МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БЕЛОРУССКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ФОНД
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК

Сборник научных статей
Международной научно-практической конференции
(*Минск, 29–30 октября 2026 года*)

В двух частях

Часть 2

Минск
БГАТУ
2026

УДК 631.17(06)

Техническое обеспечение инновационных технологий в АПК : сборник научных статей Международной научно-практической конференции (Минск, 29–30 октября 2026 года) : в 2 ч. ; редкол.: Н. Н. Романюк [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2026. – ч. 2. – 376 с. – ISBN 978-985-25-0341-9.

Издание включает научные статьи белорусских и зарубежных ученых, посвященные актуальным проблемам повышения эффективности разработки и применения сельскохозяйственной техники в АПК.

Адресовано научным работникам, преподавателям, аспирантам, студентам высших учебных заведений, а также всем заинтересованным лицам.

Редакционная коллегия:

Романюк Н. Н. – канд. техн. наук, доцент, ректор БГАТУ (научный редактор);
Гедроить Г. И. – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой тракторов и автомобилей БГАТУ;
Григорьев Д. А. – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой технологий и механизации животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции БГАТУ;
Ловкис В. Б. – канд. техн. наук, доцент, декан агромеханического факультета БГАТУ;
Непарко Т. А. – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой эксплуатации машинно-тракторного парка и агротехнологий БГАТУ;
Серебрякова Н. Г. – канд. пед. наук, доцент, заведующий кафедрой моделирования и проектирования БГАТУ;
Чеботарев В. П. – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин БГАТУ

Материалы опубликованы на языке оригинала с сохранением орфографии и пунктуации авторов. Ответственность за достоверность публикуемых материалов несут их авторы.

ISBN 978-985-25-0341-9 (ч. 2)
ISBN 978-985-25-0339-6

© БГАТУ, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 3 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА»

1 **Косников С.Н.**
Технологическое обновление растениеводства в условиях инновационного развития 12

2 **Негматов М.К., Абдуллаев М.Т., Хайитов Б.**
Агроэкологическая оценка применения осадка канализационных стоков в земледелии Наманганской области 15

3 **Панков И.А., Бухарова А.Р.**
Биотехнологические аспекты получения и депонирования безвирусного посадочного материала земляники садовой (*FRAGARIA × ANANASSA DUCH*) 19

4 **Ружьев В.А., Ловкис В.Б.**
Современные тренды применения агродронов в РФ: от механизации к цифровым экосистемам 22

5. **Садыков Е.П., Утамбетов Д.У., Сагидуллаев А.Н.**
Продуктивность и водопользование озимых зерновых культур при различных элементах ресурсосберегающей технологии 26

6 **Садыков Е.П., Садыков М.М.**
Селекционная оценка крупнозерных сортов и сортовых образцов риса в условиях конкурсного сортоиспытания 29

7 **Хожамбергенов Г. А., Утамбетов Д.У., Садыков Е.П., Сагидуллаев А.Н.**
Влияние метода выращивания риса путем посева во влажную почву на расход воды и степень засоления 34

8 **Трояновская И.П., Гребенщикова О.А., Базанова Д.В., Якушев И.А.**
Влияние способа обработки почвы на ее агрофизические показатели и продуктивность севооборота 38

9 **Ветушко В.И., Керимов М.А.**
Экологические аспекты функционирования технологий возделывания гибридов подсолнечника 44

10 **Большешапова Н.И., Бурлов С.П., Коваленко И.Н., Абрамова И.Н.**
Особенности развития сортов картофеля *IN VITRO* при использовании питательной среды мурасиге-скуга 46

11 **Белоусов А.В., Ковтун А.П., Приходько А.В., Седогин М.А.**
Светодиодные светильники с жидкостным охлаждением как фактор повышения производительности тепличных хозяйств 50
12 **Сагидуллаев А.Н., Садыков Е.П., Утамбетов Д.У., Полатова З.Е., Нуруллаев Ф.А.**
Агроэкологическое обоснование применения почвенных мелиорантов в экстремальных условиях Южного Приаралья . 52
13 **Лужинская Е.И., Бруй И.Г.**
Эффективность осеннего применения фунгицида Амистар Трио, КЭ на посевах ячменя озимого 55
14 **Гануш Д.С., Маслак Д.В., Феклистова И.Н., Гринева И.А.**
Характеристика ризосферных бактерий, выделенных из растений, произрастающих в зоне шламохранилищ ОАО «Беларуськалий» 58
15 **Драничникова Е.А., Анохина, Ю.В., Буйко О.В.**
Влияние предуборочного *UV-B* воздействия на лёжкость, биохимические показатели и вкусовые качества листового салата сортов «Джипси» и «Максимус» 61
16 **Марченко С.А., Тимофеенко И.А.**
Связь дефицита CO_2 и температуры с урожайностью салата криспенза на вертикальной гидропонной ферме 64
17 **Смелик В.А., Перекопский А.Н.**
Технологическая настройка молотилки комбайна при уборке зерна на плющение и консервирование 66
18 **Романюк Н.Н., Орда, А.Н., Шкляревич В.А., Ракова Н.Л. Пантелеева Ж.И., Воробей А.С.**
Формирование машинно-тракторных агрегатов на различных агрофонах 70
19 **Непарко Т.А., Быков Н.Н., Городецкая Е.А.**
Особенности обработки периодически переувлажняемых связных минеральных почв 74
20 **Быков Н.Н., Непарко Т.А.**
Жатка для уборки кукурузы на зерно ЖК-12 76
21 **Быков Н.Н., Непарко Т.А., Бердимуратов П.Т.**
Технологическая оценка применения различных агрегатов для предпосевной, послеуборочной и паровой обработки почвы 80

22 **Быков Н.Н., Непарко Т.А.**
Применения дельталетов для химической обработки сельскохозяйственных культур 84
23 **Непарко Т.А., Вороненко А.С.**
Составление оптимального транспортного баланса в период уборки урожая 89
24 **Непарко Т.А., Вороненко А.С.**
Оценка использования транспортных средств в транспортно-технологических системах 91
25 **Козловская И.П.**
Выращивание рассады огурца на органических субстратах с обеззараженным компостом 95
26 **Кошля Г.И., Янцов Н.Д., Вечер Н.Н.**
Снижение инерционных сил при перевозке жидких грузов в закрытых емкостях 99
27 **Вороненко А.С., Непарко Т.А.,Черношей К.В.**
Автоматизация посева и дифференцированного внесения удобрений 103
28 **Вороненко А.С., Непарко Т.А., Нечаев М.Н.**
Контроль перекрытий при выполнении полевых операций . . 107
29 **Вороненко А.С., Непарко Т.А.,Черношей К.В.**
Снижение расхода топлива за счёт оптимизации маршрутов сельскохозяйственной техники 111
30 **Станкевич А.Ф., Ковалёва Е.А.**
Экологическая эффективность эксплуатации машинно-тракторного парка 114
31 **Станкевич А.Ф., Нагавонская В.И.**
Автоматизированные системы технического обслуживания машинно-тракторного парка: мировой опыт и перспективы внедрения в Республике Беларусь 117
32 **Станкевич А.Ф., Соколовская Е.В.**
Снижение эксплуатационных затрат машинно-тракторного парка на основе технологий точного земледелия 120
33 **Янцов Н.Д., Вечер Н.Н., Кошля Г.И.**
Агрофизикобиологические свойства почв, определяющие почвенное плодородие при воздействии ходовых систем машин 122

34 **Праженик Д.С., Маркевич В.В., Нестеров Ю.А.**
Результаты эксплуатации зерноуборочных комбайнов в ЗАО «Агрокомбинат Несвижский» 130
35 **Вечер Н.Н., Янцов Н.Д., Кошля Г.И., Чумак Т.М.**
Агробиологические особенности Галеги восточной как предшественника 133
36 **Вечер Н.Н., Янцов Н.Д., Кошля Г.И.**
Агробиологические особенности возделывания Горца Вейриха (*POLYGONUM WEYRICHII* F. SCHMIDT.) в условиях Беларуси 136
37 **Вечер Н.Н., Янцов Н.Д., Кошля Г.И.**
Агробиологические особенности возделывания Мелиссы лекарственной *(MELISSA OFFICINALIS L.)* в условиях интродукции 140
38 **Чумак Т.М., Бобко Ю.В.**
Снижение расхода нефтепродуктов при эксплуатации техники 145
39 **Карпухин М.Ю., Артемьева Т.А.**
Разработка элементов технологии выращивания мини-клубней картофеля в условиях защищенного грунта 148
40 **Ветчинников А.А., Петухова А.С.**
Дозозависимое влияние углеродных квантовых точек на микрозелень базилика в аэропонной системе 153
41 **Ветчинников А.А.**
Аэропонное получение мини-клубней картофеля сорта Леди Клер 156
42 **Павловская И.Л.**
Повышение эффективности применения сельскохозяйственной техники путем выявления пораженных участков посевов с использованием автоматизированных систем распознавания . . . 158
43 **Шаймарданов Б.П., Бердимуратов П.Т.**
Фрезерная обработка почв совмещением с посевом в целях борьбы с образованием поверхностной корки . . . 163
44 **Турсунов Сотволди**
Зависит ли урожайность озимой пшеницы от агромероприятий? . . 175
45 **Турсунов Сотволди**
Исследования по увеличению урожайности с единицы площади 178

46 **Турсунов Сотволди**
Сорт, сроки посева и урожайность озимой пшеницы 182
47 **Кшникаткин С.А., Суменкова Д.А., Курмашев Ю.Д., Беликов А.В.**
Эффективность применения регуляторов роста в технологии возделывания топинамбура сорта скороспелка 188
48 **Расулжонов А.Р., Суюнов С.Г.**
Актуальность и перспективы роботизации процессов внесения гербицидов в посевах зерновых культур в условиях Узбекистана и Беларуси 191

Секция 4 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»

1 **Горгодзе А.Р., Керимов М.А.**
Предложение по техническому решению приготовления грубых кормов, стимулирующих поедание крупным рогатым скотом 195
2 **Казаровец И.Н., Григорьев Д.А., Король К.В., Шулейко И.О.**
Интеллектуальный мониторинг вакуумно-гидравлического режима доильных систем 199
3 **Гаджиев М.Г., Мамедова А.Я.**
Птицеводство в Азербайджане: современное состояние и концепция перспективного развития 201
4 **Никитина О.Е., Бузина О.В., Лукин А.А.**
Анализ современного состояния и перспективы развития козоводства в Калужской области в контексте общероссийских тенденций 204
5 **Черемуха Е.Г., Бузина О.В., Карев Д.А.**
О развитии роботизации в молочном скотоводстве на примере Калужской области 208
6 **Швед И.М.**
Обоснование энергоэффективного способа перемешивания жидкого навоза в навозохранилищах 212
7 **Китун А.В., Бондарев С.Н.**
Оценка дестабилизирующих факторов вакуумного режима при переходе от такта сжатия к такту сосания 215

8 **Григорьев Д.А., Король К.В., Шулейко И.О.**
Дифференцированно-динамическое доение как фактор повышения молочной продуктивности коров 217
9 **Михайлова О. В.**
Электромагнитная интенсификация технологических процессов переработки сельскохозяйственного сырья 220
10 **Шевелев А.В.**
Повышение энергоэффективности переработки забруса на основе объемного диэлектрического нагрева 224
11 **Кучерова И.А., Зенина Е.А, Денисова М.А., Евсикова К.Н.**
Разработка ресурсосберегающей технологии производства снеков из растительного сырья 228
12 **Керимов М.А., Ветушко В.И., Горецкий К.В.**
Анализ систем позиционирования роботизированных установок для пододвигания кормов 231
13 **Дрозд С.А., Кочев Д.С., Лазаренко Д.А.**
Анализ методов снижения содержания глюкозинолатов в рапсовом жмыхе 235
14 **Гутман В. Н., Дрозд С.А.**
Обоснование конструктивно-режимных параметров спирального транспортёра для подачи комбикормов 239
15 **Минченко Л.А., Гиззатова Г.Л.**
Микробиологическая оценка и контроль безопасности желированных продуктов из мяса и рыбы 242
16 **Гиззатова Г.Л., Денисова М.А., Масалыкина А.П.**
Разработка рецептуры пастильной массы, обогащенной маслом грецкого ореха 245
17 **Хлопов А.А., Емелев С.А., Лыбенко Е.С.**
Оценка качества люпиновой пасты из зерна малоалкалоидных сортов 249
19 **Воробей А.С., Шуляковский Д.И.**
Роль мойки корнеклубнеплодов в предреализационной их подготовке 253
20 **Воробей А.С., Боричевский А.Л.**
Инновационные технологии упаковочных материалов для овощей и корнеклубнеплодов 255
21 **Федоров М.Е.**
Обоснование параметров СВЧ-плавителя для непрерывной переработки гусиного жиросырья 259

22 **Тихонов А.А.**
Влияние удельной мощности и фазовой коррекции на эффективность СВЧ-обработки жиросодержащего сырья . . . 262
23 **Коршиков Д.Д.**
Обоснование конструкции СВЧ-экструдера для переработки рыбных отходов 266
24 **Казаровец И.Н., Григорьев Д.А., Король К.В., Матвейчук Т.Н.**
Адаптивное цифровое управление процессом машинного доения 270
25 **Казаровец И.Н., Бакиновский В.П., Пырх А.С., Лазаренко Д.А.**
Органическое животноводство в контексте устойчивого развития: сравнение с традиционными методами 273
26 **Китун А.В., Романович А.А., Костюкевич С.А.**
Особенности интеллектуальных технических систем управления стадом в молочном скотоводстве 276
27 **Григорьев Д.А., Король К.В.**
Моделирование процесса выхода молока из сфинктера соска при машинном доении коров 278
28 **Китун А.В., Романович А.А., Костюкевич С.А., Гаврилик Г.А.**
Системы контроля физиологического состояния животных 281

Секция 5 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК»

1 **Серебрякова Н.Г., Казаченко Т.А., Шалгимбекова К.С.**
Цифровая трансформация высшего аграрного образования как стратегический фактор формирования кадрового потенциала для умного сельского хозяйства 284
2 **Белохвостов Г.И., Серебрякова Н.Г., Драгун А.Г., Кузнецова И.В.**
Методика формирования проектно-исследовательской компетентности будущих инженеров апк в рамках участия в выполнении заданий государственных программ научных исследований 290

3 **Ракова Н.Л., Кемеш О.Н., Пантелеева Ж.И.**
Применение алгоритма (чек-листа) оперативной диагностики компетенций в системе специалистов в АПК 295
4 **Попов А.И.**
Искусственный интеллект и развитие кадрового потенциала отрасли 299
5 **Радченко С.А.**
Мировой опыт в развитии регионального образования и хоздоговорных практик 302
6 **Близнюк Н.А.**
Экологическое образование в БГАТУ. 309
7 **Чехунов О. А., Зорин Е. А.**
Комплекс программных модулей для системы дистанционного обучения *Moodle* как инструмент цифровизации подготовки специалистов АПК 311
8 **Крюковский В.Д.**
Подготовка младших командиров РККА в учреждениях образования БССР (1924–1928 гг.) 315
9 **Лазарев И.В.**
Подготовка бакалавров направления «Агроинженерия» в области охраны труда 320
10 **Алдохина Н.П., Вихрова Т.В., Огнев О.Г.**
Применение компетенций, полученных обучающимися при изучении начертательной геометрии, инженерной графики и компьютерной графики в дальнейшей подготовке инженера 323
11 **Радченко С.А.**
Международное сотрудничество как способ внедрения инноваций в регионах 330
12 **Праженик Д. С., Маркевич В. В.. Данильчик О.В.**
Роль куратора в повышении академической успеваемости студентов старших курсов 338
13 **Муравьева М.В.**
Инновационные технологии подготовки специалистов в области экспорта органической продукции 340
14 **Гурьянов Д.А., Ариничев И.В.**
Цифровая трансформация в обеспечении развития сельских территорий 345

15 **Котельникова И.М.**
Интеграция *VR* в аграрное образование: разработка и апробация учебно-информационного комплекса 350
16 **Маслов В. В., Сычева И. Н., Чекмарев В.В.**
Формирование терминосистемы в обучении иностранных студентов аграрных вузов: интеграция языковых и профильных дисциплин 354
17 **Колонденок Д.А., Воробей А.С., Радейко А.Ф.**
Энергосберегающие технологии на основе биткоина и искусственного интеллекта для АПК Республики Беларусь . . 359
18 **Масич В.В., Шараева И.В.**
Анализ соответствия учебной программы образовательным потребностям студентов 362
19 **Аверман Е.А., Кириллова С.Н.**
Трудности и перспективы цифровой трансформации образования 367
20 **Исомухамедов А.Б.**
Развитие профессиональных компетенций специалистов по цифровизации учета затрат в субъектах агробизнеса . . 371

Секция 3 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА»

УДК 631.5:004

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБНОВЛЕНИЕ РАСТЕНИЕВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

С.Н. Косников, канд. экон. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина», г. Краснодар, Российская Федерация
kosnikov.s@edu.kubsau.ru

Аннотация. В статье представлено технологическое обновление растениеводства в условиях инновационного развития.

Abstract. The article presents the technological upgrading of crop production in the context of innovative development.

Ключевые слова: растениеводство, инновации, классификация, развитие.

Key words: crop production, innovations, classification, development.

Актуальность

Современное обновление технической базы растениеводства охватывает замену машин и оборудования, внедрение средств сбора, передачи и обработки данных. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики России в 2024 г. геоинформационные системы применяли 24,3 % организаций, цифровые платформы – 19,7 %, облачные сервисы – 15,9 %, интернет вещей – 11,3 %, большие данные – 7,2 %, роботы и автолинии – 5,6 %, искусственный интеллект – 1,9 % [7].

В.И. Зотиков, А.А. Полухин и Н.В. Грядунова отмечают, что «стратегическим направлением аграрной политики в России становится развитие инновационных процессов, позволяющих за счёт научно-обоснованного технологического обновления производства добиться значительного повышения его эффективности» [4].

Цель исследования – систематизировать направления технологического обновления растениеводства с учётом перехода к цифровым и интеллектуальным технологиям производства.

Результаты работы

Технико-технологическое развитие растениеводства проходит уровни по глубине изменения производственного процесса. На техническом уровне обновление сводится к замене машин, повышению их мощности и надёжности. На этапе цифровизации технические средства дополняются системами получения, передачи и обра-

ботки данных, включая GPS/ГЛОНАСС, RTK-навигацию, автопилотирование, электронные карты полей, датчики и телеметрию.

Н.А. Кузнецова, А.В. Ильина и А.П. Королькова указывают, что система навигации «позволяет установить маршруты и автоматическое движение агрегатов по заданной траектории на полях севооборота, регулирование скорости движения сельскохозяйственных машин при выполнении сельскохозяйственных работ, благодаря чему повышается эффективность работы механизатора, снижается утомляемость» [6]. В США в 2023 г. автопилотирование применяли 52 % средних и 70 % крупных хозяйств [2].

Интеллектуализация включает компьютерное зрение, машинное обучение, распознавание сорняков и болезней. Автономизация исключает постоянное участие оператора – беспилотные тракторы, полевые роботы, автономные опрыскиватели и летательные аппараты. Последовательность «механизация – автоматизация – цифровизация – интеллектуализация – автономизация» отражает переход от физического воздействия машины к анализу её состояния алгоритмом и автоматическому решению. М.Н. Кирилов, И.Г. Генералов и В.П. Заикин отмечают, что «сочетание робототехники, Интернета вещей, искусственного интеллекта и 3D-печати уже сейчас позволяют строить полностью механизированные фабрики по производству продукции» [5].

Современные направления обновления систематизированы в таблице 1.

Таблица 1 – Современные направления технологического обновления растениеводства

Направление	Технологии	Изменение	Эффект
Навигация	RTK, ГИС, автопилот	движение по треку	точность операций
Дифференциальное управление	VRT, дифф. сев	учёт по участкам	экономия ресурсов
Мониторинг	спутник, БПЛА	ранняя диагностика	точный контроль
ИИ-управление	машинное обучение	распознавание	ситуационность
Роботизация	автономные машины	без оператора	ниже трудоёмкость
Умное орошение	IoT-датчики	полив по данным	экономия воды
БПЛА-технологии	опрыскивание, съёмка	перенос в воздух	точечность

Компьютерное зрение и точечное внесение гербицидов. M. Rahimi Azghadi с соавторами в 2025 г. опубликовали результаты

испытаний точечного опрыскивания на площади 25 га и установили, что эффективность борьбы с сорняками составила 97 % от сплошного опрыскивания, расход гербицидов сократился в среднем на 35 %, а на участках с низкой засорённостью – до 65 % [3]. Форсунка срабатывает точечно, а не по всей площади.

Беспилотные авиационные технологии. Беспилотники используют для мониторинга посевов, картирования полей и точечного опрыскивания. По данным обследования хозяйств Евросоюза (Объединённый исследовательский центр Еврокомиссии), дроны распространены незначительно: для мониторинга и опрыскивания их применяют лишь 3 % хозяйств, хотя фермеры планируют расширять применение цифровых технологий в ближайшие пять лет [1]. В России с 2023 г. действует экспериментальный правовой режим их эксплуатации.

Интеллектуальное орошение. Система полива строится по следующей цепи «датчик влажности почвы – данные – модель потребности растений – решение – управление поливом». Переход от полива по графику к поливу по фактическому состоянию почвы снижает расход воды.

Классификация уровня изменения процесса обновления представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Уровни технологического обновления растениеводства

Уровень	Содержание	Примеры	Изменение
Технический	замена средств производства	трактор, комбайн	технич. характеристики
Цифровой	сбор и передача данных	GPS/ГЛОНАСС, RTK, ГИС	порядок операций
Интеллект.-автономный	распознавание, решение	ИИ, роботы	роль человека

Таким образом, технологическое обновление растениеводства развивается от механизации и автоматизации отдельных операций к цифровизации, интеллектуализации и автономизации производственных процессов. Развитие отражает переход от отдельной машины к цифровому техническому средству, интегрированному в интеллектуальную производственную систему.

Заключение

На основе проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Технологическое обновление растениеводства выходит за пределы замены машин и меняет принципы управления операциями.

2. Вектор обновления направлен на «механизацию – автоматизацию – цифровизацию – интеллектуализацию – автономизацию».

3. Распространение технологий в отрасли неравномерно, так геоинформационные системы использовали 24,3 % организаций, искусственный интеллект – 1,9 %, что указывает на резерв роста.

4. Компьютерное зрение, БПЛА и интеллектуальное орошение меняют использование факторов производства.

Список ипользованной литературы

1. Anastasiou E. The state of digitalisation in EU agriculture: insights from farm surveys / E. Anastasiou, J. Turá Cardona, P. Ciaian [et al.]. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2025.

2. McFadden J. Precision agriculture use increases with farm size and varies widely by technology / J. McFadden, K. Lim // America's Farms and Ranches at a Glance. – USDA Economic Research Service, 2024.

3. Rahimi Azghadi M. Precision robotic spot-spraying: reducing herbicide use and enhancing environmental outcomes in sugarcane / M. Rahimi Azghadi, A. Olsen, J. Wood [et al.] // Computers and Electronics in Agriculture. – 2025. – Vol. 235. – Art. 110365.

