,5	86,6	87,0	87,0	87,0	87,0	100,8
Протяженность автомобильных дорог общего пользования	1 480,5	1 498,5	1 507,8	1 531,6	1 542,2	1 553,7	1 566,1	1 575,6	106,4
Эксплуатационная длина трамвайных путей	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	96,0
Эксплуатационная длина троллейбусных линий	5,3	5,3	5,2	5,1	5,1	4,5	4,4	4,4	83,0
Эксплуатационная длина путей метрополитена	0,517	0,532	0,542	0,582	0,602	0,616	0,633	0,632	122,2

В то же время, в европейских странах, ликвидировавших городской электротранспорт, наблюдается обратная тенденция: возвращение от электробусов к трамваям и троллейбусам, поскольку электробусы требуют подзарядки на конечных остановках, что вызывает перебои в движении, особенно в холодный период года, а для отопления салона предусмотрен даже дизельный двигатель, снижающий экологичность электробуса. Также им необходима замена и утилизация аккумуляторов (а они относятся к классу опасных отходов). А новые технологии позволяют при использовании выделенной линии [6] перемещаться на более высоких скоростях, чем электробусы и «маршрутки» и с высоким уровнем безопасности.

В 2015 - 2022 годах реализовался ряд рисков в российской и мировой экономике, среди которых общее замедление роста мировой экономики, ставшее результатом глобальных торговых конфликтов, колебания спроса на энергоресурсы. Среди возможностей, открывшихся за данный период, особо выделяется рост рыночных моделей перевозок, основанных на современных цифровых платформенных решениях.

Важнейшим фактором влияния на транспортную отрасль стала пандемия новой коронавирусной инфекции (COVID-19), приведшая к шоковому сжатию спроса в одних сегментах рынка (пассажирские перевозки) и способствовавшая развитию других (транзитные контейнерные перевозки, грузовые воздушные перевозки, онлайн - торговля).

Несмотря на реализацию ряда значимых проектов по развитию транспортной инфраструктуры и проведение масштабных объемов ремонтных работ, в России все еще сохраняется сложившееся отставание в уровне обеспеченности транспортной сетью от развитых стран. При этом развитые страны имели возможность вкладывать в свою транспортную инфраструктуру относительно больше ресурсов, из-за чего при улучшении абсолютной обеспеченности в Российской Федерации нарастает относительное отставание.

Основные проблемы и инфраструктурные вызовы транспортного комплекса представлены на рисунке 3.

Задачи повышения мобилизационной готовности транспорта также сохраняют свою актуальность, в том числе обновление существующего и закупка нового железнодорожного подвижного состава (железнодорожных платформ, необходимых как в мирное, так и в военное время) для перевозки военной колесной и гусеничной техники.

Приоритетной проблемой остается, и совершенствование нормативно-правового обеспечения развития транспортной системы, и рынка транспортных услуг в части обеспечения мобилизационной подготовки транспортных организаций и выполнения ими военно-транспортной обязанности.



Рисунок 3 - Общие проблемы и ключевые инфраструктурные вызовы транспортного комплекса

В условиях цифровой трансформации транспортного комплекса возрастает роль систем информационной безопасности, обеспечивающих защиту информационных ресурсов и цифровых сервисов транспортной системы, критически важных для бесперебойного функционирования различных видов транспорта.

Исходя, из текущего состояния транспортной отрасли были определены следующие направления развития транспортного комплекса Российской Федерации на перспективу [7]:

- разработка технологий, позволяющих реализовать высокоскоростное движение, в т.ч. использование технологий будущего;
- разработка и внедрение беспилотных технологий на транспорте;
- ввод в широкую эксплуатацию поездов, использующих магнитные подвесы;
- цифровизация системы управления транспортным комплексом, позволяющая осуществлять автоматизированный сбор и обработку данных в режиме реального времени;
- разработка проектов по строительству высокоскоростных магистралей;
- широкое внедрение систем контроля и управления транспортным комплексом с использованием спутников;
- развитие международных транспортных коридоров и др.

Литература

1. Кистанова С.А. Экономический и социальный эффекты: оценка качества автотранспортного обслуживания / С.А. Кистанова, М.В. Поляков, А.Б. Мартынушкин // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2023): сборник научных статей 15-й Международной науч.-техн. конференции. - Курск: ЮЗГУ, 2023. – С. 89-94.

2. Мартынушкин А.Б. Экономико-социальная эффективность работы автотранспорта: критерии и показатели / А.Б. Мартынушкин, С.А. Кистанова, М.В. Поляков // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2023): сборник научных статей 15-й Международной научно-технической конференции. - Курск: ЮЗГУ, 2023. – С. 147-151.

3. Поляков М.В. Формирование алгоритма оценки социально-экономической эффективности автотранспортных перевозок / М.В. Поляков, А.Б. Мартынушкин, С.А. Кистанова // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2023): сборник научных статей 15-й Международной науч.-техн. конф. - Курск: ЮЗГУ, 2023. – С. 178-182.

4. Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport>

5. Влияние технического состояния основных фондов на эффективность их использования / А.В. Кривова и др. // Инновационные научно-технологические решения для АПК: вклад университетской науки : Материалы 74-й международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 201-207.

6. Маркушов А.А. Анализ эффективности применения выделенной полосы для общественного транспорта в г. Рязань / А.А. Маркушов, Н.Н. Пашканг // Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта. – Рязань: РГАТУ, 2023. - С. 82-90.

7. Комплексная цифровизация на предприятиях автомобильного транспорта: перспективы внедрения / А.В. Шемякин и др. // Грузовик. - 2023. - №6. - С. 30-34.

8. Аникин, Н. В. Перспектива применения газобаллонной автотракторной техники в агропромышленном комплексе Российской Федерации / Н. В. Аникин, Н. В. Дмитриев, К. А. Дорофеева // Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 38-42.

9. Экономика, организация и планирование на предприятиях автомобильного транспорта / А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, В.С. Конкина [и др.]. - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. - 2022. - 328 с.
10. Кистанова, С.А. Проблемы и перспективы развития транспортной отрасли РФ / С.А. Кистанова, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков // Молодежь и XXI век – 2024 : Сборник научных статей 13-й Международной молодежной научной конференции. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. - С. 134-138.
11. Транспортная сеть Рязанской области / А. А. Косырева [и др.] // Актуальные вопросы применения инженерной науки: материалы Международной студенческой научно-практической конференции. - Рязань: РГАТУ, 2019. - С. 342-347.
12. Романова, Л. В. Проблемы обеспечения сельскохозяйственной техникой предприятий АПК / Л. В. Романова // Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 апреля 2022 года. Том Часть II. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 129-134.
13. Влияние логистики на эффективность АПК / Д. С. Михеев, И. М. Воронцов, С. Е. Крыгин, Н. Е. Лузгин // Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития : сборник научных статей 12-й Всероссийской научнопрактической конференции с международным участием, Курск, 30 декабря 2022 года. Том 1. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 452-456.

Международная научно-практическая конференция
(Международные Бочкаревские научные чтения),
посвященная памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР, академика МАЭП и
РАВН Бочкарева Я.В.
«Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства»

7-9 декабря 2023 года

Отпечатано с готового оригинал-макета.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная
Усл. печ. л. 20,68 Тираж 500 экз. Заказ № 1604
подписано в печать 07.05.2024
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П. А. Костычева»
Отпечатано в издательстве учебной литературы
и учебно-методических пособий
ФГБОУ ВО РГАТУ
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1