4. Зотиков, В. И. Развитие инновационных технологий в растениеводстве на основе селекционных достижений / В. И. Зотиков, А. А. Полухин, Н. В. Грядунова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2(46). – С. 5–9.

5. Кирилов, М. Н. Инновационная инфраструктура региона и направления технологического развития зернового хозяйства / М. Н. Кирилов, И. Г. Генералов, В. П. Заикин // Инновационное развитие экономики. – 2021. – № 6(66). – С. 19–25.

6. Кузнецова, Н. А. Инновационные ресурсосберегающие технологии: эффективность и проблемы внедрения / Н. А. Кузнецова, А. В. Ильина, А. П. Королькова // АгроФорум. – 2022. – № 2. – С. 60–63.

7. Сельское хозяйство в России. 2025: Стат. сб./Росстат. – М., 2025. – 81 с.

8. Миранович, А. В. Национальная рамка квалификаций и профессиональные стандарты: направления апробации / А. В. Миранович, Н. Г. Серебрякова // Техническое обеспечение инновационных технологий в АПК : Сб. науч. ст. Междунар. научно-практ. конф., посв. 70-летию образования АМФ, Минск, 30–31 октября 2025 года. – Минск: БГАТУ, 2025. – С. 49–51.

УДК 628.36.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ОСАДКА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СТОКОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ НАМАНГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

М.К. Негматов, канд. техн. наук, доцент,
М.Т. Абдуллаев, канд. с-х. наук, профессор,
Б. Хайитов, (PhD), м.н.с.
Наманганский государственный технический университет,
г. Наманган, Республика Узбекистан
mknegmatov@gmail.com

Аннотация. В статье исследована агроэкологическая оценка применения осадка канализационных стоков в земледелии наманганской области.

Abstract. The article examines the agro-ecological assessment of the use of sewage sludge in agriculture in the Namangan region.

Ключевые слова: агроэкологическая оценка, осадки, канализационные стоки.
Key words: agro-ecological assessment, precipitation, sewage effluent.

Актуальность

В сельском хозяйстве Республики Узбекистан сохраняется проблема недостаточной обеспеченности удобрениями, мелиорантами и другими средствами химизации. Дефицит элементов питания формирует отрицательный баланс, который постепенно приводит к обеднению почв и снижению их продуктивности. В этих условиях практический интерес представляет использование вторичных органических ресурсов при обязательной экологической оценке. Одним из таких ресурсов может быть осадок, образующийся при очистке городских канализационных стоков. Для Намангана вопрос особенно актуален из-за накопления значительных объемов избыточного активного ила, требующего рациональной переработки и утилизации. Цель работы– оценить эффективность применения подготовленного осадка сточных вод в сельском хозяйстве как альтернативного источника органического вещества для почвы.

Материалы и методика исследования. Исследовательские работы проводились в 2020–2024 гг. Для опытов использовали образцы осадка канализационных стоков, отобранные на очистных сооружениях «Станции Аэрации» г. Намангана после предварительной переработки, очистки и последующей сушки.

Эксперимент состоял из лабораторного и полевого этапов. Лабораторную оценку подготовленного осадка выполняли в лаборатории Агрохимии Наманганского государственного технического университета. Варианты размещали систематически при трехкратной повторности. Площадь учетной делянки составляла 1,0 х 1,0 м (1,0 м²), общее число делянок - 6. В опытах использовали овёс (Hordeum) «Миронов 808» и хлопчатник сорта «Наманган-34». Климат Намангана континентальный: лето сухое, зима сравнительно мягкая и влажная. Зимой температура снижается до -3,5...-4 °С, летом достигает +40...+45 °С. Осадок вносили весной вручную под перекопку на глубину до 30 см в дозах 15, 30, 45 и 60 т/га. Расчет доз выполняли по формуле максимально допустимого внесения удобрений на основе осадка

канализационных стоков согласно [1]. Продолжительность активной вегетации в исходных данных указана как 220–220 дней; сумма активных температур составляет 4600-4617 °С, годовое количество осадков на равнинах – 160-250 мм.

Результаты исследований. Лабораторная часть работы показала, что изучаемый осадок содержит значимые для питания растений компоненты – азот, фосфор, калий и органическое вещество, поэтому его можно рассматривать как потенциальный удобрительный ресурс. Твердая фракция материала включает до 80% органических и до 20% минеральных веществ, выделяемых при отстаивании сточных вод. Кроме того, в составе осадка присутствует комплекс микроорганизмов, участвующих в биологической очистке. Совокупность органической, минеральной и биологической составляющих определяет разностороннее воздействие такого материала после внесения в почву [2,3].

На станциях аэрации Наманганской области ежегодно формируется более 20 000 т осадка в пересчете на сухое вещество, из них около 13 000 т приходится на станцию г. Намангана. На иловых площадках этой станции дополнительно накоплено порядка 100 000 т сухого осадка [4].

По природно-климатическому районированию Наманганская область относится к IV климатическому району Республики Узбекистан.

Наманганская область расположена в северной части Ферганской долины, на правобережье Сырдарьи. По данным исходного материала на 2026 г., Наманган занимает второе место среди городов Узбекистана по численности населения после Ташкента; население области составляет 3158,4 тыс. человек.

Для определения реакции сельскохозяйственных культур на внесение осадка полевые испытания организовали на двух участках: первый был отведен под хлопчатник, второй - под овёс. Наблюдения показали, что урожайность культур повышается с увеличением осадка канализационных стоков. В пределах изученного ряда доз наилучший результат получен при внесении 30 т/га, что позволило рассматривать эту дозу как оптимальную.

Наиболее эффективным вариантом оказалось сочетание осадка сточных вод с минеральными удобрениями при обязательном дополнительном внесении минерального азота.

Отдельный блок исследований был посвящен агроэкологической безопасности применения осадка. Для оценки возможного накопления тяжелых металлов в почве определяли их содержание в пахотном горизонте на вариантах с осадком сточных вод и минеральными удобрениями.

Полученные результаты свидетельствуют о повышении концентраций меди и цинка в почве обоих опытных участков по мере увеличения дозы вносимого осадка.

При этом рассчитанный суммарный показатель загрязнения тяжелыми металлами оставался сравнительно невысоким. Согласно ориентировочной шкале экологической опасности исследованные почвы соответствовали категории допустимого уровня загрязнения.

Заключение

Лабораторные и полевые исследования показали, что подготовленный осадок «Станции Аэрации» г. Намангана представляет удобрительную ценность благодаря содержанию макроэлементов питания и органического вещества. Рекомендуемый диапазон внесения составляет 25-30 т/га в пересчете на сухое вещество при влажности 60% один раз в пять лет с учетом состава культур в севообороте. Перспективным направлением дальнейших работ является развитие совместных научных и инновационных проектов с коллегами из Республики Беларусь и соседних стран по безотходной переработке осадков канализационных стоков, включая получение гранулированных органоминеральных удобрений на их основе.

Список ипользованной литературы

1. Сан ПиН Республики Узбекистан № 0180-05 Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков на земледельческих полях орошения в природно-климатических условиях Узбекистана.

2. Negmatov M.K., Boboeva G.S., Negmatov U.M. 2022 Environmental aspects of processing and use wastewater sludge in agriculture. *Conf. Series: Earth and Environmental Science.* (1076 012046 (doi:10.1088/1755-1315/1076/1/012046)).

3. Негматов М.К., Бобоева Г.С., Ануфриев В.Н., Ахунов Д.Б. Экологически безопасная технология получения нетрадиционных органических удобрений на основе осадков канализационных сточных вод // В материалах XXII международной научной конференции «Качество внутреннего воздуха и окружающей среды». Самарканд, 2024.с. 259-265.

4. Негматов М.К., Юлдашев М.А., Ануфриев В.Н., Дубенок С.А. Агроэкологическая эффективность использования на основе осадков канализационных стоков городских биологических очистных сооружений // В материалах междуна-

родной научной конференции «Качество внутреннего воздуха и окружающей среды». Душанбе, 2025.с. 481486.

5. Максимова С.Л. Вермикомпостирование и вермикультирование: состояние, проблемы и перспективы // Белорусское сельское хозяйство, 2007.№ 9. С. 65–66.

УДК 634.75:57.086.8

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ДЕПОНИРОВАНИЯ БЕЗВИРУСНОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ (*FRAGARIA* × *ANANASSA* DUCH.)

И.А. Панков, аспирант,
А.Р. Бухарова, д-р с.-х. наук, профессор
ФГБОУ ВО Минсельхоза РФ «Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского», г. Балашиха, Российская Федерация
pan82@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены биотехнологические аспекты получения и депонирования безвирусного посадочного материала земляники садовой.

Abstract. The article presents biotechnological aspects of the production and preservation of virus-free planting material of garden strawberry.

Ключевые слова: земляника, посадочный материал, безвирусный, депонирование.

Key words: strawberry, planting material, virus-free, deposition.

Актуальность

Земляника садовая (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) является одной из наиболее экономически значимых ягодных культур в мире. По данным FAO, в 2022 году мировое производство достигло 9,57 млн т (Китай – 35,1%, США – 13,2%) [6]. В Российской Федерации промышленный сбор составляет 20–25 тыс. т при ёмкости рынка 50–80 тыс. т, урожайность в открытом грунте не превышает 10–12 т/га, что в 5–6 раз ниже, чем в Калифорнии (59–65 т/га). Одним из ключевых факторов, сдерживающих рост продуктивности культуры в РФ, является дефицит высококачественного посадочного материала отечественного производства, что обусловлено его высокой фитопатогенной (в первую очередь, вирусной) нагрузкой, а также ограниченным внедрением технологий *in vitro* для массового размножения и оздоровления.

До недавнего времени РФ импортировала 85–90% посадочного материала земляники. С 30 июня 2025 года введён запрет на ввоз из Нидерландов в связи с выявлением карантинных объектов. Новые требования ЕАЭС (с 07.12.2025) обязывают использовать материал из зон, свободных от антракноза. Традиционные методы оздоровления (термо-, хемотерапия) имеют ограничения. Наиболее перспективен метод культуры апикальных меристем (*in vitro*), позволяющий получать безвирусный материал без предварительной диагностики и депонировать ценные генотипы криоконсервацией.

Вирусные заболевания способны снижать урожайность земляники до 75%, а выход усов – до 40% [2]. Многие вирусы находятся в латентном состоянии. Наиболее распространены: вирус крапчатости (*SMoV*), вирус морщинистости (*SCV*), вирус мозаики резухи (*ArMV*), вирусы кольцевых пятнистостей (*SLRSV*, *RpRSV*, *TBRV*). В Московской области распространённость TBRV достигает 25%, *SLRSV* – 16%, *ArMV* – 14%. В 2020 году в РФ выявлен вирус окаймления жилок земляники (*SVBV*), распространяющийся с посадочным материалом и тлями [3]. *SVBV* включён в перечень ЕОКЗР, но не регулируется карантинными перечнями ЕАЭС и РФ, что создаёт дополнительные риски.

Цель работы – разработка и обоснование биотехнологических подходов к получению и депонированию безвирусного посадочного материала земляники садовой для импортозамещения в питомниководстве.

Результаты исследований

Экспериментальные исследования проведены в НИЛ репродуктивной биологии и селекции с.-х. культур Университета Вернадского. Технологический процесс включает: отбор экспланта, стерилизацию, посадку на среду MS + БАП 0,5 мг/л, микроразмножение (пассаж 28–35 дней), укоренение, адаптацию в субстрате (торф:дернина:перлит = 1:1:1) с обработкой «Фитоспорином».

Отработаны схемы стерилизации. При стандартных подходах контаминация достигала 90–100%. Лучший результат (70–90%) получен с использованием перекиси водорода 3%. Микологический анализ (ВНИИФ) выявил: *Verticillium* (до 60%), *Fusarium oxysporum* (до 70%), *Cylindrocarpon* (до 55%), а также *Alternaria* и *Mucor* [5]. Перспективны физические методы (ультразвук, плазма) и биологические агенты (эфирные масла, бактериофаги); наиболее эффективны комбинированные протоколы.

На этапе микроразмножения получены: корнеобразование – 90%, коэффициент размножения – 5–7 за пассаж, выживаемость при адаптации – >90% [4]. В открытом грунте (Московская обл.) за один сезон с 33 кустов, полученных *in vitro*, образовано 376 усов (длина 70 см, 4 междоузлия) и получено 353 укоренённые розетки, из которых 30% сдвоенные. Это в 2,5 раза выше традиционного размножения.

Зафиксирован фенологический постэффект: растения *in vitro* в первый год не цветут и не плодоносят, сразу переходят к усообразованию. Это позволяет быстро наращивать оздоровлённый материал для коллекций и полевых испытаний уже в первый год.

Разработана система депонирования: хранение *in vitro* и криоконсервация (витрификация, -196°C). По данным Crop Trust (2025), в мире 8227 образцов земляники, *in vitro* – 2905 (35,3%), криоконсервацией – лишь 205 (2,5%) [7]. Лидеры по *in vitro*: Канада (1915), США (648), Италия (175). Коллекция ВИР – 535 образцов, доля *in vitro* не отражена. Метод витрификации обеспечивает выживаемость 70–90% и хранение десятилетиями.

Заключение

1. Латентное вирусное заражение и дорогостоящая диагностика – главные проблемы посадочного материала земляники в РФ, усугубляемые запретом импорта из Нидерландов и новыми требованиями ЕАЭС.

2. Экспериментально обоснована биотехнологическая система получения безвирусного посадочного материала на основе культуры апикальных меристем *in vitro*, обеспечивающая коэффициент размножения 5–7, выживаемость при адаптации >90% и выход 353 укоренённых розеток с 33 кустов за сезон (в 2,5 раза выше традиционного).

3. Экспериментально подтверждена эффективность стерилизации перекисью водорода 3% (снижение контаминации с 90–100% до 70–90%) и выявлен спектр основных патогенов.

4. Описан фенологический постэффект – отсутствие цветения в первый год, позволяющий ускорить наработку оздоровлённого материала для селекционных коллекций и промышленных посадок.

5. Предложена система депонирования генофонда, включающая криоконсервацию методом витрификации, с выживаемостью 70–90% и сохранностью генотипов на десятилетия.

6. Разработанные решения соответствуют приоритетам ФНТП до 2030 года и могут служить основой для промышленного производства оздоровленного посадочного материала земляники в РФ и Республике Беларусь.

Список использованной литературы

1. Биологические основы инновационных технологий вегетативного размножения садовых культур / В. И. Деменко, С. В. Акимова, В. В. Киркач, А. Н. Викулина. – Москва : Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2019. – 156 с.

2. Диагностика вирусных болезней и выделение кандидатов в исходные растения земляники садовой *ex situ* / М. Т. Упадышев, К. В. Метлицкая, Н. В. Андронова [и др.] // Плодоводство и ягодоводство России. – 2020. – Т. 61. – С. 103–108.

3. Вирус окаймления жилок земляники (*SVBV*) – опасный патоген садовой земляники / Ю. Н. Приходько, Т. С. Живаева, Ю. А. Шнейдер [и др.] // Садоводство и виноградарство. – 2020. – № 5. – С. 47–53.

4. Панков, И. А. Практические результаты микроклонального размножения земляники садовой сорта «Фестивальная ромашка» / И. А. Панков, А. Р. Бухарова // Вектор развития науки : Материалы научно-практических конференций студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых факультета агро- и биотехнологий, Балашиха, 1 января – 31 января 2023 года. – Балашиха: Российский государственный университет народного хозяйства им. В.И. Вернадского, 2023. – С. 87–92.

5. Перспективные решения проблемы контаминации при стерилизации эксплантов земляники садовой для микроклонального размножения / И. А. Панков, А. Р. Бухарова, Л. Н. Ульяненко [и др.] // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Сборник статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию со дня образования общероссийской общественной организации «Российская инженерная академия», Краснодар, 13 мая 2025 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 179–187.

6. FAO. Agricultural production statistics 2000–2022. FAOSTAT Analytical Brief 79. – Rome : FAO, 2023. – 12 p.

7. Khoury, C. K. Global crop conservation and use metrics: Strawberries (*Fragaria* L.) / C. K. Khoury, S. Gora, P. Giovannini. – Bonn : Crop Diversity Trust, 2026. – 21 p.

УДК 631.3.004:623.746

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОДРОНОВ В РФ: ОТ МЕХАНИЗАЦИИ К ЦИФРОВЫМ ЭКОСИСТЕМАМ

В.А. Ружьев[1], канд. техн. наук, доцент,
В.Б. Ловкис[2], канд. техн. наук, доцент
[1]ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Пушкин, Российская Федерация,
[2]УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
ruzhev_va@mail.ru

Аннотация. В статье анализируются ключевые тенденции развития рынка беспилотных авиационных систем (БАС) в сельском хозяйстве России. Рассмат-

ривается переход от использования агродронов как изолированных механизмов к их интеграции в единую экосистему точного земледелия. Оцениваются экономические факторы окупаемости, влияние роста грузоподъемности аппаратов и существующие регуляторные барьеры.

Abstract. This article analyzes key trends in the development of the unmanned aerial systems market in Russian agriculture. It examines the transition from using agricultural drones as isolated devices to their integration into a unified precision farming ecosystem. It also evaluates the economic factors driving return on investment, the impact of increased payload capacity, and existing regulatory barriers.

Ключевые слова: агродроны, беспилотные авиационные системы, точное земледелие, цифровая трансформация АПК.

Key words: agrodrones, unmanned aerial systems, precision farming, digital transformation of the agro-industrial complex.

Актуальность

Интеграция агродронов в российский АПК переживает этап глубокой трансформации. Если ранее они рассматривались преимущественно как точечная альтернатива самоходным опрыскивателям, то сегодня парадигма их использования смещается в сторону формирования комплексных решений точного земледелия. На основе анализа данных отраслевых экспертов и консалтинговых компаний научным коллективом рассмотрены ключевые технологические, экономические и регуляторные тренды рынка с.-х. БАС в РФ [1, 2].

Технологические тренды и сегментация парка. Фундаментальным сдвигом на рынке является отказ от концепции «*дрона как изолированного инструмента*» в пользу технологической связки «*сбор данных – анализ – выполнение работы*». Перспективная модель эксплуатации выглядит следующим образом: мониторинговый БПЛА (например, оснащенный мультиспектральной камерой) или спутник выявляют проблемные участки посевов, формируя карту вегетационных индексов. На ее основе алгоритм строит цифровое задание, которое аппликационный дрон использует для точечного или дифференцированного внесения средств защиты растений (СЗР) и удобрений [3].

Результаты исследований

Эксперты [4] выделяют два четких класса техники: мониторинговые дроны для картографирования и тяжелые аппараты для непосредственного выполнения полевых работ. Параллельно наблюдается устойчивый тренд на увеличение грузоподъемности. На смену компактным моделям с баками на 10-20 л приходят тяже-

лые машины с полезной нагрузкой от 40 до 100 кг (представленные на рынке моделями DJI Agras T40/T50, T100, XAG P100/P150). Они незаменимы на переувлажненных почвах, сложном рельефе и при работе с высокорослыми культурами в условиях коротких агротехнологических окон, где наземная техника ведет к критическому уплотнению почвы [5]. При этом на больших ровных массивах самоходные опрыскиватели сохраняют преимущество по общей производительности.

Развитие рынка БАС в РФ сталкивается с рядом специфических вызовов. Во-первых, сохраняется высокая технологическая зависимость: профессиональный сегмент практически полностью занят китайскими производителями. Масштабирование отрасли напрямую зависит от логистической доступности самих аппаратов, аккумуляторных батарей, комплектующих и развития локальной сервисной инфраструктуры. Во-вторых, дефицит квалифицированного сервиса в пиковые сезоны остается одним из главных рисков для собственников техники.

Также, серьезным сдерживающим фактором выступают регуляторные ограничения: сложность процедур регистрации БАС, региональные запреты на полеты и высокие требования к сертификации внешних пилотов. В отличие от Китая, где сформирована массовая цифровая экосистема агродронов, в РФ рынок развивается более осторожно. Этим обусловлена растущая популярность бизнес-модели «*дрон как услуга*», когда хозяйства предпочитают заказывать обработку у специализированных подрядчиков, избегая капитальных затрат на создание собственного парка и обучение штата операторов.

Ключевой ошибкой аграриев при оценке окупаемости БАС является ориентация исключительно на размер земельного банка. Экономическая целесообразность приобретения собственного комплекса зависит от суммарного количества гектаров обработок за сезон. Например, хозяйство с площадью 2000 га, проводящее четыре обработки за сезон, обеспечивает дрону загрузку в 8000 га, что делает покупку высокорентабельной. Для компактных аппаратов пороговое значение окупаемости составляет 1,5-3 тыс. га обработок в год, тогда как тяжелые комплексы требуют загрузки свыше 5 тыс. га.

При расчете стоимости владения агродрона необходимо учитывать не цену самого летательного аппарата, а стоимость полноцен-

ного полевого комплекса: дополнительных АКБ, мощных генераторов, емкостей для воды, логистики и фонда оплаты труда операторов. Разница между стоимостью услуг подрядчика (около 1200 руб./га) и переменными затратами собственного БАС (400-600 руб./га) формирует значительный потенциал экономии, который, однако, нивелируется при сезонных простоях. Простой техники в оптимальное агротехническое окно способен свести на нет всю экономию от покупки более дешевого аппарата.

Заключение

Таким образом, современный рынок агродронов в РФ переходит от экстенсивного насыщения к качественной интеграции в системы точного земледелия. Дальнейший рост сектора будет определяться не столько увеличением числа разрозненных аппаратов, сколько их объединением в единые автоматизированные системы управления агротехнологическими процессами, способные гибко адаптироваться к сложным климатическим и регуляторным условиям России.

Список использованной литературы

1. Кокунова И.В. Спутниковые навигационные системы как драйвер эффективности сельского хозяйства / И.В. Кокунова, В.А. Ружьев // Научное сопровождение в АПК для обеспечения продовольственной безопасности и развития сельских территорий: Материалы международной научно-практической конференции, Великие Луки, 16 апреля 2026 года. – Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2026. – С. 59–62.

2. Ружьев В.А. Информационно-навигационные системы управления точными агротехнологиями / В.А. Ружьев, К.В. Кожевников // Вестник Студенческого научного общества. – 2013. – № 1. – С. 436–439.

3. Кокунова, И.В. Цифровизация и интеллектуализация современного сельского хозяйства / И.В. Кокунова, В.А. Ружьев, А.И. Орехов // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии, инновации: материалы международной научно-практической конференции, Великие Луки, 16 октября 2025 года. – Великие Луки: Великолукская государственная сельскохозяйственная академия, 2025. – С. 87–91.

4. Ефименко Д.Д. Опыт создания полетного задания для XAG P100 Pro с использованием Geoscan Gemini / Д.Д. Ефименко, М.Д. Коровин // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, Санкт-Петербург - Пушкин, 19-21 марта 2025 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2025. – С. 494–497.

5. Ружьев В.А. Программно-цифровые и технические решения для мониторинга структуры и состояния почвы / В.А. Ружьев, И.В. Кокунова, К.С. Титов // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: Материалы национальной научно-

практической конференции с международным участием, Оренбург, 06 февраля 2026 года. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2026. – С. 129–133.

6. Миранович, А. В. Национальная рамка квалификаций и профессиональные стандарты: направления апробации / А. В. Миранович, Н. Г. Серебрякова // Техническое обеспечение инновационных технологий в АПК : Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 30–31 октября 2025 года. – Минск: БГАТУ, 2025. – С. 49–51.

УДК 631.6:633.1:631.5

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

Е.П. Садыков, заместителя директора по науке, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник,
Д.У. Утамбетов, д-р с.-х. наук (PhD), с.н.с.,
А.Н. Сагидуллаев, зав. лаборатория защита растений
Научно-производственное объединение «Зерно и рис», Нукуский район, Республика Каракалпакстан, Узбекистан
esbosin64@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты исследований 2024-2026 гг. по оценке продуктивности и эффективности водопользования озимой пшеницы и озимого тритикале в условиях Республики Каракалпакстан. Изучено влияние сроков посева, норм высева, минерального питания и способов орошения. Дождевальное орошение при влажности почвы 70-75-70% от ППВ обеспечило более рациональное использование воды. Максимальная урожайность составила 66,1 ц/га у озимой пшеницы и 66,2 ц/га у озимого тритикале, а минимальный удельный расход воды- 85,0 и 84,9 м³/ц соответственно. Повторный маш после уборки озимых повысил отдачу площади и обеспечил дополнительную продукцию. Результаты могут быть использованы при адаптации зернового производства к дефициту воды в Приаралье.

Abstract. The paper presents 2024-2026 results on productivity and water-use efficiency of winter wheat and winter triticale in the Republic of Karakalpakstan. Sowing dates, seeding rates, mineral nutrition and irrigation methods were studied. Sprinkler irrigation at 70-75-70% of field capacity improved water-use efficiency. Maximum yields were 66.1 and 66.2 c/ha, while specific water consumption reached 85.0 and 84.9 m³/ha, respectively. Repeated mung bean after winter cereals increased land-use efficiency and provided additional production.

Ключевые слова: озимая пшеница, озимый тритикале, рисовый севооборот, дождевальное орошение, водопользование, водосбережение, урожайность, маш.

Для Республики Каракалпакстан повышение эффективности орошаемого земледелия имеет особое значение вследствие ограниченности водных ресурсов и сложного мелиоративного состояния почв.

В рисовых севооборотах актуальна замена части традиционных технологических подходов системой, позволяющей получать устойчивую продукцию при меньших затратах воды. В этой связи озимая пшеница и озимый тритикале представляют интерес как культуры, способные эффективно использовать осенне-зимний период.

Ресурсосбережение определяется не отдельным приемом, а сочетанием срока посева, нормы высева, минерального питания и режима орошения. Дождевание позволяет равномернее распределять воду и оперативно регулировать влажность почвы. После уборки озимых размещение повторного маш дает возможность повысить коэффициент использования земли и получить дополнительную зернобобовую продукцию.

Поэтому наряду с урожайностью необходимо оценивать удельный расход оросительной воды и экономическую отдачу. Цель исследования- определить эффективные сочетания технологических факторов, обеспечивающие высокую продуктивность озимых зерновых культур при рациональном использовании воды.

Исследования проведены в 2024–2026 гг. на экспериментальных площадках Научно-производственного объединения зерна и риса Республики Каракалпакстан. Изучались озимая пшеница и озимый тритикале. Нормы высева пшеницы составляли 3,0-5,0 млн.шт., тритикале -2,2-3,0 млн.шт. семян/га; минеральное питание - N150; P100; K75, N180; P120; K90 и N210; P140; K105 кг/га. Основные сроки посева -II и III декады сентября.

Дождевальное орошение проводили при поддержании влажности 70-75-70% от ППВ; контроль-традиционное орошение. Определяли густоту и сохранность растений, элементы структуры урожая, урожайность, расход воды на единицу продукции и экономические показатели. Достоверность различий оценивали дисперсионным анализом.

Максимальная урожайность составила 66,1 ц/га у озимой пшеницы и 66,2 ц/га у озимого тритикале. Она получена при посеве в III декаде сентября, N210; P140; K105 кг/га и нормах высева 4,0 и 3,0 млн шт./га соответственно. Для устойчивой перезимовки более рациональными были 3,5 млн шт./га у пшеницы и 2,5 млн шт./га у тритикале при N180; P120; K90 и посеве во II декаде сентября.

Дождевальное орошение улучшало сохранность растений: максимальная жизнеспособность составила 88,4% у пшеницы и 88,3%

у тритикале. Минимальный удельный расход оросительной воды достиг 85,0 м³/га у пшеницы и 84,9 м³/га у тритикале, тогда как при традиционном орошении у пшеницы он составлял 116,8-120,0 м³/га. Экономия вегетационного расхода воды составила 11,4%.

После уборки озимых культур размещали повторный маш. В 2024-2025 гг. его урожайность составляла 12,7 и 21,7 ц/га. Общий зерновой баланс системы пшеница + маш достигал 71,6 и 81,9 ц/га, а тритикале + маш -72,1 и 84,4 ц/га. Таким образом, уплотнение севооборота повышало отдачу единицы площади.

Экономическая оценка показала максимальную прибыль 18 210,8 тыс. сум/га для озимой пшеницы и 16 948,5 тыс. сум/га для озимого тритикале. Прибыль на единицу использованной воды достигала 3453,6 и 3139,7 сум/м³ соответственно. Следовательно, снижение водозатрат сочеталось с высокой экономической отдачей.

Таблица 1 – Основные показатели продуктивности насыщающих культур севооборота

Культура	Срок	Норма высева	Норма внесение удобрений	Урожайность, ц/га
Озимая пшеница	III декада сентября	4,0 млн	N210; P140; K105	66,1
Озимый тритикале	III декада сентября	3,0 млн	N210; P140; K105	66,2

Выводы

1. Оптимизация срока посева, нормы высева, минерального питания и орошения позволяет одновременно повышать продуктивность озимых зерновых культур и эффективность использования воды.

2. Максимальная урожайность достигла 66,1 ц/га у озимой пшеницы и 66,2 ц/га у озимого тритикале; минимальный удельный расход воды -85,0 и 84,9 м³/ц.

3. Дождевальное орошение при режиме 70-75-70% ППВ обеспечило экономию вегетационного расхода воды 11,4%.

4. Повторный маш позволил получить дополнительный урожай 12,7-21,7 ц/га и повысить эффективность использования севооборотной площади.

5. Полученные технологические решения целесообразно использовать при совершенствовании зерновых севооборотов в условиях дефицита воды Каракалпакстана.

Список использованной литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. -М.: Агропромиздат, 1985. -351 с.
2. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. -Краснодар, 2004. -816 с.
3. Бегимқулов Ф. Ғалла экинларини ёмғирлатиб суғориш технологияси. Тошкент: Фан, 2019. – 146 б.
4. Матякубов Б. Сув тежамкор технологияларнинг иқтисодий самарадорлиги // Agro Ilm. – 2022. – № 6. – Б. 88–92.
5. Playán E., Mateos L. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity // Agricultural Water Management. – 2015. – Vol. 151. – P. 113 – 124.
6. Singh R., Sharma P. Influence of legumes on soil fertility and succeeding crops // Indian Journal of Agronomy. -2011. -Vol. 56(4). – P. 325–330.
7. Turner N.C., Asseng S. Agronomic adaptation and water use efficiency under drought conditions // Agricultural Water Management. – 2011. – Vol. 98. – P. 1403–1413.

УДК: 633.18:631.52:631.559

СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА КРУПНОЗЕРНЫХ СОРТОВ И СОРТОВЫХ ОБРАЗЦОВ РИСА В УСЛОВИЯХ КОНКУРСНОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ

Е.П. Садыков, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник,
М.М. Камалов, младший научный сотрудник
Научно-производственное объединение «Зерно и рис»,
Нукуский район, Республика Каракалпакстан, Узбекистан
esbosin64@gmail.com

Аннотация. В статье представлена селекционная оценка крупнозерных сортов и сортовых образцов риса в условиях конкурсного сортоиспытания.

Abstract. The article presents a breeding evaluation of large-grained rice varieties and varietal samples under competitive variety testing conditions.

Ключевые слова: оценка, сорт, рис, классификация,образец.

Key words: evaluation, grade, rice, classification, sample.

Актуальность

Рис (*Oryza sativa* L.) является одной из основных зерновых культур, имеющих важное значение в обеспечении продовольственной безопасности населения мира. Повышение эффективности производства риса требует не только высокой урожайности, но и сочетания таких признаков, как крупность зерна, количество зерен в метёлке, продуктивная кустистость, степень выполненности зерна и количество пустых зерен, что является важной селекционной задачей [1, 2].

Республика Каракалпакстан является одним из регионов, характеризующихся специфическими агроэкологическими условиями

для возделывания риса, где дефицит водных ресурсов, засоление почв, высокая температура воздуха и другие стрессовые факторы оказывают существенное влияние на рост, развитие и урожайность риса. В связи с этим создание и отбор сортов риса, адаптированных к условиям региона, обладающих высокой урожайностью, крупным зерном и комплексом хозяйственно ценных признаков, являются актуальными научно-практическими задачами.

В формировании урожайности риса важное место занимают биологические особенности метёлки и её структурные элементы, в том числе количество зерен в метёлке, степень выполненности зерна и масса 1000 зерен [2, 3]. Особенно масса 1000 зерен является одним из важных показателей при оценке крупнозерности сортов и сортовых образцов и используется для выделения перспективных генотипов в селекционном процессе [3, 4].

В условиях Каракалпакстана в селекции риса особое значение имеет эффективное использование генетического разнообразия исходного материала, оценка имеющихся сортов и сортовых образцов в местных агроэкологических условиях, а также комплексный отбор по нескольким хозяйственно ценным и биологическим признакам. Особенно на этапе конкурсного сортоиспытания оценка крупнозерных образцов по морфологическим и продуктивным признакам позволяет определить перспективность их дальнейшего использования в селекционном процессе [5].

С этой точки зрения выявление генотипов риса, адаптированных к сложным агроэкологическим условиям Каракалпакстана, характеризующихся крупным зерном и высокими показателями элементов продуктивности, является актуальным и в настоящее время. Комплексная биометрическая оценка таких образцов в условиях конкурсного сортоиспытания имеет важное научно-практическое значение.

В связи с этим изучение биометрических показателей крупнозерных сортовых образцов риса в условиях конкурсного сортоиспытания и выделение среди них перспективных образцов по признакам крупнозерности и элементам продуктивности является актуальной научно-практической задачей.

Результаты работы

Исследования проводились в условиях конкурсного сортоиспытания на крупнозерных сортовых образцах риса, при этом изучались их основные биометрические и продуктивные показатели. В

ходе исследований проводилась оценка таких признаков, как высота растения, длина метёлки, продуктивная кустистость, количество зерен в метёлке, масса зерен в метёлке, масса 1000 зерен, а также количество пустых зерен.

По изученным образцам высота растений варьировала в пределах 78,5-94,2 см. Наибольшая высота растений отмечена у образца D-7 (D-49) - 94,2 см, тогда как наименьший показатель отмечен у образца D-8 (D-64) D-30 - 78,5 см. У образца D-6 (D-6) D-169 высота растений составила 78,6 см, что близко к показателю образца D-8 (D-64) D-30. Среди стандартных сортов высота растений у сорта Гулистон составила 82,1 см, у Алмаз - 84,2 см, у Джавохир - 88,3 см.

Таблица 1– Классификация биометрических показателей крупнозерных образцов риса, изучаемых в условиях конкурсного сортоиспытания

Название образцов	Высота растения, см	Длина метёлки, см	Продуктивная кустистость, шт.	в метёлке		Масса 1000 зёрен г	Кол пустых зёрен, %
				кол зёрен в метёлке, шт	масса зёрен в метёлке, г		
1	2	3	4	5	6	7	8
Гулистон	82,1	15,3	3,4	84	2,80	31,3	16,1
Алмаз	84,2	17,0	3,4	71	2,20	27,28	18,0
Жавохир	88,3	17,5	3,0	82	2,60	28	19,8
D-7 (D-49)	94,2	15,4	3,4	72	3,72	32,4	22,0
D-9 (D-184) D-154	88,0	16,8	3,5	93	3,20	32,2	19,0
D-8 (D-64) D-30	78,5	18,3	3,4	72	3,00	31,6	24,0
D-8 (8-04-8)	85,0	15,4	3,3	79	3,10	32,8	15,5
D-6 (D-6) D-169	78,6	17,2	3,5	69	2,97	31,0	19,0

По длине метёлки между образцами наблюдались различия в пределах 15,3–18,3 см. Самая длинная метёлка отмечена у образца D-8 (D-64) D-30 – 18,3 см, затем у сорта Джавохир – 17,5 см и образца D-6 (D-6) D-169 – 17,2 см. Самая короткая метёлка отмечена у сорта Гулистон – 15,3 см. У образцов D-7 (D-49) и D-8 (8-04-8) длина метёлки составила 15,4 см.

По показателю продуктивной кустистости изученные образцы различались в пределах 3,0–3,5 продуктивных стебля. Наибольшая продуктивная кустистость отмечена у образцов D-9 (D-184) D-154 и D-6 (D-6) D-169 – по 3,5 стебля. У сортов Гулистон, Алмаз, образца D-7 (D-49) и D-8 (D-64) D-30 данный показатель составил 3,4 стебля. Наименьшая продуктивная кустистость отмечена у сорта Джавохир – 3,0 стебля.

По количеству зерен в метёлке выявлены существенные различия между изученными образцами. Наибольшее количество зерен в одной метёлке отмечено у образца D-9 (D-184) D-154 – 93 зерна. У сорта Гулистон данный показатель составил 84 зерна, у Джавохира – 82 зерна, у образца D-8 (8-04-8) – 79 зерен. Наименьшее количество зерен отмечено у образца D-6 (D-6) D-169 – 69 зерен.

При изучении массы зерен в метёлке наибольший показатель отмечен у образца D-7 (D-49) – 3,72 г. Следующие высокие значения отмечены у образца D-9 (D-184) D-154 - 3,20 г, D-8 (8-04-8) – 3,10 г и D-8 (D-64) D-30 – 3,00 г. Наименьшая масса зерен в метёлке отмечена у сорта Алмаз – 2,20 г.

По массе 1000 зерен, являющейся одним из основных показателей крупнозерности, также выявлены выраженные различия между изученными образцами. Наибольший показатель отмечен у образца D-8 (8-04-8) – 32,8 г, далее следовали D-7 (D-49) – 32,4 г и D-9 (D-184) D-154 – 32,2 г. У образца D-8 (D-64) D-30 масса 1000 зерен составила 31,6 г, у сорта Гулистон – 31,3 г, у D-6 (D-6) D-169 – 31,0 г. Относительно низкий показатель отмечен у сорта Джавохир – 28,0 г, а наименьший показатель – у сорта Алмаз, составивший 27,28 г.

По количеству пустых зерен показатели находились в пределах 15,5–24,0 %. Наименьшее количество пустых зерен отмечено у образца D-8 (8-04-8) – 15,5 %, что характеризует данный образец как представляющий интерес также по степени выполненности зерна. У сорта Гулистон количество пустых зерен составило 16,1 %, у образцов D-9 (D-184) D-154 и D-6 (D-6) D-169 – по 19,0 %. Наибольшее количество пустых зерен отмечено у образца D-8 (D-64) D-30 – 24,0 %.

В целом установлено, что изученные крупнозерные образцы риса в условиях конкурсного сортоиспытания характеризовались значительной вариабельностью по биометрическим показателям. Особенно выделились образцы D-8 (8-04-8), D-7 (D-49) и D-9 (D-184) D-154 по

высоким значениям крупнозерности и отдельных элементов продуктивности. У образца D-8 (8-04-8) масса 1000 зерен составила 32,8 г, а количество пустых зерен – 15,5 %, что представляет интерес с точки зрения относительно благоприятного сочетания этих двух показателей. У образца D-7 (D-49) масса зерен в метёлке составила 3,72 г, а масса 1000 зерен – 32,4 г. Образец D-9 (D-184) D-154 продемонстрировал высокие показатели по количеству зерен в метёлке – 93 зерна и продуктивной кустистости - 3,5 стебля.

Таким образом, среди изученных образцов выявлены перспективные формы по признакам, характеризующим крупнозерность, продуктивность метёлки и степень выполненности зерна. Дальнейшая оценка данных образцов на последующих этапах селекционного процесса в комплексе с урожайностью и другими хозяйственно ценными признаками позволит более точно определить их селекционную ценность.

Заключение

В условиях конкурсного сортоиспытания проведена селекционная оценка крупнозерных сортов и сортовых образцов риса по комплексу биометрических и продуктивных признаков. Установлено, что изученные образцы существенно различались по высоте растений, длине метёлки, продуктивной кустистости, количеству и массе зёрен в метёлке, массе 1000 зёрен и количеству пустых зёрен.

По признаку крупнозерности наиболее высокие показатели отмечены у образца D-8 (8-04-8), у которого масса 1000 зёрен составила 32,8 г. Образцы D-7 (D-49) и D-9 (D-184) D-154 также характеризовались высокой массой 1000 зёрен – соответственно 32,4 и 32,2 г.

По отдельным элементам продуктивности выделились образец D-7 (D-49) с максимальной массой зёрен в метёлке – 3,72 г и образец D-9 (D-184) D-154 с наибольшим количеством зёрен в метёлке – 93 шт. При этом образец D-8 (8-04-8) отличался наиболее низким количеством пустых зёрен – 15,5 %.

Таким образом, образцы D-8 (8-04-8), D-7 (D-49) и D-9 (D-184) D-154 представляют селекционный интерес как исходный материал с ценными признаками крупнозерности и отдельных элементов продуктивности. Данные образцы целесообразно продолжить изучать на последующих этапах селекционного процесса с обязательной оценкой урожайности, качества зерна, устойчивости к абиотическим стрессовым факторам и других хозяйственно ценных признаков.

Список использованной литературы

1. Akhila, Ajmeera, L. Krishna, C.V. Sameer Kumar, T. Kiranbabu. Genetic Variability and Correlation Analysis for Yield Attributing Traits in Rice (Oryza sativa L.) // *Journal of Experimental Agriculture International*. – 2025. – Vol. 47, No. 7. – P. 667–674. – DOI: 10.9734/jeai/2025/v47i73605.https://www.journaljeai.com/index.php/JEAI/article/view/3605?utm_source=chatgpt.com.
2. El-Hashash E.F., El-Abd A.B., El-Sayed A.A. Definition of selection criterion using correlation and path coefficient analysis in rice (Oryza sativa L.) genotypes // *Bulletin of the National Research Centre*. – 2020. – Vol. 44. – Article 194. – DOI: 10.1186/s42269-020-00403-y. https://link.springer.com/article/10.1186/s42269-020-00403-y?utm_source=chatgpt.com.
3. Reig-Valiente J.L., Elazab A., Abdelraheem A., et al. Genotypic variation of yield-related traits in an irrigated rice breeding program for tropical Asia // *Journal of Agriculture and Food Research*. – 2022. – Vol. 10. – 100382. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773126X22000363?utm_source=chatgpt.com
4. Tiwari D.N., Tripathi S.R., Tripathi M.P., Khatri N., Bastola B.R. Genetic variability and correlation coefficients of major traits in early maturing rice under rainfed lowland environments of Nepal // *Advances in Agriculture*. – 2019. – Article ID 5975901.
5. Sadhana P., Damodar Raju Ch., Subba Rao L.V., Kuna A. Studies on variability, correlation and path coefficient analysis for yield and quality traits in rice (Oryza sativa L.) genotypes // *Electronic Journal of Plant Breeding*. – 2025. – Vol. 13, No. 2. – DOI: 10.37992/2022.1302.084. https://ejplantbreeding.org/index.php/ejpb/article/view/628?utm_source=chatgpt.com.

УДК 633.18:631.51:631.67

ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ВЫРАЩИВАНИЯ РИСА ПУТЕМ ПОСЕВА ВО ВЛАЖНУЮ ПОЧВУ НА РАСХОД ВОДЫ И СТЕПЕНЬ ЗАСОЛЕНИЯ

Г.А. Хожамбергенов, канд. с.-х. наук,
старший научный сотрудник,
Д.У. Утамбетов, доктор PhD, старший научный сотрудник,
директор,
Е.П. Садыков, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник,
А.Н. Сагидуллаев, соискатель
Научно-производственное объединение «Зерно и рис»,
Нукуский район, Республика Каракалпакстан, Узбекистан
Xojambepgenov1958@gmail.com

Аннотация. В статье представлено влияние метода выращивания риса путем посева во влажную почву на расход воды и степень засоления.

Abstract. The article presents the impact of the wet-seeding rice cultivation method on water consumption and the degree of soil salinity.

Ключевые слова: Рис, метод, посев, расход воды, степень засоления.
Key words: Rice, method, sowing, water consumption, salinity level.

Актуальность

В постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 2 июля 2025 года № 410 «О дополнительных мерах по бесперебойному обеспечению населения республики рисовой продукцией» определены меры по разработке рекомендаций по выращиванию риса с использованием инновационных и водосберегающих технологий [1]. В связи с дефицитом водных ресурсов сотрудниками лаборатории «Орошение и мелиорации» Научно-производственного объединения зерна и риса проводятся исследования по разработке технологии выращивания риса при посеве во влажную почву.

Исследования выращивания риса путем посева во влажную почву проводились в разных странах и регионах, однако получение стабильной урожайности при одновременном снижении водопотребления и засоления остается актуальной задачей [2-5]. В Каракалпакстане экспериментальные работы по количественной оценке расхода воды и степени засоления при таком способе выращивания риса ранее не проводились.

Цель исследования – определить расход воды и изменение солевого состояния почвы при посеве риса во влажную почву с последующим затоплением и поливом, а также при сочетании данного способа с капельным орошением.

Результаты исследований

Исследования проведены на опытных полях Научно-производственного объединения зерна и риса. Почва опытного участка средне- и легкосуглинистая, среднезасоленная; глубина залегания грунтовых вод – 2,0-3,0 м. Полевой опыт включал три варианта в четырехкратной повторности. Высевали семена скороспелого сорта риса «Гулистон», репродукция суперэлита.

I вариант (контроль) – посев риса вручную в воду. II вариант - посев риса во влажную почву, затопление через 30-35 дней и последующий полив до конца вегетационного периода. III вариант - посев во влажную почву, капельное орошение через 30-35 дней и установление слоя воды с фазы трубкования. Исследования выполнены по методикам УзНИИХ (2007) и В. Б. Зайцева (1977).

Поступление воды на делянку измеряли водомерами, установленными на насосе. Сравнительные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатель	Разбросной посев семян риса вручную в воду	Посев во влажную почву с затоплением через 30–35 дней и поливом	Посев во влажную почву, капельное орошение через 30–35 дней и слой воды с фазы трубкования
Расход на делянку	35,3 м³	24,3 м³	8,2 м³
Оросительная норма, м³/га	23 500	16 200	8 200
Экономия воды	–	31 %	65 %
Эффективность	Низкая	Средняя	Высокая

При традиционном способе расход воды составил 35,3 м³ на делянку, а оросительная норма -23500 м³/га. При посеве во влажную почву с затоплением через 30–35 дней и последующим поливом расход снизился до 24,3 м³ на делянку, или 16 200 м³/га, что соответствует экономии 31 %. При сочетании посева во влажную почву с капельным орошением расход составил 8,2 м³ на делянку, или 8 200 м³/га; экономия относительно контроля достигла 65 %. Полученные данные подтверждают зависимость эффективности использования воды от режима орошения.

Для оценки изменения содержания солей отбирали почвенные образцы, которые анализировали в лаборатории Каракалпакской гидромелиоративной экспедиции. Динамика электропроводности и основных ионов приведена в таблице 2.

Таблица 2

Вариант	Дата	Электро-проводность	HCO_3	Cl	SO_4	Ca	Na
1. Посев в воду	03.04	3,528	0,026	0,133	2,768	2,494	0,343
1. Посев в воду	10.10	2,130	0,030	0,064	1,333	1,247	0,890
2. Влажная почва + затопление	03.04	2,895	0,029	0,098	2,050	2,245	0,622
2. Влажная почва + затопление	10.10	1,897	0,030	0,057	1,179	0,998	0,739
3. Влажная почва + капельное орошение	03.04	2,230	0,041	0,048	0,991	1,496	0,755
3. Влажная почва + капельное орошение	10.10	1,697	0,031	0,049	1,025	1,247	0,602

Примечание: показатели HCO_3, Cl, SO_4, Ca и Na приведены в исходных единицах анализа (мг-экв); электропроводность – по данным лабораторного анализа.

В контрольном варианте в начале сезона содержание Cl составило 1,117 мг-экв, SO_4 -2,768 мг-экв, что указывает на преимущественно сульфатно-хлоридный характер засоления. К концу вегетации электропроводность снизилась с 3,528 до 2,130, а содержание Cl и SO_4 – до 0,558 и 1,333 мг-экв соответственно.

Во втором варианте электропроводность снизилась с 2,895 до 1,897. Содержание Cl уменьшилось с 0,838 до 0,558 мг-экв, SO_4 – с 2,050 до 1,179 мг-экв. Это свидетельствует о некотором рассолении почвы при отсутствии постоянного слоя воды в начале вегетации.

В третьем варианте электропроводность была минимальной уже в начале сезона -2,230, а к его концу снизилась до 1,697. Содержание Cl составило 0,838 и 0,558 мг-экв, SO_4 - 0,991 и 1,025 мг-экв соответственно. Полученные данные показывают наименьший уровень засоления среди исследованных вариантов и более эффективное управление водным и солевым режимами.

Заключение

1. Традиционный способ орошения характеризуется оросительной нормой 23 500 м³/га. Посев риса во влажную почву с затоплением через 30–35 дней и последующим поливом обеспечивает экономию воды 31 %; при сочетании с капельным орошением экономия достигает 65 % по данным опыта.

2. Способ посева и режим орошения существенно влияют на сезонную динамику содержания солей в почве. Посев в воду сохраняет более высокий уровень солей, тогда как посев во влажную почву с последующим поливом снижает засоление. Наиболее низкая электропроводность в конце сезона получена при сочетании посева во влажную почву с капельным орошением и последующим установлением слоя воды.

Список использованной литературы

1. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 2 июля 2025 года № 410 «О дополнительных мерах по бесперебойному обеспечению населения республики рисовой продукцией».

2. Алешин Е. П. и др. Агротехника риса на засоленных землях. Технология раннего посева риса Ростовской области. Ростов н/Д.: Изд-во Ростовского университета, 1987. С. 61–64.

3. Попов В. А. Совершенствование рисовых систем на Кубани. Краснодар, 1988. С. 34–36.

4. Ерыгин П. С. Физиология риса. М.: Колос, 1981. С. 37–38.

5. Хожамбергенов Г. и др. Рекомендации по выращиванию риса в регионе Каракалпакстана. Нукус: «Билим», 2022. 40 с.

6. Kurbanbaev S., Usmanov Sh., Batyrbaev E. The Effect of Water-Saving Technologies on the Growth and Productivity of Rice in the Soil Climate of the Republic of Karakalpakstan // International Engineering Journal for Research & Development (IEJRD). 2023.

7. Zhumabekov A. A., Bulanbayeva P. U., Esalyeva A., Bolatov A. Effect of Different Irrigation Regimes on Rice Productivity in the Kyzylorda Region // Bulletin of Science of S. Seifullin Kazakh Agro Technical University. 2019. No. 3 (102).

УДК 631

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ЕЕ АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА

И.П. Трояновская, д-р техн. наук, профессор,
О.А. Гребенщикова, канд. техн. наук, доцент,
Д.В. Базанова, канд. техн. наук, доцент,
И.А. Якушев, аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный университет, Институт агроинженерии, г. Челябинск, Российская Федерация
tripav63@mail.ru

Аннотация. В статье исследовано влияние способа обработки почвы на ее агрофизические показатели и продуктивность севооборота.

Abstract. The article investigates the effect of the tillage method on soil agrophysical properties and crop rotation productivity.

Ключевые слова: обработка почвы, способ, продуктивность, севооборот.

Key words: tillage, method, productivity, crop rotation.

Актуальность

Продуктивность севооборота во многом определяется урожайностью выращиваемых сельскохозяйственных культур. Чаще всего научные исследования ограничиваются влиянием на урожайность той или иной культуры различного вида удобрений [1].

Вместе с тем, последнее время широкое распространение получило «органическое» земледелие, характеризуемое отсутствием использования или минимальным использованием минеральных удобрений. В этом случае, влиять на агрофизические показатели

почвы можно с помощью способа ее обработки. Однако, большинство научных исследований ограничиваются детальным изучением только одного способа обработки почвы [2].

Целью данного исследования является изучение влияния различных способов обработки почвы на агрофизические показатели почвы и урожайность сельскохозяйственных культур.

Для оценки влияния способов обработки почвы на ее агрофизические показатели был проведен полевой эксперимент на примере пятипольного зерно-паро-пропашного севооборота: черный пар – пшеница озимая – подсолнечник – ячмень яровой – кукуруза на зерно. В процессе эксперимента использовались три способа обработки почвы, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки:

1. ***Вспашка с оборотом пласта***. Обработка почвы посредством лемешного плуга осуществлялась на глубину: 20–22 см под ячмень яровой и подсолнечник, 23–25 см под кукурузу и 25–27см под черный пар (осенью). Вместе с тем отвальная обработка почвы имеет ряд недостатков: большая энергоёмкость, высокая гребнистость и комковатость поверхности поля, образование «плужной подошвы», выражаемое в дополнительном уплотнении почвы [3-4];

2. ***Безотвальная обработка почвы*** с использованием чизель-культиватора. Чизелевание почвы проводилось на глубину 40–45 см под подсолнечник и яровой ячмень (осенью). Недостатком безотвальной обработки почвы является повышенная засоренность поля, так как семена сорняков не заделываются глубоко, а остаются в верхнем слое почвы, что провоцирует их активный рост. Растительные остатки на поверхности создают благоприятные условия для вредителей, что требует более активной химической защиты растений [5]. При длительной безотвальной обработке нижние слои почвы могут уплотняться, что снижает их водо- и воздухопроницаемость [6];

3. ***Обработка с помощью почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины*** [7]. Принцип работы рабочих органов этих машин основан на совмещении операций крошения и сепарации почвы по глубине обрабатываемого слоя [8]. Рыхлительно-сепарирующие машины позволяют обрабатывать почву на глубину до 15 см.

Результаты исследований

К основным агрофизическим свойствам относятся: структурный состав почвы, ее твердость и плотность, а также обеспеченность влагой.

Структурирование почвы. Коэффициент структурности почвы определялся по количеству наиболее ценных структурных агрегатов размером 10–0,25 мм. Максимальное их количество (70–90 %) наблюдалось при использовании рыхлительно-сепарирующей машины, что на 5–10 % больше, чем обработке почвы с оборотом пласта. Худшие показатели структурности почвы имела безотвальная обработка. Коэффициент структурности почвы весной при сепарировании почвы был в 1,5–2 раза выше по сравнению с обработкой с оборотом пласта. Это объясняется снижением давления на почву и оставлением пожнивных остатков предшествующей культуры на поверхности поля.

Твердость почвы. Глубокая вспашка с оборотом пласта способствовала снижению твердости почвы вследствие ее механического разрыхления. Использование рыхлительно-сепарирующей машины в системе мульчирующей обработки позволила уменьшить глубину рыхления с 14–15 см до 12–14 см, что повысило показатели твердости почвы (слой 0-30 см) в весенний период перед посевом полевых культур по сравнению с вспашкой с 15,9 кг/см^{2}до 18,8 кг/см^2. В конце вегетации полевых культур наблюдалось повышение твердости до 26 кг/см^2, превышающее предельно допустимый параметр (21 кг/см^2). Это обусловлено техногенной нагрузкой на почву, уменьшением плотности и пористости, ухудшением структурного и водного режима обрабатываемого слоя (0-30 см). Однако, в течение осенне-зимнего периода, под влиянием основной обработки и вследствие повышения влажности в период оттаивания наблюдалось восстановление твердости почвы к ее оптимальным параметрам.

Плотность почвы при различных способах обработки в начале весенне-полевых работ в полях составляла: при использовании рыхлительно-сепарирующей машины – 1,23–1,29 г/см^3; при обработке с оборотом пласта – 1,09–1,17 г/см^3; при безотвальной обработке почвы – 1,12–1,23 г/см^3. Уплотнение поверхностного слоя (0-30 см) при использовании рыхлительно-сепарирующей машины объясняется уменьшением глубины рыхления. Однако, значение плотности почвы не превышает рекомендуемых показателей (1,3 г/см^3) для выращивания культур севооборотов.

Запасы влаги в почве перед посевом полевых культур. Аккумуляция осадков в почве за осенне-зимний период при использовании

рыхлительно-сепарирующей машины были больше на 7,1–8,5 мм, чем при вспашке с оборотом пласта и на 3,2 мм больше, чем при безотвальной обработке. Это объясняется наличием пожнивных остатков в виде мульчи на поверхности полей севооборота, которая защищает поверхность почвы от активного испарения влаги. Особую эффективность показала чизельная обработка, позволившая увеличить накопление влаги за осенне-зимний период за счет растительных остатков задерживающих снег.

Черный пар имеет важное значение. Он способствует почти полному восстановлению ресурсов почвенной влаги (152–181 мм) на время посева озимой пшеницы независимо от способов обработки. Наличие черного пара позволяет получать стабильные урожаи зерна даже при отсутствии дождей во время весенне-летней вегетации и избегать губительного воздействию засухи. Черный пар регулирует водный режим в короткоротационном севообороте в целом. Особую важность восстановление запасов продуктивной влаги приобретает после подсолнечника, склонного к высушиванию 1,5-метрового слоя почвы. Ранний пар обеспечивает увеличение коэффициента усвоения осадков в корнесодержащем слое почвы (0–150 см) по сравнению со вспашкой и чизельной обработкой в среднем на 105–131 м³/га за счет пожнивных остатков предшествующей культуры.

Засоренность поля. На пару наименьшее количество сорняков наблюдалось при использовании рыхлительно-сепарирующей машины и вспашке с оборотом пласта (104,2 шт/м^2). Наибольшая засоренность полей наблюдалась при безотвальной обработке (131,3 шт/м^2) и обработке раннего пара весной (131,8 шт/м^2). Суммарная масса уничтоженной гербицидами растительности (воздушно-сухое состояние) составляло при использовании рыхлительно-сепарирующей машины почвы 20,1 г/м^2, при вспашке с оборотом пласта – 28,9 г/м^2 и при безотвальной обработке – 36,3 г/м^2. В посевах озимой пшеницы в среднем за годы исследований насчитывалось сорняков: при сепарировании почвы 4,2 шт/м^2 (3,3 г/м^2), при вспашке с оборотом пласта – 13,2 шт/м^2 (5,5 г/м^2), при весенней безотвальной обработке (ранний пар) – 13,8 шт/м^2 (8,8 г/м^2).

Такие же закономерности отмечены и в посевах ячменя ярового. Количество сорняков в фазе колошения растений озимых составила: при использовании рыхлительно-сепарирующей машины 3,2–5,6 шт/м^2, при вспашка с оборотом пласта – 4,4–7,0 шт/м^2, при безотвальной обработке почвы чизелем – 6,4–11,6 шт/м^2.

В посевах подсолнечника наблюдалось повышенное количество сорняков при сепарировании до 6,5 шт/м^2 (10,4 г/м^2). В тоже время количество сорняков при вспашке с оборотом пласта составляло 2,2–4,0 шт/м^2 (2,5–3,3 г/м^2), при безотвальной чизельной обработке – 3,6–6,4 шт/м^2 (5,4–10,1 г/м^2). Такая же закономерность (наименьшие количественные и весовые показатели сорняков при вспашке с оборотом пласта и безотвальной обработке) обнаружена и в посевах кукурузы. Число сорняков при обороте пласта составляло 9,6–12,6 шт/м^2 (2,5–2,9 г/м^2), при безотвальной чизельной обработке – 9,0–10,2 шт/м^2 (2,8–3,4 г/м^2), при использовании рыхлительно-сепарирующей машины – 13,1–15,6 шт/м^2 (3,3–5,0 г/м^2). Это объясняется локализацией семян сорняков в верхних слоях почвы.

Продуктивность севооборота определялась в итоге по урожайности полевых культур.

Для озимой пшеницы урожайность была практически одинаковой для всех способов обработки почвы: при вспашке с оборотом пласта 4,84–5,10 т/га; при безотвальной чизельной обработке 4,89–5,25 т/га; при обработке почвы с помощью рыхлительно-сепарирующей машины 4,82–5,25 т/га.

Урожайность ярового ячменя при обработке почвы с помощью рыхлительно-сепарирующей машины была ниже на 0,21–0,22 т/га, чем при безотвальной обработке и на 0,19–0,40 т/га ниже, чем при обработке с оборотом пласта. Причиной этого является повышенная засоренность посевов и переувлажнение посевного слоя за счет значительного количества на поверхности поля листо-стебельной массы предшествующей культуры (подсолнечника). Вспашка с оборотом пласта и безотвальная чизельная обработка почвы способствуют более качественному перемешиванию растительных остатков предшествующей культуры и более быстрому прогреву верхнего слоя весной, что создает условия для жизнедеятельности микробных популяций и освобождения иммобилизованных минеральных соединений в почвенный раствор.

Для кукурузы более высокие показатели урожайности наблюдались после вспашки с оборотом пласта – 4,89–5,61 т/га и после чизелевания без оборота пласта – 4,84–5,55 т/га. Обработка почвы рыхлительно-сепарирующей машиной способствовала снижению урожайности на 0,02–0,07 т/га (0,4–1,4 %).

Урожайность подсолнечника при всех способах обработки почвы составляла 2,24–2,73 т/га. Незначительное повышение на 0,04–0,07 т/га (1,6–2,6 %) отмечалось при чизельной обработке.

Заключение

Увеличение производственных затрат при глубокой вспашке не всегда окупается ростом урожайности. Оптимизировать эксплуатационные затраты на обработку почвы можно за счет альтернативных способов основной обработки почвы. Сравнение разных способов обработки почвы в пяти-польном зерно-паро-пропашном севообороте по агрофизическим свойствам почвы и продуктивности севооборота показало преимущество использования рыхлительно-сепарирующей машины и чизелевания в условиях Южного Урала.

Список использованной литературы

1. Измаилова Д.С., Изотов А.М. Влияние азотных удобрений и органоминеральных препаратов на урожайность и качество зерна твердой пшеницы // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 1 (25). С. 113-123. doI:10.33952/2542-0720-2021-1-25-113-123.
2. Khaitov M. et al. Impact of Fertilization and Soil Treatment Methods on Soil Biological Activity // E3S Web of Conferences. 2026. vol. 703. no. 03009. doi:10.1051/e3sconf/202670303009.
3. Бледных В.В. и др. Универсализация лемешно–отвальной поверхности рабочего органа плуга // Тракторы и сельхозмашины. 2016. №10. с.34–37.
4. Tarasenko B.F. et al. Research and Development of a Combined Unit for Tillage with a Layer Turnover // Journal of Terramechanics. 2022. vol. 99. pp. 29–33. doi:10.1016/j.jterra.2021.11.002.
5. Несмиян А.Ю. и др. Обоснование путей повышения эффективности глубокого безотвального рыхления почвы // Тракторы и сельхозмашины. 2026. №93(1). с. 34-41. doi:10.17816/0321-4443-642751.
6. Radjabov J. et al. Impact of Weed Control Methods on Corn Yield and Soil Fertility Conservation // E3S Web of Conference. 2025. vol. 613. no. 02003. doi: 10.1051/e3sconf/202561302003.
7. Сыромятников Ю.Н. Результаты полевых исследований роторной почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины с экспериментальными рабочими органами // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (163). с. 184-192.
8. Syromyatnikov Yu. et al. Productivity of Tillage Loosening and Separating Machines in an Aggregate with Tractors of Various Capacities // Journal of Terramechanics. 2021. vol. 98. pp. 1-6. doi:10.1016/j.jterra.2021.09.002

УДК 636.4.087.61

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА

В.И. Ветушко, старший преподаватель,
М.А. Керимов, д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Пушкин, Российская Федерация
masterkms@mail.ru

Аннотация. Совершенствование технологи производства семян подсолнечника представляет собой важную научно-практическую задачу. Целью данного исследования является обоснование методики принятия решений при возделывании подсолнечника на основе анализа триады «*оператор-машина-среда*» (О-М-С). В основе исследования лежит системный подход, рассматривающий технологию как вероятностную структуру.

Abstract. Improving sunflower seed production technology constitutes an important scientific and practical task. The aim of this study is to substantiate a decision-making methodology for sunflower cultivation based on an analysis of the "operator-machine-environment" triad. The study is grounded in a systems approach that views the technology as a probabilistic structure.

Ключевые слова: возделывание подсолнечника, экологическая безопасность, агробиотехническая система, системный подход.

Key words: sunflower cultivation, environmental safety, agro-biotechnical system, systems approach.

Актуальность

В основе научного исследования лежит апробированный системный подход, рассматривающий технологию возделывания гибридов подсолнечника как вероятностную структуру, состоящую из трех взаимозависимых подсистем [1, 2]:

1. *Человеческий фактор* – реакция и адаптивность оператора в условиях стресса являются переменными величинами.

2. *Технический фактор* – параметры машин в полевых условиях отклоняются от номинальных, что влияет на общую управляемость.

3. *Окружающая среда* – внешние условия характеризуются высокой степенью неопределенности.

Результаты исследований

Для анализа системы использована динамическая модель в концепции «*вход-выход*». Среди внешних воздействий критическое значение имеют негативные экологические факторы: температурный режим, запыленность и вибрационные нагрузки [3, 4].

Методология исследования включает экспертное ранжирование наиболее значимых факторов риска с последующей проверкой согласованности мнений через коэффициент конкордации. Это позволяет выделить приоритетные параметры для построения расчетной схемы [4].

На основе анализа условий функционирования предложен комплексный критерий безопасности ($K_{тр}$), который описывается как функция технических параметров агрегата и уровня запыленности и температурного режима в рабочей зоне. Снижение данного показателя свидетельствует о повышении экологической устойчивости производственного процесса [5].

Изучена динамика загрязнения окружающего воздуха при выполнении различных технологических операций. Установлено, что наивысшие показатели запыленности (до 200 мг/м^3) фиксируются при вспашке, посеве и культивации технических культур; состав пыли на 85% состоит из органических микрочастиц; существует обратная зависимость между влажностью почвы и концентрацией пыли: уменьшение влажности на 1% ведет к росту запыленности в 1,5…1,8 раза.

Для разработки мер профилактики была построена прогностическая модель на основе статистических данных за 2014–2025 гг. с использованием метода линейной регрессии. Обосновано математическое ожидание и возможные отклонения параметров безопасности на перспективу до 2030 г. [6].

Заключение

Технологическая надежность агробиотехнической системы напрямую зависит от соблюдения экологических требований к производственной среде [7]. Основными факторами, определяющими эффективность и травмобезопасность технологий, являются чистота воздуха в рабочей зоне, температурный режим и конструктивное совершенство применяемой техники. Практическое применение данной модели в семеноводстве подсолнечника обеспечивает сокращение травматизма на 12-15% и создает основу для внедрения полностью безопасных технологий возделывания.

Список использованной литературы

1. Керимов М.А. Управление техническими системами: учебное пособие / М.А. Керимов; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2011. – 104 с.

2. Обоснование размера комбинированного агрегата для обработки почвы и посева / А.В. Добринов, В.А. Ружьев, О.В. Кощаева, В.Г. Борулько // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 159. – С. 122-132. – DOI 10.21515/1990-4665-159-008.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025697295 Российская Федерация. Совершенствование технологических приемов управления режимами влагообеспечения корнеобитаемого слоя почвы: заявл. 24.12.2025: опубл. 24.12.2025 / В.А. Ружьев, В.Д. Губарев; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

4. Керимов М.А. Повышение эффективности и безопасности функционирования технологий производства семян технических культур / М.А. Керимов, В.И. Ветушко // Известия Международной академии аграрного образования. – 2023. – № 66. – С. 44-49.

5. Керимов М.А. Оптимизация многосвязных систем с учетом неопределенности исходной информации / М.А. Керимов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2020. – № 48. – С. 10–13.

6. Керимов М.А. Эколого-эргономические аспекты функционирования технологий возделывания подсолнечника / М.А. Керимов, В.И. Ветушко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2025. – Т. 19, № 2. – С. 11–18. – DOI 10.22314/2073-7599-2025-19-2-11-18.

7. Керимов М.А. Разработка и использование моделей биотехнологических систем в прикладных научных исследованиях / М.А. Керимов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2023. – Т. 17, № 4. – С. 19-25. – DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-4-19-25.

УДК 635.21:58.085

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ IN VITRO ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ МУРАСИГЕ-СКУГА

Н.И. Большешапова, канд. с-х. наук, старший преподаватель,
С.П. Бурлов, канд. с-х. наук, доцент,
И.Н. Коваленко, агроном-селекционер,
И.Н. Абрамова, канд. биол. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского», п. Молодежный, Российская Федерация
nade1982@mail.ru

Аннотация. В статье представлены особенности развития сортов картофеля in vitro при использовании питательной среды мурасиге-скуга.

Abstract. The article presents the developmental characteristics of potato cultivars *in vitro* using Murashige and Skoog nutrient medium.

Ключевые слова: сорт, развитие, питательная среда, картофель.

Key words: cultivar, development, nutrient medium, potato.

Актуальность

Технологии клонального микроразмножения занимают центральное место в современном семеноводстве картофеля, обеспечи-

вая получение генетически однородного, оздоровленного от вирусов и патогенов посадочного материала. Микроклональное размножение in vitro позволяет выращивать целые растения из эксплантов в стерильных условиях, свободные от инфекций, значительно увеличивая выход посадочного материала за единицу времени и обеспечивая круглогодичный процесс размножения без контакта с внешней средой. Питательная среда Мурасиге-Скуга (MS), разработанная в 1962 году, является наиболее универсальной и широко применяемой в лабораторной практике для культивирования растительных тканей и органов. Однако её базовый состав не всегда оптимален для конкретных генотипов, что требует модификации концентраций макро- и микроэлементов, витаминов, сахарозы и фитогормонов.

Ключевые слова: питательная среда, картофель, сорт, растения in vitro

Цель работы – оценка влияния минерального состава питательной среды на ризогенез и развитие сортов картофеля при микроклональном размножении.

Результаты исследований

Экспериментальная работа выполнена в 2023–2024 гг. на базе лаборатории «Селекционно-генетический центр» кафедры земледелия и растениеводства Иркутского ГАУ. В течение четырёх последовательных циклов микрочеренкования изучали сортовые особенности картофеля в культуре in vitro. Объекты исследования – сорта картофеля: Сантэ, Жуковский ранний, Гулливер, Адретта, Ред Скарлетт, Коломбо, Ирбитский, Беллороза.

Условия культивирования: температура – 21–23 °С; влажность воздуха – 60–80 %; освещённость – 10 тыс. лк (синий и красный спектры); фотопериод – 16 ч день / 8 ч ночь; ёмкости – пробирки ПХ-1-16×150.

Питательные среды – два варианта на основе прописи MS: полная среда – 1,0 MS (стандартная концентрация макро- и микросолей); разбавленная среда – 0,5 MS (половинная концентрация).

Анализ литературных источников показывает, что для индукции корнеобразования у большинства культур предпочтительны среды с пониженным содержанием макроэлементов, что повышает приживаемость и стимулирует регенерацию. Экспериментальные данные представлены в таблице 1. В начальный период роста преимущество имели растения на полной среде 1,0 MS – корнеобразование начиналось на 5–6 сутки. Ко второй неделе различия сглажи-

вались, а к третьей неделе сорта разделились на две группы по требовательности к минеральному питанию.

Количество междоузлий варьировало от 5,0 (Гулливер на 0,5 MS) до 7,8 шт./раст. (Гулливер на 1,0 MS). У большинства сортов формировалось 5,3–6,8 междоузлий, что согласуется с данными других исследователей.

Корреляционный анализ показал, что высота растений слабо зависела от длины корней (r = 0,22–0,30), в средней степени – от количества корней (r = 0,60–0,67) и количества листьев (r = 0,30–0,62). Скорость морфогенеза: 75% изученных сортов характеризовались средней интенсивностью (образование регенерантов через 25–30 суток): Адретта, Жуковский ранний, Коломбо, Ирбитский, Гулливер, Беллороза на обеих средах. 25% сортов показали ускоренный морфогенез (20–25 суток): Сантэ – 23–24 дня, Ред Скарлетт – 20–23 дня. Рекомендуемые среды: 1,0 MS (полный набор макро- и микросолей) – для сортов Сантэ, Жуковский ранний, Гулливер, Беллороза. Половинная концентрация 0,5 MS – для сортов Адретта, Ред Скарлетт, Коломбо, Ирбитский.

Таблица 1 – Биометрические показатели сортов картофеля на среде Мурасиге-Скуга (черенкование 2023–2024 гг.)

Сорт	Среда	Высота растений, см (3 нед.)	Кол-во листьев, шт. (3 нед.)	Длина корней, см (3 нед.)	Кол-во корней, шт. (3 нед.)	Скорость до пробки, дни
Сантэ	1,0 MS	10,1	6,8	4,5	9,2	23
Сантэ	0,5 MS	9,3	5,6	3,4	8,3	24
Жуковский ранний	1,0 MS	8,3	6,5	4,3	5,2	26
Жуковский ранний	0,5 MS	8,8	5,8	4,1	4,8	23
Гулливер	1,0 MS	7,0	7,8	4,0	4,0	27
Гулливер	0,5 MS	6,7	5,0	3,8	4,1	24
Адретта	1,0 MS	6,4	6,2	4,6	6,2	26
Адретта	0,5 MS	12,1	6,8	4,4	6,2	25
Ред Скарлетт	1,0 MS	7,6	6,0	4,1	5,2	23
Ред Скарлетт	0,5 MS	8,9	6,6	4,2	7,3	20
Коломбо	1,0 MS	6,0	5,0	4,1	3,1	26
Коломбо	0,5 MS	7,3	5,5	3,8	6,0	25
Ирбитский	1,0 MS	5,5	5,8	4,1	5,1	27
Ирбитский	0,5 MS	5,8	6,8	4,3	4,9	25
Беллороза	1,0 MS	5,8	6,0	3,4	3,3	27
Беллороза	0,5 MS	7,0	5,3	4,2	6,2	26

Выводы

Большинство изученных сортов (75%) показали среднюю интенсивность морфогенеза на средах 1,0 MS и 0,5 MS с образованием регенерантов через 25–30 суток. Ускоренный морфогенез (20–25 суток) отмечен у 25% сортов: Сантэ (23–24 дня), Ред Скарлетт (20–23 дня). Количество междоузлий варьировало от 5,0 до 7,8 шт./раст.; у большинства сортов – 5,3–6,8 шт., что соответствует литературным данным.

Для сортов Сантэ, Жуковский ранний, Гулливер, Беллороза предпочтительна полная среда 1,0 MS; для Адретты, Ред Скарлетт, Коломбо, Ирбитского – половинная 0,5 MS.

Расчётная схема ускоренного размножения от 50 микрорастений обеспечивает выход до 100 тыс. мини-клубней в первый год, закладку 2 га питомника на второй год и 10 га супер-супер-элиты на третий год.

Список использованной литературы

1. Анципович, В. В. Выращивание мини-клубней картофеля в условиях аэропоники с применением питательных растворов на основе среды Мурасиге–Скуга и водорастворимого удобрения «Leafdrip» / В. В. Анципович, зав. лабораторией микроклонального размножения картофеля, З. А. Семенова, старший научный сотрудник, О. Н. Хадыко, младший научный сотрудник // Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству.– С. 21-24.
2. Бурлов, С.П. Продуктивность картофеля на аэрогидропонной установке в Иркутском ГАУ / С. П. Бурлов, Н. И. Большешапова, И. Н. Коваленко, А. Н. Ковалев // Вестник ИрГСХА. – 2025. – № 130. – С. 16-24. – DOI 10.51215/1999-3765-2025-130-16-24. – EDN VWBOQJ.
3. Бурлов, С. П. Продуктивность картофеля на аэрогидропонной установке в Иркутском ГАУ / С. П. Бурлов, Н. И. Большешапова, И. Н. Коваленко, А. Н. Ковалев // Вестник ИрГСХА. – 2025. – № 130. – С. 16-24. – DOI 10.51215/1999-3765-2025-130-16-24. – EDN VWBOQJ.
4. Ковалев А. И. Совершенствование приемов оздоровления и возделывания семенного картофеля в условиях Нечерноземной зоны России / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Специальность: 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений, Москва, 2015 г.– 20 с.
5. Матушкин, С. А. Влияние минерального состава питательной среды на ризогенез ягодных культур in vitro / С. А. Матушкин, Л. В. Ярмоленко // Пути повышения эффективности садоводства: мат. Междунар. Науч.-практ. Конф. – Ялта, 2017 – С. 73–76.
6. Овэс, Е. В. Биотехнологические основы совершенствования процесса получения и размножения исходного материала в оригинальном семеноводстве картофеля / Е. В. Овес / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Специальность 06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений.– Москва, 2021. – 46 с.
7. Столярова, А. Д. Начальные этапы микроклонального размножение растений / А. Д. Столярова // Исследовательская работа.– Асбест, 2021. – 26 с.

УДК 628.9

СВЕТОДИОДНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ С ЖИДКОСТНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕПЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВ

А.В. Белоусов[1], канд. техн. наук, доцент,
А.П. Ковтун[2], аспирант,
А.В. Приходько[1], студент,
М.А. Седогин[1], студент

[1]Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Российская Федерация
[2]Белгородский государственный аграрный университет им.В.Я. Горина, г. Белгород, Российская Федерация
ntk@intbel.ru

Аннотация. В работе рассматривается влияние систем охлаждения светодиодных светильников на производительность тепличных хозяйств. Описывается проблема нарушения теплового баланса теплиц из-за перегрева светильников. Сравниваются системы воздушного и жидкостного охлаждения светильников. Анализируется возможность повышения производительности тепличных хозяйств за счет применения жидкостного охлаждения.

Abstract. The paper examines the impact of LED luminaries cooling systems on the productivity of greenhouse farms. It describes the problem of disrupted thermal balance in greenhouses due to overheating of the lighting fixtures. It compares air and liquid cooling systems for lighting fixtures. It analyzes the possibility of increasing the productivity of greenhouse farms through the use of liquid cooling.

Ключевые слова: светодиодные светильники, воздушное охлаждение, жидкостное охлаждение.

Keywords: LED luminaire, air cooling, liquid cooling.

Введение

В современном агропромышленном комплексе, в частности в тепличном хозяйстве, наблюдается интенсивное замещение установленных в теплицах натриевых ламп на светодиодные светильники. Данные светильники обладают большим сроком службы, к тому же их применение в сравнении с натриевыми лампами позволяет добиться снижения потребления электроэнергии на 40 %. Еще одним достоинством светодиодных светильников перед натриевыми лампами является более эффективное воздействие спектра на растения, что влечет к повышению их фотосинтетических свойств [1].

Во время работы светильника через светодиоды протекает ток, который вызывает их нагрев. Данный фактор является основной проблемой эксплуатации светодиодных светильников в тепличных хозяйствах

[2]. Данный нагрев нарушает тепловой баланс в теплицах, что влечет за собой снижение плодородности растений и, следовательно, снижение производительности тепличных хозяйств. В высокомощных светильниках (300 Вт и более) величина силы тока может быть значительной, что усиливает нагрев светодиодов.

Для решения проблемы перегрева светодиодных светильников применяют системы воздушного и жидкостного охлаждения. Целью данной работы является исследование систем охлаждения светодиодных светильников и оценка их влияния на производительность тепличных хозяйств.

Основная часть

Основным типом охлаждения, применяемом для светодиодных светильников, являются системы воздушного охлаждения. Охлаждение происходит за счет отвода тепла от светодиодной матрицы при помощи металлического радиатора путем теплопроводности. Охлаждение самого радиатора происходит во время взаимодействия с охлаждающей средой. В данных системах основной охлаждающей средой является воздух, следовательно, эффективность охлаждения светодиодных светильников напрямую зависит от температуры окружающего воздуха [3]. Светильники устанавливаются в верхних частях теплиц, где за счет явления конвекции скапливается нагретый воздух, температура которого может значительно превышать температуру окружающей среды. Следовательно, светильники будут недостаточно эффективно охлаждаться, нарушая тепловой баланс в теплице. К тому же, для предотвращения выхода перегретых светильников их строя в источнике питания светильников производится токоограничение, что снижает величину нагрева, но также и снижает уровень освещенности светодиодов ниже номинальных значений.

Инновационным способом охлаждения светодиодных светильников является применение систем жидкостного охлаждения со стабилизацией температурного режима [4]. Отличительной особенностью светильников с данной системой охлаждения является применение жидкости в качестве хладагента, теплопроводность которой выше более чем в 20 раз воздуха. При этом охлаждающую жидкость можно либо постоянно закачивать из водопровода, где ее температура не выше 25°С, либо использовать ее в замкнутом цикле с постоянным охлаждением при помощи чиллера. Следовательно, температура окружающей среды не будет влиять на эффективность охлаждения светильников. Применение данной системы позволит сохранить тепловой баланс в теплице и обеспечить требуемый уровень освещенности.

Заключение

Светодиодные светильники с воздушными системами охлаждения недостаточно охлаждаются в условиях повышенных температур. Нарушение теплового баланса и уровня освещенности приводит к снижению плодородности растений и производительности тепличных хозяйств. Применение систем жидкостного охлаждения позволяет эффективно охлаждать светильники без нарушения теплового баланса и снижения освещенности. Следовательно, замена воздушных систем охлаждения на жидкостные позволит повысить производительность тепличных хозяйств.

Список использованной литературы

1. Кирилович Ю.Г. Влияние освещения на выращивание растений в теплицах с системой закрытого грунта / Ю.Г. Кирилович, Е.В. Латкова, Н.Ю. Латков // Инновационная наука. – 2021. – № 2. – С. 37–40. – EDN YVDQPY.

2. Моделирование и исследование теплоэлектрических процессов в светодиодных матрицах / А.М. Ходаков, В.А. Сергеев, И.В. Фролов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2024. – Т. 29, № 6. – С. 752-762. – DOI 10.24151/1561-5405-2024-29-6-752-762. – EDN FRVEYO.

3. Юдаев И.В., Шабаев Е.А., Романовец М.М. Исследование светодиодного светильника для систем локального освещения в области АПК. Известия НВ АУК. 2020. 3(59). 376-387. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-40.

4. Светильник со стабилизацией температурного режима источника света / В.Ю. Страхов, А.П. Ковтун, Д.А. Лукинов, А.Н. Малахов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2024. – № 4(68). – С. 110-115. – DOI 10.35694/YARCX.2024.68.4.016. – EDN SUDCGJ.

УДК 631.95: 631.8: 631.6 (282.254.1)

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ МЕЛИОРАНТОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

А.Н. Сагидуллаев, соискатель,
Е.П. Садыков, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник,
Д.У. Утамбетов, PhD, старший научный сотрудник,
З.Е. Полатова, магистрант,
Ф.А. Нуруллаев, студент
Научно-производственное объединение «Зерно и рис»,
Нукуский район, Республика Каракалпакстан, Узбекистан
npo_zernairisa@mail.ru

Аннотация. В статье представлено агроэкологическое обоснование применения почвенных мелиорантов в экстремальных условиях.

Abstract. The article presents an agro-ecological justification for the use of soil amendments under extreme conditions.

Ключевые слова: почвенные мелиоранты, экстримальные условия, орошение.
Key words: soil amendments, extreme conditions, irrigation.

Актуальность

Орошаемое земледелие Низовьев Амударьи (Республика Каракалпакстан и Хорезмский оазис) осуществляется в условиях резко континентального аридного климата и ограниченности водных ресурсов [3,4]. Интенсивное использование орошаемых земель в сочетании с процессами вторичного засоления и снижением содержания органического вещества обусловливает ухудшение агрохимического состояния почв и снижение их потенциального плодородия [5].

Традиционные мелиоративные мероприятия, основанные преимущественно на промывных поливах, в условиях дефицита водных ресурсов характеризуются высокой потребностью в оросительной воде [2]. При этом эффективность минерального питания на засоленных почвах с низким содержанием органического вещества может снижаться вследствие неблагоприятных условий почвенного раствора. В связи с этим представляет научный и практический интерес комплексное применение почвенных мелиорантов и органоминеральных удобрений [6].

Цель исследования – научное и агроэкологическое обоснование эффективности применения органоминерального комплекса ФГ+ФМ для оптимизации мелиоративного состояния, улучшения плодородия засоленных почв и повышения урожайности озимой пшеницы и сорго на зерно в условиях Низовьев Амударьи.

Полевые исследования проводились в 2025–2026 гг. на экспериментальном участке Научно-производственного объединения зерна и риса (Нукусский район, Республика Каракалпакстан). Климат региона резко континентальный, аридный; средняя температура июля составляет +28…+30,2°С (абсолютный максимум до +45°С), годовая сумма осадков не превышает 80-120 мм при испаряемости 1200-1400 мм [3].

Почва участка – лугово-аллювиальная среднезасоленная (хлоридно-сульфатный тип). Содержание гумуса в пахотном слое (0–20 см) -0,62 %, подвижного фосфора -41,5 мг/кг, обменного калия -195 мг/кг, pH-7,5.

Закладка полевого опыта, фенологические наблюдения и учет урожая выполнялись по общепринятой методике Б. А. Доспехова [1]. Полевой опыт закладывался в 4-кратной повторности, распо-

ложение делянок рандомизированное. Общая площадь делянки - 100 м^2 , учетная -50 м^2. Объекты исследований: озимая пшеница (сорт «Уткир») и сорго на зерно (сорт «Сорго местный»).

Схема опыта:

1. Контроль 1 (Без удобрений и мелиорантов);
2. -Фон;
3. Фон + ФГ+ФМ ;
4. Фон + ФГ+ФМ ;
5. Фон + ФГ+ФМ .

Результаты исследований. Использование фосфогипса в сочетании с фосфоритной мукой (ФГ+ФМ) способствовало улучшению агрохимических свойств почвы, снижению ионного стресса и повышению доступности элементов питания. Полученные результаты согласуются с концепциями ФАО и ИКАРДА, согласно которым восстановление засоленных почв посредством химической и агрохимической мелиорации рассматривается как ключевой элемент климатически устойчивого земледелия [6].

Повышение дозы ФГ+ФМ с 150 до 200 кг/га приводит к росту содержания гумуса в пахотном слое (0-20 см) до 0,66 %, а в подпахотном (20-40 см) – до 0,64 %. Внесение 200 кг/га мелиоранта увеличило концентрацию нитратного азота в слое 0-20 см на 21,1 % (до 12,6 мг/кг) и подвижного фосфора до 22,3 мг/кг (прибавка 5,0 мг/га к дозе 150 кг/га), переведя почву в категорию средней обеспеченности за счет предотвращения ретроградации фосфатов. Содержание обменного калия возросло до 218 мг/кг.

Математико-статистическая обработка данных по Б. А. Доспехову [1] подтверждает высокую достоверность влияния комплекса ФГ+ФМ на ростовые процессы и продуктивность культур, так как фактические разности между вариантами превышают значения $НСР_{05}$. Применение максимальной дозы ФГ+ФМ 200 кг/га (Вариант 5) обеспечило достоверные прибавки зерновой продуктивности: по озимой пшенице прибавка составила 15,8 ц/га к фону и 19,2 ц/га к контролю при $НСР_{05}$=1,68 ц/га , а по сорго на зерно – 14,3 ц/га к фону и 17,9 ц/га к контролю при $НСР_{05}$=1,94 ц/га. Последовательное увеличение дозировки мелиоранта от 100 до 200 кг/га привело к математически доказанному улучшению морфобиометрических показателей: каждый шаг повышения дозы давал существенный прирост высоты озимой пшеницы (НСР05=2,14 см), коэффициента кущения ($НСР_{05}$=0,12 шт.), вы-

соты сорго ($НСР_{05}$=4,35 см) и длины метелки ($НСР_{05}$=0,46 см). Относительная ошибка опыта (Sx %) находилась в пределах 1,10-2,42 % , что не превышает нормативный порог в 3 % и свидетельствует о высокой точности проведения эксперимента.

Заключение

1. Внесение комплекса ФГ+ФМ в дозе 200 кг/га на фоне NPK перевело лугово-аллювиальную почву в категорию среднеобеспеченной: содержание гумуса стабилизировалось на уровне 0,66 %, нитратного азота -12,6 мг/кг, подвижного фосфора -22,3 мг/кг.

2. Снятие солевого угнетения обеспечило увеличение биометрических показателей: высоты озимой пшеницы до 96,8 см, коэффициента кущения до 2,8 шт., высоты сорго до 208,0 см, длины метелки сорго до 11,0 см.

3. В Варианте 5 достигнута максимальная урожайность озимой пшеницы – 51,6 ц/га (+59,3 % к контролю) и сорго на зерно – 56,4 ц/га (+46,5 ц/га к контролю).

Список использованной литературы

1. Доспехов Б. А. Методика полевого янс, 2011. 352 с.

2. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв: учебник. 3-е изд. М.: Изд-во МГУ, 2003. 448 с.

3. Курбаниязов А. К. Экологическое состояние почвенного покрова Южного Приаралья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 1-5. С. 1065–1068.

4. Мухаммедов А. М., Раупов А. А. Засоление почв Низовьев Амударьи и пути улучшения их мелиоративного состояния // Проблемы освоения пустынь. 2018. № 3-4. С. 24–29.

5. Панкова Е. И. Вторичное засоление почв орошаемых земель аридной зоны и методы его мониторинга // Почвоведение. 2010. № 12. С. 1500–1510.

6. FAO. Saline and Sodic Soils Management. FAO Soils Bulletin No. 39. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1988. 92 p.

УДК 633.13«324»:631.5

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСЕННЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДА АМИСТАР ТРИО, КЭ НА ПОСЕВАХ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО

Е.И. Лужинская, соискатель,
И.Г. Бруй, д-р с.-х. наук, профессор
РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»
ekaterina9192@mail.ru

Аннотация. В статье описана эффективность осеннего применения фунгицида амистар трио, кэ на посевах ячменя озимого.

Abstract. The article describes the efficacy of the autumn application of the fungicide Amistar Trio (EC) on winter barley crops.

Ключевые слова: озимый ячмень, посев, фунгицид, эффективность.
Key words: barley, sowing, fungicide, efficacy.

Актуальность

Применение фунгицидов на посевах ячменя озимом может быть эффективным инструментом защиты культуры от грибковых заболеваний, но эффективность зависит от ряда факторов: вида и агрессивности болезней, условий посева, погодных условий, выбора препарата и соблюдения технологических требований.

В осенний период вегетации растения могут поражаться мучнистой росой, ринхоспориозом, темно-бурой и сетчатой пятнистостями. Заболевания ослабляют растения перед зимовкой, конкурируют за ресурсы – сахара, влагу, ассимилянты. В результате чего, повышает риск вымерзания и инфекционного выпревания. В зону особого внимания попадают посевы ранних сроков сева, переросшие посевы, поля с нулевой или минимальной обработкой почвы, семенные участки, а также посевы, расположенные вдоль плохо прогреваемых лесополос и низин, где весной долго лежит снег. В последние годы раннему развитию заболеваний способствует потепление климата, зима наступает заметно позднее, увеличивается продолжительность осеннего вегетационного периода растений и создаются более благоприятные условия для развития осенней инфекции, сохранения и повышения ее запаса в течение зимы, а в последующем – массового появления ранневесенних листостебельных инфекций. Надо отметить, что на плодородных почвах с высоким содержанием азота, особенно в плотном и густом посеве создаются благоприятные условия для развития мучнистой росы, сетчатая и темно-бурая пятнистостей [3,4].

Химический контроль остается наиболее распространенным методом защиты растений, обеспечивающим высокую эффективность в снижении развития болезней. Однако, по данным ряда исследований, фунгицидная обработка озимых зерновых в осенний период не всегда экономически оправдана, затраты на применение препарата не всегда окупаются величиной сохраненного урожая. Принятие решения о проведении обработки должно учитывать фитосанитарное состояние посева, стадию развития культуры и прогноз погодных условий [2].

Цель исследований заключлась в изучении влияния осеннего применения фунгицида Амистар Трио, КЭ на ячмене озимом в зависимости от срока сева и нормы высева. Опыты проводились на сорте Циндерелла на двух сроках сева (2 и 12-13 сентября) и двух нормах высева (3,0 и 4,0 млн. всх. зерен/га).

Результаты работы

Установлено, что осенняя фунгицидная обработка ячменя озимого в фазу кущения не оказала значительного влияния на перезимовку культуры при посеве ее в оптимальные поздние сроки, а также на раннем сроке при норме высева 3,0 млн. всх. зерен/га. Эффективность была достигнута только на раннем сроке сева с загущенным посевом при норме высева 4,0 млн. /га (таблица).

Таблица – Влияние осенней обработки Амистар Трио, КЭ на перезимовку и урожайность, (среднее за 2 года, 4,0 млн. всх. зерен/га)

Показатель	Контроль	Амистар Трио, КЭ	Отклонение к контролю
Перезимовка, %	74,8	86,8	11,8 %
Урожайность, ц/га	48,2	60,1	11,9 ц/га (24,6 %)
Масса 1000зерен, г	31,1	34,9	3,7 г (12,1 %)

В этом случае перезимовка повысилась в среднем на 11,8 % (с 74,8 % до 86,8 %), а урожайность – на 11,9 ц/га или 24,6 %. Рост урожайности был обусловлен не только сохранением растений, но и увеличением массы 1000 зерен на 3,7 г (12,1%) Можно предположить, что применение фунгицидов на ячмене озимом осенью не только защищает растения от болезней, но и повышает общую устойчивость к неблагоприятным факторам среды, повышает жизнеспособность и активность корневой системы.

Выводы

Осеннее применение фунгицида Амистар Трио, КЭ на ячмене озимом оправдано на ранних сроках сева с высокой нормой высева (4,0 млн. всх. зерен/га), обеспечивая повышение перезимовки на 11,8 % и прибавку урожайности до 24,6 %.

Осеннее применение Амистар Трио, КЭ является ситуационным приемом, экономически и биологически оправданным только на ранних сроках сева с повышенной нормой высева, когда формируется плотный ценоз с высоким инфекционным фоном. В остальных случаях обработка нецелесообразна.

Список использованной литературы

1. Буга С.Ф. И др. Тактика эффективного применения фунгицидов в защите зерновых культур от болезней // Земляробства і ахова раслін. – 2008.– №3. – С. 45–49.

2. О применении фунгицидов в осенний период [Элекстронный ресурс] / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, 2023. Режим доступа:https://mshp.cov.by/ru/news-ru/viev/o-primenenii-fungitsidov-vosennij-period-9179-2023/. Дата доступа: 05.09.2026

3. Controlling disease in winter barley [Элекстронный ресурс] / Режим доступа: https://teagasc.ie/news--events/daily/controlling-disease-in-winter-barley/]

4. Dutiiiov E., Oni F.E., Esmaeel Q., Clement C., Barka E.A/ Plant Beneficial Bacteria as Bioprotectants against Wheat avd Barley Diseases // Journal of Fungi. – 2022. – N 8 (6).

УДК 579.64 + 579.26

ХАРАКТЕРИСТИКА РИЗОСФЕРНЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЗОНЕ ШЛАМОХРАНИЛИЩ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»

Д.С. Ганущ[1], учащаяся,
Д.В. Маслак[2], заведующий сектором НИЛ,
И.Н. Феклистова[2], канд. биол. наук, заместитель декана,
И.А. Гринева[2], старший преподаватель
[1]УО «Национальный детский технопарк»,
[2]БГУ, биологический факультет, г. Минск, Республика Беларусь
diana-maslak@yandex.ru

Аннотация. Из ризосферы растений, произрастающих на засоленных территориях, выделено 17 изолятов галотолерантных бактерий, из которых 8 способны к азотфиксации, 9 – к стимуляции роста Chl. vulgaris, 8 – к фосфатмобилизации, 14 – к синтезу ИУК.

Abstract. Eighteen isolates of halotolerant bacteria were isolated from the rhizosphere of plants growing in the saline areas; of these, 8 are capable of nitrogen fixation, 9 – of stimulating the growth of Chl. vulgaris, 8 – of phosphate mobilization, and 14 – of IAA synthesis.

Ключевые слова: галотолерантные бактерии, фитостимуляция, азотфиксация, фосфатмобилизация, синтез ИУК.

Keywords: halotolerant bacteria, phytostimulation, nitrogen fixation, phosphate mobilization, IAA synthesis.

Введение

Засоление почв относится к наиболее значимым формам деградации земель, поскольку вызывает нарушение водного и ионного баланса растений, снижение их продуктивности, что ведет к сокращению площадей, пригодных для сельскохозяйственного ис-

пользования. Для Республики Беларусь эта проблема особенно актуальна в Солигорском горнопромышленном районе, где отвалы и шламохранилища калийных производств являются источниками поступления хлоридов в окружающие почвы. Современным подходом к решению задачи оптимизации растениеводства в таких условиях является применение галотолерантных ризосферных бактерий, способных проявлять фитостимулирующие свойства при повышенной концентрации солей.

Цель исследования – выделить из ризосферы растений, произрастающих на засоленных территориях, галотолерантные бактериальные изоляты и оценить их перспективность для включения в фитостимулирующие биопрепараты.

Основная часть

Изоляты галотолерантных ризосферных бактерий выделяли из ризосферы дикорастущих травянистых растений семейств *Amaranthaceae, Asteraceae, Equisetaceae, Fabaceae, Hypericaceae, Orchidaceae, Plantaginaceae, Poaceae* (всего 12 образцов) отобранных вблизи шламохранилищ 2-го рудоуправления ОАО «Беларуськалий». Бактериальную суспензию (смыв мкроорганизмов с корневой системы растений) высевали на ГРМ-агар. В центр чашки Петри с засеянной культурой помещали комочек грунта из образцов терриконов сроком отложения 1 неделя (источник солей калия и натрия). Под действием солей, диффундирующих из грунта в агаризованную среду через 48 часов культивирования микроорганизмов при 28°С на агаризованной среде, вокруг образцов грунта терриконов формировались зоны задержки роста микроорганизмов. Изолированные колонии, формирующиеся внутри зоны задержки роста, расценивали как галотолерантные и отбирали для дальнейших исследований. Всего в ходе исследования выделено 77 бактериальных изолятов.

Следующим шагом исследования стала оценка безопасности изолятов для растений. Для этого у выделенных бактерий оценивали наличие комплекса факторов вирулентности [1] (пектатлитической и целлюлолитической активностей, способности к мацерации растительной ткани, способности вызывать некроз растительной ткани и фитотоксичности к модельному объекту *Chlorella vulgaris)*. По результатам проведенных исследований для дальнейшего исследования отобрали 63 безопасных для растений изолята.

Среди безопасных для растений галотолерантных микроорганизмов проводили поиск тех изолятов, которые обладали свойствами, способными положительно влиять на рост и продуктивность растений. Это способность обеспечивать растения доступным источником азота и фосфора (азотфиксация и фосфатмобилизация), способность к фитостимуляции (по влиянию на модельный объект *Chl. vulgaris),* способность к синтезу ИУК [1]. По результатам проведенных исследований 17 исследованных изолятов обладали комбинацией свойств, которые могут положительно влиять на рост и продуктивность растений (таблица). Указанные изоляты отобраны как перспективные для дальнейших исследований по созданию фитостимулирующего микробного препарата для оптимизации роста растений в условиях засоления.

Таблица – Хозяйственно полезные свойства галотолерантных бактерий, выделенных из корневой системы растений, выросших на засоленной территории

Изоляты	Хозяйственно полезные свойства			
	Синтез ИУК	Стимуляция *Chl. vulgaris*	Фосфат-мобилизация	Азотфиксация
10	+	+	-	+
13	+	-	-	+
16	+	+	-	-
17	+	+	-	+
18	+	+	-	-
24	+	+	-	-
25	+	+	-	+
26	+	+	-	-
28	+	-	+	-
36	-	+	+	-
37	+	-	+	-
40	+	-	+	-
44	+	+	-	-
55	-	-	+	+
57	-	-	+	+
59	+	-	+	+
77	+	-	+	+

Заключение

Из ризосферы растений, произрастающих на засоленных территориях ОАО «Беларуськалий», выделено 17 изолятов галотолерантных бактерий, способных положительно влиять на продуктивность растений. Из них 8 изолятов способны к азотфиксации, 9 – к стимуляции роста *Chl. vulgaris,* 8 – к фосфатмобилизации, 14 – к синтезу ИУК.

Список использованной литературы

1. Желдакова, Р.А. Фитопатогенные микроорганизмы: Учеб-метод. комплекс / Р.А. Желдакова, В.Е. Мямин. – Мн. : БГУ, 2006. – 116 с.

УДК 635.52:581.192

ВЛИЯНИЕ ПРЕДУБОРОЧНОГО UV-B ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛЁЖКОСТЬ, БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ВКУСОВЫЕ КАЧЕСТВА ЛИСТОВОГО САЛАТА СОРТОВ «ДЖИПСИ» И «МАКСИМУС»

Е.А. Драничникова, лаборант-исследователь[1],
Ю.В. Анохина, лаборант-исследователь[1],
О.В. Буйко, канд. хим. наук[2,3]

[1]Междисциплинарная лаборатория сити-фарминга ИГ НОК в области экономики и управления Сибирского федерального университета, Красноярск,
[2]Департамент науки и инновационной деятельности Сибирского федерального университета, Красноярск,
[3]Университет МГУ-ППИ в Шэньчжэне, факультет наук о материалах, Шэньчжэнь, КНР
elysenko@sfu-kras.ru

Аннотация: Исследовано влияние предуборочного UV-B-облучения на содержание макро- и микрокомпонентов в листьях салата сортов «Джипси» и «Максимус» (сортотип «Ромэн») и последующую динамику органолептических свойств при хранении.

Abstract: The study investigated the effects of preharvest UV-B irradiation on the content of macro- and microelements in the leaves of lettuce cultivars ‘Gypsy’ and ‘Maximus’ (Romaine type), as well as the subsequent dynamics of organoleptic quality during storage.

Ключевые слова: Lactuca sativa L., UV-B-излучение, лежкость, кальций, марганец, железо, нитраты.

Keywords: Lactuca sativa L., UV-B radiation, shelf life, elemental composition, calcium, manganese, iron, nitrates, storage.

Введение

Листовой салат (*Lactuca sativa L.*) относится к скоропортящейся продукции (срок хранения 7–10 дней, при +1 – +3 °С), поэтому экономически выгодным и перспективным является управление физиологическим состоянием растений до уборки. Предуборочное (3–5 суток до уборки) дополнительное UV-B-облучение может активировать защитные реакции, однако эффект зависит от интенсивности воздействия [1]. Для оценки физиологического состояния

растений, помимо морфологических и органолептических показателей, важно также и изменение концентрации макро- и микроэлементов растения. Кальций участвует в формировании клеток и восстановлении тканей растения, марганец и железо входят в состав ферментов, а также участвуют в процессе дыхания и фотосинтеза растений. Целью данной работы было исследование влияния предуборочного воздействия низких доз UV-B излучения на лежкость (микробиологический анализ 0–14 сутки хранения), состав макро- и микрокомпонентов (Ca, Mn, Fe и NO_3^-) и органолептические показатели листового салата «Джипси» и «Максимус».

Основная часть

Эксперимент проводили на предприятии ООО «Зелень». Для каждой серии экспериментов (сорт-воздействие) было выращено по 15 растений. Растения выращивали 32 суток при плотности посадки 55,6 растений/м^2, на 33-35 сутки уменьшали плотность посадки до 27,8 растений/м^2. При выращивании растений использовали гидропонную технологию NFT (Nutrient Film Technique) с непрерывной подачей питательного раствора, питательный раствор заменяли каждые 3 суток. За три дня до сбора урожая растения облучали UV-B светом (0,186 Вт/м^2) с 06:00 до 22:00 дополнительно к основному белому свету. «Максимус» это зеленый листовой салат, «Джипси» - краснолистный, оба вида относятся к одному сортотипу «Ромэн». Предуборочное воздействие UV-B излучения на краснолистный салат «Джипси» привело к заметному увеличению содержания марганца на 24 %, концентрация кальция и нитрат-ионов увеличилась на 12 % (таблица 1). Для зеленого листового салата «Максимус» ключевым показателем стало увеличение содержания железа, а концентрация кальция и нитрат-ионов наоборот снизилась на 11-12 %

Таблица 1 - Содержание Ca, Mn, Fe и NO_3^- в листьях листового салата (высушенный), мкг/г (n=3, P=0,95).

Сорт, воздействие	**Содержание, мкг/г (сухой массы)**			
	Ca	**Mn**	**Fe**	**NO_3^-**
Джипси, контроль	12400±1700	185±17	294±50	27400±2800
Джипси, UV-B	14100±1000	231±20	295±7	31100±1050
Максимус, контроль	14000±1200	171±7	219±3	27500±5000
Максимус, UV-B	12000±2000	164±7	286±50	24500±1050

Изменение элементного состава сопровождалось изменением морфометрических показателей: UV-B воздействие привело к снижению высоты розетки у «Максимуса» с 23,78 до 21,9 см и у «Джипси» с 20,2 до 18,2 см; диаметр розетки уменьшился у «Максимуса», но практически не изменился у «Джипси». Сухая масса листьев увеличилась у обоих сортов - с 1,74 до 2,17 г и с 1,41 до 1,57 г соответственно. Органолептическая оценка включала вкус, цвет, тургор, состояние поверхности и краёв листа, запах и товарный вид. На раннем сроке «Джипси» лучше сохранял товарный вид в контроле, а у «Максимуса» преимущество наблюдалось при UV-B; позднее все варианты характеризовались снижением товарного вида. Микробиологический анализ показал, что предуборочное UV-B воздействие для сорта «Максимус» приводило к снижению общего микробного числа (ОМЧ) в первые 5 суток хранения ($7{,}5\times10^3$ против $4{,}2\times10^4$ КОЕ/г у контрольных образцов); а для «Джипси» ультрафиолетовое воздействие, напротив, приводило к ускорению роста ОМЧ и плесневых грибов с 3-х суток.

Заключение

Предуборочное UV-B воздействие с низкой интенсивностью 0,186 Вт/м^2 оказало положительное влияние на товарное качество и лёжкость салата «Максимус». Предуборочное UV-B воздействие для сорта «Максимуса» привело к снижению содержания NO_3^- на 11 %, и повышению железа на 31 %, замедлило рост микрофлоры в первые 5 суток хранения и улучшил товарный вид на раннем сроке. Для сорта «Джипси» UV-B воздействие привело к увеличению содержания кальция, марганца и NO_3^- на 14, 24 и 14 %, что вероятно указывает на усиление антиоксидантной защиты тканей, но более активный рост микрофлоры при хранении требует дальнейшей оптимизации режима обработки. В целом предуборочное UV-B-облучение можно рассматривать как перспективный приём повышения качества и лёжкости листового салата, эффективность которого зависит от сорта.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №26-26-20147, https://rscf.ru/project/26-26-20147/

Список использованной литературы

1. Skowron E., Trojak M., Pacak I. Effects of UV-B and UV-C Spectrum Supplementation on the Antioxidant Properties and Photosynthetic Activity of Lettuce Cultivars // International Journal of Molecular Sciences. – 2024. – Vol. 25, № 17. – Art. 9298. – DOI 10.3390/ijms25179298.

УДК 631.589.2

СВЯЗЬ ДЕФИЦИТА CO_2 И ТЕМПЕРАТУРЫ С УРОЖАЙНОСТЬЮ САЛАТА КРИСПЕНЗА НА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ГИДРОПОННОЙ ФЕРМЕ

С.А. Марченко, лаборант-исследователь,
И.А. Тимофеенко, канд. физ.-мат. наук, руководитель лаборатории
Междисциплинарная лаборатория сити-фарминга,
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
г. Красноярск, Российская Федерация
sergey_marchenko_1999@mail.ru

Аннотация. По данным вертикальной гидропонной фермы (139 полок) оценена связь урожайности салата Криспенза с длительностью дефицита CO_2 (<500 и <600 ppm) по стадиям выращивания и с температурой. Урожайность снижалась при дефиците CO_2 на стадии рассады (от 1 суток при 500 ppm, от 2 – при 600 ppm), но не при доращивании; связь с температурой положительна только при отсутствии дефицита CO_2.

Abstract. Using data from a vertical hydroponic farm (139 shelves), the relationship of lettuce cv. Crispenza yield with CO_2 deficit duration (<500 and <600 ppm) by growth stage and with temperature was assessed. Yield decreased with CO_2 deficit at the seedling stage (from 1 day at 500 ppm, from 2 days at 600 ppm) but not at the growing-on stage; the effect of temperature was positive only in the absence of CO_2 deficit.

Ключевые слова: вертикальная ферма, гидропоника, салат, концентрация CO_2, температура, урожайность.

Keywords: vertical farm, hydroponics, lettuce, CO_2 concentration, temperature, yield.

Введение

Закрытые вертикальные фермы обеспечивают круглогодичное производство зеленных культур при контролируемых температуре, влажности, PPFD (плотность фотосинтетического потока фотонов) и концентрации CO_2 [1, 2]. При достаточной освещённости CO_2 может ограничивать фотосинтез и накопление биомассы [3], а его повышенная концентрация снижает отрицательное влияние высокой температуры [4]; эффект может зависеть от стадии развития растений. Цель работы – оценить связь длительности дефицита CO_2 и температуры на стадиях рассады и доращивания с урожайностью салата сорта Криспенза (*Lactuca sativa* L.) на действующей вертикальной ферме.

Основная часть

Данные собраны в феврале–июле 2026 г.: 139 полок, урожайность – товарная масса на 35-е сутки после посева, кг/м². За 35 суток до уборки регистрировали среднесуточные CO_2 (в среднем 661±50 ppm) и температуру. Полки группировали по числу суток с

CO_2 ниже 500 и 600 ppm на стадиях рассады (2–13-е сутки) и доращивания (14–35-е); температуру – по квартилям с учётом совпадающих значений. Различия оценивали ANOVA с критериями Тьюки или Геймса–Хоуэлла (при неоднородности дисперсий), $p < 0{,}05$. Снижение урожайности связано с дефицитом CO_2 только на стадии рассады (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность Криспензы при снижении CO_2

Порог, ppm	Сутки < порога (стадия)	n	Урожайность, кг/м²
500	0	100	3,592 a
500	2 (дор.)	16	3,680 a
500	1 (расс.)	10	3,207 b
500	2 (расс.)	13	3,076 b
600	0	20	3,715 c
600	1 (расс.)	31	3,430 c
600	2 (расс.)*	10	3,207 d
600	4 (расс.)*	13	3,076 d
600	1 (дор.)	49	3,645 c
600	3 (дор.)	9	3,673 c
600	3 (дор.) / 1 (расс.)	7	3,689 c

Разные буквы – различия значимы при $p < 0{,}05$; ряды 500 и 600 ppm сравнивали независимо. *те же полки, что в группах 1 и 2 сут (расс.) при 500 ppm.

Связь с температурой доращивания проявлялась только при отсутствии дефицита CO_2 <600 ppm на стадии рассады: урожайность в верхнем квартиле (Q4) значимо превышала Q1–Q3; при наличии дефицита различий между квартилями не было (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность Криспензы при разной температуре доращивания

Дефицит CO_2 <600 ppm на стадии рассады	T, °C (квартиль)	n	Урожайность, кг/м²
нет	22,0–23,2 (Q1)	20	3,362 a
нет	23,3–23,4 (Q2)	22	3,578 a
нет	23,4–23,8 (Q3)	15	3,701 a
нет	23,8–24,0 (Q4)	18	4,182 b
есть	21,7–23,0 (Q1)	18	3,206 c
есть	23,2–23,3 (Q2)	19	3,309 c
есть	23,3–23,4 (Q3)	12	3,570 c
есть	23,4–23,5 (Q4)	11	3,329 c

Разные буквы – различия значимы при $p < 0{,}05$; ряды «нет» и «есть» сравнивали независимо.

Заключение

Урожайность Криспензы на 35-е сутки связана с длительностью дефицита CO_2 на стадии рассады: при пороге 500 ppm – уже от 1 суток, при 600 ppm – от 2 суток; на стадии доращивания значимого влияния не выявлено. Положительная связь урожайности с температурой доращивания проявляется только при отсутствии дефицита CO_2. Для системы управления микроклиматом это означает приоритет поддержания CO_2 ≥600 ppm в первые 13 суток выращивания; причинный характер связей требует проверки в контролируемом эксперименте.

Список использованной литературы

1. Gargaro M., Murphy R. J., Harris Z. M. Let-us investigate; A meta-analysis of influencing factors on lettuce crop yields within controlled-environment agriculture systems // Plants. – 2023. – Vol. 12, № 14. – P. 2623.

2. Roy A. S. et al. Vertical farming: a sustainable agriculture format of the future // International Journal of Research in Agronomy. – 2024. – Vol. 7. – P. 308–314.

3. Lee Y. B., Park M. H. Effects of CO_2 concentration, light intensity and nutrient level on growth of leaf lettuce in a plant factory // Acta Horticulturae. – 2001. – № 548. – P. 377–384.

4. Taub D. R., Seemann J. R., Coleman J. S. Growth in elevated CO_2 protects photosynthesis against high-temperature damage // Plant, Cell & Environment. – 2000. – Vol. 23, № 6. – P. 649–656.

УДК 631.15

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА МОЛОТИЛКИ КОМБАЙНА ПРИ УБОРКЕ ЗЕРНА НА ПЛЮЩЕНИЕ И КОНСЕРВИРОВАНИЕ

В.А. Смелик, д-р техн. наук, профессор,
А.Н. Перекопский, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
smelik_va@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований настройки рабочих органов молотилки зерноуборочного комбайна при уборке фуражного зерна на плющение и консервирование.

Abstract. The article presents the results of studies on the adjustment of the working parts of a grain harvester when harvesting fodder grain for flattening and preservation.

Ключевые слова: технология, зерноуборочный комбайн, плющение зерна, потери.

Key world: technology, combine harvester, flattening of grain, losses.

Актуальность

Увеличение объёмов зерновой продукции невозможно без сокращения потерь, возникающих на этапе уборки. Материалы обследования комбайнового парка в производственной обстановке указывают на то, что реальные потери систематически оказываются выше тех значений, которые были зафиксированы при испытаниях на МИС [1, 2]. Причиной этого служат нарушения правил технической эксплуатации и отклонения от регламентированных настроечных параметров. Целью работы является определение предельной скорости движения зерноуборочного комбайна, не допускающей, агротехнический уровень потерь зерна.

Результаты исследований

Ключевым критерием эффективности зерноуборочного комбайна служит его пропускная способность, под которой понимается масса скошенной растительной массы, подвергаемая обмолоту за единицу времени без ухудшения качества работы и забивания рабочих органов. При условии, что физико-механические свойства убираемой культуры (полеглость, засорённость, влажность и урожайность) остаются неизменными в конкретных производственных условиях, определяющим фактором пропускной способности становится доля зерна в растительной массе. Однако для каждого вида и сорта зерновых культур этот показатель является стабильным, тогда как влажность и урожайность подвержены существенным колебаниям.

На основании литературных источников [3, 4, 5] и своих исследований [6] мы изучали влияние различных факторов на качество уборки влажного фуражного зерна с последующим плющением и консервированием. Эксплуатационная производительность зерноуборочного комбайна определяется тремя основными факторами: рабочей скоростью движения, урожайностью культуры и влажностью растительной массы (зависящей от фазы вегетации). Загрузка агрегата допустима лишь до тех пор, пока уровень потерь зерна не превышает агротехнических требований. Превышение пропускной способности сверх допустимой неминуемо ведёт к росту потерь при уборке. В ходе исследований зависимость величины потерь Y за молотильным устройством была установлена как функция урожайности X_1 убираемой массы, скорости движения комбайна X_2. и влажности хлебной массы X_3.

Диапазоны варьирования указанных входных переменных были определены на основе предварительных данных [3] и приведены в таблице.

Таблица – Факторы потерь при обмолоте

Факторы	Единица измерения	Верхний уровень	Нижний уровень
Урожайность, X_1	ц/га	38	22
Скорость движения, X_2	км/ч	5,5	3,5
Влажность зерна, X_3	%	35	25

По завершении полного факторного эксперимента, реализованного в рандомизированной последовательности, полученные данные, подверглись регрессионной обработке. В итоге была построена математическая зависимость, описывающая потери зерна за молотильным аппаратом зерноуборочного комбайна в функции рассматриваемых факторов. После отбраковки коэффициентов, не прошедших проверку на статистическую значимость, итоговое регрессионное уравнение в кодированных переменных приобрело следующий вид:

$$Y = 2,58 + 0,675X_1 + 0,475X_2 + 0,887X_3 + 0,187X_1X_2 + +0,45X_1X_3 + +0,32X_2X_3, \quad (1)$$

Анализ полученного регрессионного уравнения (1) позволяет заключить, что доминирующее влияние на величину зерновых потерь за молотилкой оказывает рабочая скорость агрегата. Среди парных взаимодействий наиболее существенным признано сочетание урожайности убираемой растительной массы и скорости движения комбайна. На основе модели (1) была решена обратная задача – определение предельной (допустимой) скорости $V_{p(don)}$, при которой потери не превышают агротехнического норматива (например, $P_м$ = 1,5 %):

$$V_{p(don)} = \frac{15,657 - Q_з(0,591 - 0,013W_з) - 0,483W_з}{13,98 + 0,433Q_з - 0,31W_з}, \quad (2)$$

где $Q_з$ – урожайность зерна, ц/га;

$W_з$ – влажность зерна,%.

Для хозяйств, остро нуждающихся в уборочной технике, особый интерес представляет технология уборки зерновых на плющение и консервирование, которая повышает сезонную выработку

комбайна в 1,75 раза [4, 7]. При этом уравнение (2) служит инструментом расчёта предельной скорости движения машины, гарантирующей, что потери зерна молотилкой не превысят установленного агротехнического порога в 1,5 % при любых складывающихся условиях.

Заключение

Среди факторов, воздействующих на эксплуатационные показатели комбайнов (производительность и качество обмолота), существенное место занимает влажность растительного сырья. Обработка экспериментальных данных позволила получить расчётные зависимости, описывающие взаимосвязь величины зерновых потерь за молотилкой с влажностью и объёмом подачи массы при уборке прямым комбайнированием.

Список использованной литературы

1. Могильницкий В.М., Гудков Д.А. О целесообразности производства плющенного фуражного зерна в Северо-Западном регионе // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2002. – № 73. – С. 165-169. – EDN SZTRXH.

2. Новиков М.А. К вопросу о перспективах производства плющенного зерна в Северо-Западном регионе РФ // Совершенствование технологических процессов и рабочих органов машин в растениеводстве и животноводстве. – С-Пб.: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2001. – С. 114–117. – EDN TZFRGR.

3. Гудков Д.А. Повышение эффективности уборки зерновых культур путем обоснования сроков начала уборки и режимов работы зерноуборочных комбайнов в условиях Северо-Запада РФ: дис. канд. тех. наук. -СПб. 2003. – 150 с. EDN: NMMSQX.

4. Патент № 2239305 C1 Российская Федерация, МПК A01F 12/18, A01F 12/20. Молотильное устройство: № 2003112924/12: заявл. 30.04.2003: опубл. 10.11.2004 / М.И. Липовский, Д.А. Гудков; заявитель Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – EDN ZOBHZJ.

5. Асманкин Е.М., Кукаев Х.С., Ушаков Ю.А. [и др.] Форсированная технология переработки как реализация метода энергонасыщенного воздействия на зерновую массу // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 6(104). – С. 154-161.. – EDN JVWBGU.

6. Смелик В.А., Фомин С.Д., Захаров А.М., Перекопский А.Н. Оценки технологической надежности машин для плющения и консервирования органического фуражного зерна // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2025. – № 4(82). – С. 482–492. – EDN MIFHOV.

7. Липовский М.И., Сухопаров А.И. Чем убирать зерно для плющения? // Кормопроизводство. – 2005. – № 2. – С. 28-31. – EDN QKAZTR.

УДК 631.43:629.1

ФОРМИРОВАНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ АГРОФОНАХ

Н.Н. Романюк[1], канд. техн. наук, доцент,
А.Н. Орда[1], д-р техн. наук, профессор,
В.А. Шкляревич[1], ст. преподаватель,
Н.Л. Ракова[1], канд. техн. наук, доцент,
Ж.И. Пантелеева[1], канд. физ.-мат. наук, доцент,
А.С. Воробей[2], канд. техн. наук, доцент

[1]Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
orda.tmm@bsatu.by

[2]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Обоснованы пути формирования машинно-тракторных агрегатов, учитывающих тип и состояние почвенного агрофона.

Abstract. The ways of forming machine-tractor units taking into account the type and condition of soil agrophone are justified.

Ключевые слова: почва, плотность, напряжение, ходовая система, колесо, гусеница.
Keywords: soil, density, stress, running system, wheel, track.

Введение

Из-за чрезмерного уплотняющего воздействия ходовых систем машинно-тракторных агрегатов (МТА) на почву снижается урожайность сельскохозяйственных культур. Так, урожайность зерновых в следах тракторов снижается на 10…15 %, а корнеклубнеплодов – на 20…30 % [1 - 5].

Помимо радикальных средств снижения давления на почву, заключающихся в создании принципиально новых типов ходовых систем, значительного эффекта снижения уплотнения почвы можно добиться путем формирования машинно-тракторных агрегатов, учитывающих тип и состояние почвенного агрофона.

Цель работы – обоснование путей улучшения приспособляемости ходовых систем машинно-тракторных агрегатов к различным почвенным агрофонам.

Основная часть

При расчете уплотнения почвы применялся энергетический метод, учитывающий влияние поглощенной энергии на изменения плотности почвы. В результате анализа поглощения энергии в поч-

венном массиве получено следующее уравнение распределения напряжений по глубине [6]:

$$\sigma_x = \sigma_0 \cdot e^{-\beta \cdot x}, \quad (1)$$

где σ_x – напряжение в почве на глубине x, Па; σ_0 – напряжение в контакте деформатора с почвой, Па; β – коэффициент распределения напряжений, м$^{-1}$.

Зависимость распределения плотности почвы по глубине имеет вид [7]:

$$\rho_x = \rho_п \left(1 + \frac{\beta}{k} \sigma_0 \cdot e^{-\beta \cdot x}\right), \quad (2)$$

где ρ_x – плотность почвы на глубине х, кг/м^3; $\rho_п$ – исходная плотность почвы, кг/м^3; k – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м^3.

При выполнении различных технологических операций по разному проявляется уплотняющее воздействие ходовых систем МТА. Отличительной особенностью пахотных машинно-тракторных агрегатов является то, что они работают в почвенных условиях, когда плотность верхнего пахотного слоя незначительно отличается от плотности подпахотного слоя (целина, многолетняя залежь, стерня). В данном случае верхний слой почвы имеет низкую поглотительную способность энергии (малые значения коэффициента распределения напряжений) и поэтому уплотняющее воздействие от ходовых систем в значительной мере передаются в нижние необрабатываемые слои почвы. Вспашка почвы требует высоких тяговых усилий со стороны трактора. Поэтому часто для машинно-тракторных пахотных агрегатов используются тяжелые колесные тракторы со сдвоенными колесами.

Известно, что осадка различных по размерам деформаторов при сохранении постоянным давления неодинакова [7, 8]. При воздействии на почву колес с большой опорной поверхностью в процесс деформирования вовлекаются более глубокие слои почвы, что ведет к увеличению осадки. Исследования показали, что на одинаковой глубине под колесами с равным давлением развиваются различные напряжения. Увеличение размеров колес, особенно их ширины, ведет к значительному росту плотности нижних слоев почвы.

Для снижения уплотнения как верхних, так и нижних слоев почвы в наибольшей мере удовлетворяет многоосный колесный ход. Расчет тягово-сцепных качеств показывает, что такие ходовые системы обладают низким сопротивлением качению и высоким тяговым КПД [6, 7, 8].

Передача давлений на почву у гусеничных движителей происходит через опорные катки и гусеничную ленту. Характер накопления осадок почвы под опорными катками такой же, как и многоосных колесных систем. При использовании тракторов с узкими гусеницами напряжения концентрируются в пахотном слое. Поэтому при формировании пахотных машинно-тракторных агрегатов предпочтение следует отдавать гусеничным тракторам и тяговым средствам с многоосной колесной системой (таблица 1) по сравнению с колесными тракторами со сдвоенными колесами.

Таблица 1– Рекомендуемое количество осей ходовой системы

Масса машины, т	Количество осей, шт.
5	2
5-10	2 – 3
10-20	3 – 4
20-30	4 – 5
30-40	5 – 6
40-50	6 – 8

При формировании посевных машинно-тракторных агрегатов следует исходить из того, что почва, подготовленная под посев, обладает высокой способностью поглощения энергии [6–8]. Для посевных агрегатов рекомендуется устанавливать сдвоенные шины на тракторах и сеялках, применять шины больших размеров, особенно высокоэластичные. Обобщенные рекомендации по формированию МТА приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендации по формированию МТА

Тип МТА	Рекомендуемый трактор и приспособления к ходовым системам	Примечания
Посевной	Колесный; сдвоенные шины с давлением воздуха 60–80 кПа	При влажности W=0,9–1,0 НВ применяются приспособления к колесам
Пахотный	Гусеничные тракторы; тракторы с многоосным колесным ходом	-
Для работы в междурядьях	Универсальный пропашной трактор	При влажности W=0,9–1,0 НВ применяются сдвоенные колеса
Для внесения удобрений	Многоосный колесный ход с широкопрофильными шинами	При влажности W=0,9–1,0 НВ применяются приспособления к колесам
Транспортный	Многоосный колесный ход	-

Заключение

При эксплуатации машинно-тракторных агрегатов воздействие их ходовых систем на почву оценивается глубиной следа, уплотнением верхнего слоя почвы, высотой уплотняемого слоя и характером распределения плотности по глубине. Для расчета показателей уплотнения почвы применен энергетический метод, основанный на закономерностях поглощения энергии различными слоями почвы. В результате получены закономерности уплотнения связных и рыхлых почв, подстилаемых плотным основанием в различных режимах нагружения.

При формировании посевных машинно-тракторных агрегатов рекомендуется применять колесные тракторы со сдвоенными шинами. Для пахотных машинно-тракторных агрегатов следует использовать гусеничные и перспективные трех-, четырехосные колесные тракторы. Снизить давление на почву машинно-тракторных агрегатов для внесения удобрений можно путем сдваивания шин, увеличения числа осей ходовой системы и установки колесно-гусеничного движителя.

Список использованной литературы

1. Русанов, В. А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения / В. А. Русанов. – М.: ВИМ, 1998. – 368 с.

2. Романюк, Н. Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву вертикальными вибродинамическими нагрузками пневмоколесных движителей : дис. … канд. техн. наук: 05.20.03, 05.20.01 / Н.Н. Романюк. – Минск: БГАТУ, 2008. – 206л.

3. Чигарев, Ю. В. Агротехническая повреждаемость почв при ударных нагрузках от эксплуатируемых сельскохозяйственных машин и орудий / Ю. В. Чигарев, Н. Н. Романюк // Весці Акадэміі аграрных навук Рэспублікі Беларусь. – 1997. – N 3. – С. 68–70.

4. Чигарев, Ю.В. Способы снижения вибродинамических нагрузок, передаваемых машинно-тракторными агрегатами на почву / Ю.В. Чигарев, Н.Н. Романюк, С.П. Адамчик // Агропанорама. – 2003. – №4. – С. 7–10.

5. Романюк, Н. Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву мобильных энергосредств : монография / Н. Н. Романюк // Минск : БГАТУ, 2020. – 200 с.

6. Орда, А. Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов: дис. … д-ра техн. наук: 05.20.03 / А. Н. Орда. – Минск: БГАТУ, 1997. – 269 л.

7. Влияние параметров ходовых систем колесных машин на изменение плотности почвы / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, И.С. Крук, А.Н. Орда, Р.Р. Галимов, К.Ю. Максимович, С.А. Войнаш, А.А. Лучинович // Тракторы и сельхозмашины. – 2021. – №5 – С. 30–37. DOI: 10.31992/0321-4443-2021-5-30-37.

8. Влияние числа осей колесных транспортно-тяговых машин на сопротивление качению / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, А.Н. Орда, В.Г. Кушнир // Тракторы и сельхозмашины. – 2019. – №1 – С. 41–46.

УДК 631. 316.2

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ПЕРИОДИЧЕСКИ ПЕРЕУВЛАЖНЯЕМЫХ СВЯЗНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВ

Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,
Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент,
Е.А. Городецкая, канд. техн. наук, доцент
[1]Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск,Республика Беларусь
mta_mtp@bsatu.by

Аннотация. В статье рассматриваются особенности обработки периодически переувлажняемых связных минеральных (тяжелых) почв, имеющих агромелиоративную направленность.

Abstract. The article examines the specific features of cultivating periodically waterlogged, cohesive mineral (heavy) soils, focusing on aspects of agricultural land improvement.

Ключевые слова: почва, обработка, агромелиорация, вспашка, рациональная система, севооборот.

Keywords: soil, tillage, land improvement, plowing, rational system, crop rotation.

Введение

К обработке связных минеральных почв предъявляется больше требований, чем к другим их типам. Это обусловливается способностью этих почв к быстрому переувлажнению при выпадении дождей или к пересыханию при наступлении сухой погоды. В результате почвы покрываются многочисленными трещинами различной ширины и уходящими в глубину до 1 м и более. По ним выдуваются пары воды и улетучиваются питательные вещества.

Основная часть

В основу рациональной системы обработки связных минеральных почв должно быть положено углубление пахотного слоя с доведением его мощности до 0,25–0,30 м. Глубокий пахотный слой особенно с созданием (путем применения разноглубинной обработки почвы) в почвенном профиле (между пахотным и подпахотным слоями) биомелиоративной прослойки из пласта многолетних бобовых и бобово-злаковых трав, позволяет избежать переувлажнения пахотного слоя, аккумулировать влагу в подпахотных слоях для засушливых периодов, повысить структурность почвы, снизить плотность сложения и амплитуду колебания температуры в зоне макссимального распространения корневой системы растений.

Особенностями обработки периодически переувлажняемых связных минеральных (тяжелых) почв является их агромелиоративная направленность. Обработку связных почв следует начинать как можно раньше, сразу после уборки отдельных участков или загонов, не дожидаясь освобождения всего поля от растительной продукции. Необходимо использовать послеуборочную спелость, при которой она хорошо крошиться, без глыб и с минимальным сопротивлением плугу. Не соблюдение данного требования ведет к распылению структуры, потере влаги и большой затрате механической энергии на обработку и к снижению урожая.

При более высокой влажности почва практически не крошится. Вспашка сухой почвы также не допустима (за исключением крайних случаев, когда невозможен сев озимых и других культур), поскольку ппашня получается глыбистой и почти не образуется комков небоольших размеров. Вредное последействие как переувлажненных, так и переосушенных почв сказывается на протяжении целого ряда лет и для его ликвидации требуются значительные затраты средств и времени.

Агромелиоративная обработка включает приемы, обеспечивающие поверхностный сток и отвод избыточной влаги по пахотному слою почвы (планировка, выборочное бороздование, лущение с прикатыванием, гребневание, грядование и др.), а также приемы, направленные на увеличение влагоемкости почвы, на перераспределение влаги по почвенному профилю с аккумуляцией ее в подпахотных горизонтах (рыхление, щелевание, послойная обработка почвы и др.). Указанные приемы обработки могут быть эффективными при условии их правильного подбора. Например, агромелиоративные приемы под зерновые культуры должны быть направлены в первую очередь на своевременную ликвидацию избытка поверхностных вод весной и осенью (под озимые) и накопление влаги в пахотном слое, особенно в критические для них периоды роста и развития. Основными особенностями для озимых культур являются выравнивание поверхности, бороздование, разуплотнение подпахотного горизонта. Лучшим способом основной обработки почвы под яровые зерновые культуры является зяблевая вспашка.

Агромелиоративная обработка под картофель, корнеплоды сводится к ликвидации избыточного переувлажнения в весенний период, регулированию водно-воздушного режима в течение всего вегетационного периода и созданию дополнительных запасов про-

дуктивной влаги. Основную роль здесь играют планировка, разуплотнение подпахотного горизонта, нарезка гряд или гребней.

Обработку клеверного или клеверно-тимофеечного пласта следует проводить после уборки второго укоса трав плугами с предплужниками. Хороший эффект дает предварительноее дискование вдоль и поперек поля. Лучший срок подъема пласта в северной зоне республики – первая половина сентября, в центральной и южной – вторая и третья декады сентября. На весну зяблевую вспашку переносить нецелесообразно: это снижает урожай. В таких условиях ее можно заменить мелкими обработками (на глубину 0,10–0,12 м), что ускоряет созревание почвы и позволяет начать полевые работы в более ранние сроки.

Заключение

Рациональная система агротехнических приемов обработки почвы в севообороте строится с учетом необходимости сочетания глубоких и мелких, отвальных и безотвальных обработок. Минимизация обработки связных минеральных почв возможна только при наличии достаточно мощного культурного пахотного слоя, а также на чистых от многолетних сорняков полях, вышедших из-под пропашных и зернобобовых предшественников, где зяблевая вспашка может быть заменена чизелеванием или дискованием.

Список использованной литературы

1. Система перспективных машин и оборудования для реализации эффективных технологий производства и первичной переработки основных видов продукции растениеводства и животноводства на 2021-2025 годы и на период до 2030 года : (методические рекомендации)/ Нац. Акад. Наук Беларуси [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2024.– 118 с.

2. Непарко, Т. А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства : электронное учебное пособие / Т. А. Непарко ; Минсельхозпрод РБ, УО «БГАТУ», Кафедра ЭМТП и А. –Минск : БГАТУ, 2023.

УДК 663/635:631.5

ЖАТКА ДЛЯ УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО ЖК-12

Н.Н. Быков, **канд. техн. наук, доцент,**
Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент
[1]Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье дана технологическая характеристика жатки для уборки кукурузы на зерно 12-рядной ЖК-12.

*Abstract.*The article provides the technological characteristics of the 12-row corn harvester ZhK-12.

Ключевые слова: жатка, технологический процесс, производительность, расход топлива, эффективность.

Keywords: header, technological process, productivity, fuel consumption, efficiency.

Введение

В условиях рыночной экономики на первый план выходит проблема производства конкурентноспособной сельскохозяйственной продукции. Её решение возможно обеспечить основываясь на внедрении в аграрное производство современных, высокопроизводительных сельскохозяйственных машин и агрегатов.

Основная часть

Жатка для уборки кукурузы на зерно 12-рядная ЖК-12 предназначена для отделения початков от стеблей кукурузы, подачи початков к транспортеру наклонной камеры комбайна, срезания стеблей, измельчения и разбрасывания листостебельной массы по полю. Агрегатируется с зерноуборочными самоходными комбайнами КЗС-1624-1, КЗС-2124 и их модификациями. Для транспортирования жатки используется тележка. При транспортных переездах тележка с установленной на ней жаткой присоединяется к комбайну при помощи тягового устройства.

Жатка ЖК-12 состоит из рамы, шнека, устройства загиба стерни, валов карданных, стоек, механизма перемещения отсекателей, окна выгрузного, русел, носков, кожухов, электрооборудования, гидросистемы.

Шнек, установленный за руслами, предназначен для перемещения початков к выгрузному окну и дальнейшей их подачи на транспортер наклонной камеры комбайна.

Устройство загиба стерни предназначено для предотвращения износа шин комбайна. Включает в себя две подпружиненные балки, установленные на кронштейнах рамы жатки при помощи осей. Усилие поджатия балки можно изменить перестановкой болтов в отверстиях стоек.

Носки предназначены для разделения растительной массы и направления стеблей в рабочую зону русел, при помощи которых производится отделение початков от стеблей и подача их к шнеку, срезание стеблей ножами ротора, измельчение и разбрасывание по полю.

Гидросистема жатки предназначена для дистанционной регулировки зазора между отсекателями.

Технологический процесс работы жатки: при движении комбайна с жаткой по полю кукурузный стебель попадает в пространство между отсекателями. Вращающиеся навстречу друг другу вальцы протягивают стебель вниз. Кукурузные початки за счет удара об отсекатели отделяются от стебля, при помощи подающих цепей перемещаются к шнеку, который транспортирует их к выгрузному окну жатки и далее початки лопатками шнека подаются к транспортеру наклонной камеры. Кукурузные стебли ножами роторов срезаются, измельчаются по мере их протягивания вальцами и разбрасываются по полю.

Техническая характеристика, эксплуатационно-технологические и экономические показатели жатки для уборки кукурузы на зерно 12-рядной ЖК-12 предоставлены в таблицах 1–3.

Таблица 1 – Техническая характеристика

Наименование показателя	Значение	
	по ТЗ	по результатам испытаний
Условия проведения испытаний		
Температура окружающего воздуха, °С	—	14
Относительная влажность воздуха, %	—	82
Показатели технической характеристики		
Марка жатки	ЖК-12	ЖК-12
Агрегатирование	Зерноуборочные комбайны КЗС-1624-1, КЗС-2124 и их модификации	Комбайн зерноуборочный КЗС-1624-1
Масса конструктивная жатки (без транспортной тележки), кг	4200, не более	4050
Масса транспортной тележки, кг	1100	1050
Ширина захвата жатки, м	8,4	8,4
Число убираемых рядков, шт.	12	12
Ширина междурядий, см	70	70
Габаритные размеры жатки, мм: – в рабочем положении	3000x8700x1500	3000x8700x1500
– в транспортном положении (на тележке)	12600x2500x2500	12600x2500x2500
Тип режущего аппарата жатки	Ротационный	Ротационный
Привод рабочих органов жатки	Механический, карданными валами от комбайна	Механический, карданными валами от комбайна

Таблица 2 – Эксплуатационно-технологические показатели

Наименование показателя	Значение	
	по ТЗ	по результатам испытаний
Режим работы		
Рабочая скорость движения, км/ч	10,0, не более	8,4
Урожайность, т/га	–	10,2
Транспортная скорость движения, км/ч	20,0, не более	20,0
Эксплуатационно-технологические показатели		
Производительность, т/ч (га/ч):		
– основного времени	–	63,9 (7,18)
– сменного времени	–	48,9 (5,50)
– эксплуатационного времени	–	46,0 (5,17)
Удельный расход топлива за сменное время работы, кг/т (га/ч)	–	1,45 (12,86)

Таблица 3 – Экономические показатели выполнения процесса с применением жатки ЖК-12

Наименование показателя	Значения показателя
Годовая загрузка, ч:	
- жатки	60
- комбайна	120
Годовая наработка, т	2760
Затраты труда, чел.-ч/т	0,020
Прямые эксплуатационные затраты (себестоимость), руб./т по элементам:	
- зарплата	0,11
- амортизация	16,94
- ремонт и техническое обслуживание	10,95
- топливо	3,93
- всего	31,93
Удельные капитальные вложения (с учетом Е=0,2), руб./т	29,05
Сумма приведенных затрат, руб./т	60,98

Функциональные и эксплуатационно-технологические показатели качества выполнения технологического процесса жатки ЖК-12 в составе комбайна КЗС-1624-1 определялись в ООО «Демеза» Буда-Кошелевского района Гомельской области на уборке кукуру-

зы урожайностью зерна 10,2 т/га, влажностью зерна 30,9 %. Условия проведения испытаний были характерными для данного региона и соответствовали техническому заданию. Экономические показатели использования жатки для уборки кукурузы на зерно ЖК-12 рассчитаны по материалам эксплуатационно-технологической оценки на уборке кукурузы на зерно. В результате расчетов экономических показателей установлено, что себестоимость механизированных работ на уборке кукурузы на зерно составила 31,93 руб./т.

Заключение

В результате проведенной функциональной оценки ЖК-12 можно сделать выводы, что применение жатки значительно снижает себестоимость зерна кукурузы, сокращает сроки уборки и повышает качество продукции.

Список использованной литературы

1. Протокол № 037 1 / 3-2033 ИЦ от 23.11.2022. ИЦ ГУ «Белоруская МИС» – Минск : ИЦ ГУ «Белоруская МИС», 2022. – 70 с.

УДК 631.33

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ АГРЕГАТОВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ, ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ И ПАРОВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Н.Н. Быков[1], канд. техн. наук, доцент,
Т.А. Непарко[1], канд. тех. наук, доцент,
П.Т. Бердимуратов[2], доктор философии по техническим наукам (PhD)

[1]Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь,
[2]Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В статье дана технологическая оценка и показана экономическая эффективность применения агрегатов для предпосевной, послеуборочной и паровой обработке почвы отечественного и зарубежного производства.

Abstract. The article gives a technological assessment and shows the economic efficiency of the use of units for pre-planting, post-harvest and steam treatment of soil of domestic and foreign production.

Ключевые слова: предпосевная обработка, послеуборочная обработка, паровая обработка; производительность, расход топлива, себестоимость; эффективность.

Keywords: pre-planting, post-harvest treatment, steam treatment; Productivity, fuel consumption, cost Efficiency.

Введение

В настоящее время в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь применяются различные отечественные и зарубежные агрегаты для предпосевной, послеуборочной и паровой обработки почвы. Они отличаются между собой конструктивными особенностями, габаритными характеристиками, производительностью и другими параметрами. В условиях низкой платежеспособности сельскохозяйственных предприятий и дефицита финансовых ресурсов руководителям и специалистам инженерной службы весьма важно при приобретении новой сельскохозяйственной техники и её эксплуатации считать окупаемость инвестиций и экономическую эффективность ведения сельскохозяйственного производства.

Основная часть

Культиватор-глубокорыхлитель полунавесной КГП-6,2 предназначен для предпосевной послеуборочной, паровой обработки почвы и глубокого рыхления с одновременным дроблением комьев, уничтожением сорной растительности, выравниванием, мульчированием и прикатыванием верхнего слоя почвы.

Агрегатируется с тракторами тягового класса 5,0 и выше.

Функциональные показатели культиватора определялись на предпосевной обработки зяби, глубоком рыхлении почвы, обработке почвы со стерней зерновых культур и паровой обработке.

Установлено, что глубина обработки на указанных фонах составила 21,1; 30,2; 25,9 и 16,0 см (по ТУ 5,0-35,0 см), с отклонениями от заданной глубины соответствующими требованиями ТНПА. При этом следует отметить, что достичь максимальную глубину обработки 35 см, предусмотренную ТЗ, не представилось возможным из-за недостаточной для испытываемого культиватора тяговой мощности трактора «БЕЛАРУС-3522». Гребнистость поверхности почвы составила 3-5 см, что соответствует требованиям технического задания – не более 4 см. Содержание комков почвы размером до 50 мм после прохода культиватора составило 100 %, что соответствует ТЗ (не менее 100 %). При предпосевной обработке почвы массовая доля комков до 25 мм составила 83,4 %, что соответствует ТЗ (не менее 80%). Подрезание сорняков и растительных остатков

составило 100 % (по ТЗ – не менее 80%). Плотность почвы в обработанном слое 3–8 см составила 1,0–1,2 кг/см², что соответствует требованиям ТЗ (1,0–1,3 кг/см^3).

При эксплуатационно-технологической оценке, проведенной на предпосевной обработке зяби, глубокой обработке почвы и обработке пара установлено, что производительность культиватора за час основного времени составила 7,25; 5,58 и 6,08 га, за час сменного времени – 5, 46; 4,19; 5,55 га, а за час эксплуатационного времени 5,38; 4,13; 4,48 га, соответственно вышеперечисленным фонам. Требования ТЗ регламентировано значение производительности культиватора за основное время работы 4,96-7,44 га и производительность – за сменное время работы 3,72-5,58 га.

Важнейшей составляющей энергоресурсосбережения является расход топлива на 1 га обработанной площади [1].

Удельный расход топлива за сменное время работы составил 8,7–10,6 кг/га, что соответствует ТЗ – не более 12 кг/га.

Наработка культиватора при испытаниях составила 152 ч основного времени (976 га), при этом зарегистрировано два технических отказа – один первой группы сложности и один второй группы сложности. Обрыв болтов крепления лап шириной 80 мм произошел из-за недостаточной прочности крепления, а деформация винтовой части тяг, регулировки равномерности хода рабочих органов, произошла из-за недостаточной их жесткости.

Наработка на отказ второй группы сложности составила 152 ч, что соответствует требованиям технического задания (не менее 120 ч). Коэффициент готовности с учетом организационного времени составил 0,98, что соответствует требованиям технического задания. Коэффициент готовности по оперативному времени составил 0,99, что соответствует требованиям ТКП 282-2010.

По показателям технического обслуживания культиватор также соответствует ТЗ.

По показателям безопасности на соответствие действующим в Таможенном союзе техническим нормативным правовым актам (ГОСТ ISO 4254-12013, ГОСТ Р 53489-2009, ГОСТ 26336-97), применение которых на добровольной основе обеспечивает выполнение технического регламента ТР ТС 010/2011, несоответствий не установлено.

Расчет экономических показателей использования культиватора проведен по результатам эксплуатационно-технологической оценки на глубоком рыхлении почвы в сравнении с зарубежным аналогом Kockerling Vector 620 (таблица).

Таблица – Экономические показатели эксплуатации культиватора КГП-6,2 и зарубежного аналога Kockerling Vector 620

Наименование показателя	Значение показателя	
	Культиватор КГП-6,2	Культиватор Kockerling Vector 620
Производительность, га/ч:		
- сменного времени	4,2	
- эксплуатационного времени	4	
Удельный расход топлива, кг/га	10	
Цена топлива с учетом стоимости смазочных материалов, руб. /кг	1,35	
Балансовая цена (без НДС), руб.:		
- культиватора	99750	159751
- трактора «БЕЛАРУС-3522»	212060	212060
Коэффициент отчислений на:		
-амортизацию:		
- культиватора	0,125	
- трактора	0,083	
- текущий ремонт и техническое обслуживание		
- культиватора	0,16	
- трактора,	0,099	
Годовая загрузка, ч		
- культиватора	120	
- трактора	1000	
Годовая наработка, га	495	
Затраты труда, чел.-ч/га	0,24	
Прямые эксплуатационные затраты, руб. /га по элементам:		
- зарплата	0,27	0,27
- амортизация	29,42	44,55
- ремонт и техническое обслуживание	37,29	56,66
- топливо	14,31	14,31
Всего	81,3	115,8

В результате расчета экономических показателей было установлено, что годовая экономия затрат в размере (81,3*495) – (115,8*495) = 17078 руб. позволяет окупить культиватор-глубокорыхлитель КГП-62 за 5,8 года.

Заключение

Эксплуатация сельскохозяйственной техники в производственных условиях показывает более высокую её надёжность по импортным аналогам. Однако в связи с более низкой стоимостью техники отечественного производства сельскохозяйственные органи-

зации республики находятся в более выигрышном положении при её эксплуатации, что позволяет обеспечить более высокую окупаемость вкладываемых ресурсов в развитии аграрной отрасли.

Список использованной литературы

1. Экономика ресурсосбережения в агропромышленном комплексе: учеб. Пособие / М.К. Жудро, В.М. Бальина, М.М. Жудро. – Минск: ИАЦ Минфина, 2014.

2. Протокол № 039 Д 1 / 2-2016ИЦ от 29.07.2016. ИЦ Гу «Белоруская МИС» – Минск : ИЦ Гу «Белоруская МИС», 2023. – 80 с.

УДК 631.171

ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЛЬТАЛЕТОВ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Н.Н. Быков, канд. техн. наук, доцент,
Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье приведены технологическая оценка и эффективность использования сверхлёгких летательных аппаратов сельскохозяйственного назначения в области химических обработок сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь.

Abstract. The article presents a technological assessment of the use of ultra-light aircraft for agricultural purposes in the field of chemical treatments of agricultural land in the Republic of Belarus.

Ключевые слова: сельскохозяйственные культуры, дельталетная авиация, химическая обработка, эффективность.

Abstract: key words: agricultural crops, trike aviation, chemical processing, efficiency.

Введение

В настоящее время для успешной реализации современных интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур начали применяться сверхлёгкие летальные аппараты (СПА) сельскохозяйственного назначения, особенно класса «дельталет». С помощью данной техники стало возможным сравнительно недорого выполнять авиационно-химические работы (АХР) новым методом ультрамалообъемного опрыскивания (УМО), недоступные малой авиации и наземным опрыскивателям.

Основная часть

Еще в 70-е годы прошлого столетия Всероссийским институтом фитопатологии было доказано, что обработка пестицидами мето-

дом УМО посредством вращающихся распылителей жидкости (ВРЖ) с нормой расхода рабочей жидкости 5 д/га и размером капель менее 150 мкм эффективнее и выгоднее традиционного наземного опрыскивания. [1]

Высокая эффективность УМО обусловлена тем, что при мелкокапельном ультрамалообъемном опрыскивании сверхлегкими летательными аппаратами с ВРЖ формируется аэрозольное облако с шириной захвата 20-30 м и с каплями очень маленького диаметра, которые проникают в кутикулу (надкожицу) растения и лучше усваиваются им. К тому же значительно меньше химического раствора просто стекает на «землю», а потребности в доставке воды при этом к обрабатываемому полю по сравнению с обычным опрыскиванием снижаются в 40–60 раз. По данным Краснодарского института при применении авиации в сельском хозяйстве потери от колес составляет на зерновых – 5–7%, на рапсе – 10–12%.

В таблице 1 приведены потери урожая на одном гектаре от колеи наземной техники в зависимости от урожайности и процентного соотношения потерь [1]. На рисунке 1 показана планируемая польза от системного (последовательно-параллельного) использования авиации (дельталетов) совместно с наземной техникой с целью минимизации потерь от колеи. Видно, что величина чистой прибыли от реализации проекта по минимизации потерь на колее тем больше, чем меньше разница в затратах на наземное опрыскивание по сравнению с авиационным. И если они будут соразмерными, сельскохозяйственный производитель получит стопроцентную прибавку к урожаю от исключения потерь на колее (таблица 1).

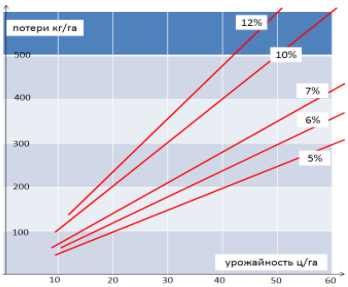


Рисунок 1 – Потери урожая на колее от наземной техники в зависимости от урожайности и процентном соотношении потерь

Таблица 1– Потери урожая на колее от наземной техники

Параметр (характер потери)	Урожайность (ц/га)										Потери (%)
	35	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	
Потери урожая зерновых (кг/ га)	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	5%
	210	240	270	300	330	360	390	420	460	480	6%
	245	280	315	350	385	420	455	490	525	560	7%
Потери урожая рапса (кг/га) га) коколеезерновых на колее	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	10%
	420	460	540	600	660	720	780	840	900	960	12%
Потери на зерновых (0,125долл./кг)	22	25	28	31	34	38	41	44	47	50	5%
	26	30	34	38	41	45	49	53	56	60	6%
	31	35	39	44	48	53	S7	61	66	70	7%
Потери на рапсе (0,3долл./кг)	105	120	153	150	165	180	195	–	–	–	10%
	126	144	162	130	198	216	234	–		–	–

Снизить затраты на авиационное опрыскивание до уровня наземною можно путем применения сравнительно недорогой, но эффективной авиационной техники сельскохозяйственного назначения, а именно СЛА класса «дельталет». При этом необходимо правильно организовать совместную деятельность «сельхозпроизводитель - авиация», суть которой заключается в наличии у сельхозпроизводителя собственного дельталета с экипажем (летчик, техник). По данным Всесоюзною научно-исследовательского института применения авиации в сельском хозяйстве гражданской авиации Министерства транспорта РФ и Краснодарского института применения авиации в сельском хозяйстве, по критерию «эффективность-стоимость» на АХР методом УМО дельталеты превосходили самолеты более чем в 1,4 раза [3], что подтвердила практика их применения. Это объясняется особенностями эксплуатации разных классов авиационной техники. Например, если для хранения всего одного самолета требуется полноценный ангар, то для двух дельталетов достаточно одного стандартного гаража.

Время подготовки дельталета к транспортировке наземным способом в сцепке с легковым автомобилем составляет 30–40 мин, а экипаж самолета должен осуществить перелет, на что дополнительно тратится дорогостоящий ресурс авиационной техники. Необходимо отметить и то, что дельталет предпочтительнее с точки зрения безопасности и комфортности применения на АХР.

В Беларуси с небольшими площадями и сложной конфигурацией контуров полей преимущества в выполнении АХР методом УМО с помощью сверхмалой авиации и дельталетов по сравнению с наземной 'техникой не очевидны и требуют соответствующего практического подтверждения. В этой связи планируется выполнение в течение не менее 3 лет проекта «Интенсификация растениеводства посредством комплексного последовательно-параллельного применения авиации и наземной техники», в котором основная ставка делается на дельталеты.

В ходе проекта на близко расположенных двух группах полей достаточной площадью с разным видом возделываемых культур будет проводиться на одной группе комплексная АХР методом УМО с помощью дельталетов, а на другой – только с помощью наземной техники. Ежегодно результаты будут сравниваться.

Спектр сельскохозяйственных работ методом УМО может быть следующим:

- внесение глифосатов по парам, по кустарникам и лесным массивам, по рапсу, кукурузе и другим культурам;
- прополка (за исключением гороха, свеклы и капусты):
- борьба с падалицей, болезнями и вредителями;
- внесение микроудобрений;
- внесение химических препарате от полегания зерновых;
- обработка от клещей;
- десикация рапса, подсолнечника, кукурузы, гороха и других культур;
- различные виды обработки садов;
- обработка водоемов и водоканалов в рыбных хозяйствах;
- внесение трихограммы;
- мониторинг сельхозугодий;
- охрана площадных объектов;
- поиск пропавшего крупного рогатого скота и др.

Кроме того, на некоторых культурах АХР методом УМО наиболее рациональны, а иногда просто незаменимы и широко используются в мировой практике (горох, подсолнечник, кукуруза, рапс).

С помощью дельталетов можно выполнить все работы по внесению химических препаратов за исключением подкормки растений с большими нормами расхода. Если подкормку (обработку) большими объемами произвести без колеи, оставляемой традиционной наземной техникой, используя наземные опрыскиватели гния «Роса», «Туман» и (или) малую авиацию (вертолеты К-26. Ми 2; самолеты АН-2), то в остальном цикле химических обработок, посредством дельталетов можно было бы оценить конечную эффективность и прибавку к урожаю на величину потерь от этой колеи на второй группе полей, обрабатываемых наземной техникой [4].

Если российский опыт об эффективности применения СЛА для проведения АХР подтвердится в Беларуси, то прогнозная добавка к урожаю только на одной культуре рапсе, извлекаемая от применения дельталетной авиационной техники при практической реализации проекта «Интенсификация растениеводства посредством системного применения авиации и наземных технических средств», в масштабах от сельхозпредприятия и до страны в целом может быть очень высокой.

При подтверждении полученных в России значений эффективности применения СЛА для проведения АХР в Беларуси и при хорошем урожае сельхозпредприятие только на одной культуре – рапсе, засеянном на площади 300-500 га, за один сезон может окупить дельталет (стоимость которого в зависимости от комплектации составляет 60 тыс. долл.). В масштабах же всей нашей страны практическая реализация проекта только на рапсе позволит получить прогнозируемую чистую прибыль в размере 30-40 млн долл. [4].

Заключение

При правильной организации авиационно-химических работ на сельскохозяйственных угодьях дельталет становится окупаемым, и высокоприбыльным техническим средством.

Список использованной литературы

1. Огородников, П. и. Эффективность сельскохозяйственных авиационно-химических работ / П. И. Огородников, В. В. Усик, И. А. Лизнева // Вест. ОГУ. – 2006. - № 2. «Гуманитарные науки». – С. 103–105.

2. Полухин, А. Малая авиация в сельском хозяйстве: дорого, но выгодно / А. Полухин // Аграрное обозрение. 2011. – № 1. – С. 20–23.

3. Россихин, А.Н. Современное состояние авиации в сельском хозяйстве России и перспективы ее развития / А.Н. Россихин//Авиация общего назначения. 1998. – № 9. – С. 9–14.

4. Привалов, Ф. Дельталеты для химической обработки сельскохозяйственных угодий / Ф. Привалов, А. Зизико // Наука и инновации. – 2017. – № 2. – С. 30–34.

5. Экономика ресурсосбережения в агропромышленном комплесе: учеб. Пособие / М.К. Жудро, В.М. Бальина, М.М. Жудро. – Минск: ИАЦ Минфина, 2014.

УДК 631. 363.636

СОСТАВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО БАЛАНСА В ПЕРИОД УБОРКИ УРОЖАЯ

Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,
А.С. Вороненко, аспирант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
mta_mtp@bsatu.by

Аннотация. В статье рассмотрена задача составления транспортного баланса на период уборки урожая с учетом оптимальной расстановки различных типов (марок) транспортных средств по видам перевозок.

Abstract. Abstract: The article examines the task of compiling a transport balance for the harvest period, taking into account the optimal allocation of various types (models) of vehicles to specific transport operations.

Ключевые слова: урожай, уборка, транспортное средство, баланс, оптимизация.
Keywords: harvest, harvesting, vehicle, balance, optimization.

Введение

В работе агропромышленного комплекса при уборке урожая важную значение придается оперативности вывоза продукции с полей. При этом возникает вопрос, насколько эффективно будут использоваться транспортные средства (ТС) и не придется ли привлекать дополнительный транспорт из других организаций. Сравнение рассчитаных провозных возможностей собственного парка транспортных средств с реальной потребностью в перевозках называют составлением транспортного баланса (ТБ).

Основная часть

В отличие от известных ранее подходов к составлению транспортного баланса мы исходили из того, что дополнительная потребность в транспортных средствах зависит от характера распределения собственного парак по видам перевозок. Учет соответствия различных типов ТС видам перевозок, на которых данный транспорт работает наиболее производительно, позволяет выявить резервы провозных возможностей парка транспортных средств. Создаются предпосылки для сокращения межрайонных перебросок ТС и затрат по привлечению автомобильного парка, а также персонала автопредприятий на период уборки урожая.

Провозные возможности парка транспортных средств сельскохозяйственного предприятия (СХП):

$$\sum_i \sum_l \sum_k \sum_n W_{ilk} x_{ilkn} \to \max, \quad (1)$$

при ограничении:

– количество используемых транспортных средств не превышает имеющегося парка ТС:

$$\sum_l \sum_k x_{ilkn} \le N_i, \quad (2)$$

– осуществления полной транспортировки груза транспортными средствами, либо их окажется недостаточным:

$$\sum_i W_{ilk} x_{ilkn} \le P_{lkn}, \quad (3)$$

где W_{ilk} – выработка транспортного средства *i*-го типа, занятых на перевозках *l*-го груза по *k*-ой линии перевозок за «единичный» интервал времени, т; x_{ilkn} – количество транспортных средств *i*-го типа, занятых на перевозках *l*-го груза по *k*-ой линии перевозок в *n*-й интервал времени (пятидневку, декаду и т. п.); N_i – наличие технически готовых ТС *i*-го типа в СХП; P_{lkn} – объем перевозок *l*-го груза по *k*-ой линии перевозок в *n*-й интервал времени, т.

Провозные возможности привлеченных транспортных средств:

$$\sum_i \sum_l \sum_k \sum_n W_{ilk} y_{ilkn} \to \max, \quad (4)$$

где y_{ilkn} – количество дополнительно привлеченных транспортных средств *i*-го типа, занятых на перевозках *l*-го груза по *k*-ой линии перевозок в *n*-й интервал времени.

Объем перевозок, не выполненный парком ТС СХП, остается привлеченному парку:

$$\sum_i W_{ilk} y_{ilkn} = P_{lkn} - \sum_i W_{ilk} x_{ilkn}. \quad (5)$$

Для решения задачи (4)–(5) необходимо для каждого вида перевозок найти тип транспортных средств i_0 с максимальной выработкой $W_{i_0 lk}$.

Полагаем, что $y_{i_0 lkn} = \left(P_{lkn} - \sum_i W_{ilk} x_{ilkn} \right) / W_{i_0 lk}$.

При необходимости полученное значение округляем до целого в большую сторону. Однако вначале необходимо решить задачу (1)–(3). Наличие в этой задаче ограничений двух типов превращает ее в распределительную задачу линейного программирования.

Заключение

Для решения столь объемной задачи разработан алгоритм решения, основанный на методе «последовательного назначения единиц», позволяющий получить: план использования транспортных средств СХП (форма ТБ-1), дополнительную потребность в ТС на период уборки урожая (форма ТБ-2), а также сводный баланс транспортных средств СХП и привлеченных ТС (форма ТБ-3). При этом в приложении формы ТБ-2 представлены ТС, которые можно использовать с достаточной эффективностью в случае невозможности привлечения рекомендованных в форме ТБ-2 типов ТС.

Список использованной литературы

1. Система перспективных машин и оборудования для реализации эффективных технологий производства и первичной переработки основных видов продукции растениеводства и животноводства на 2021-2025 годы и на период до 2030 года : (методические рекомендации)/ Нац. Акад. Наук Беларуси [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2024.– 118 с.

2. Непарко, Т. А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства : электронное учебное пособие / Т. А. Непарко ; Минсельхозпрод РБ, УО «БГАТУ», Кафедра ЭМТП и А. –Минск : БГАТУ, 2023.

3. Непарко, Т.А. Моделирование взаимодействия технических средств при производстве механизированных работ / Т.А. Непарко // Агропанорама. – 2004. – № 3. – С. 14–17.

4. Новиков А.В., Жданко Д.А., Непарко Т.А. Новые подходы к разработке методики потребности в сельскохозяйственной технике // Агропанорама.– 2019.– № 3 (133).– С. 10–14.

УДК 631. 363.636

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,
А.С. Вороненко, аспирант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
mta_mtp@bsatu.by

Аннотация. В статье рассматривается методика оценки эффективности использования транспортных средств в транспортно-технологических системах по минимуму удельных затрат.

Abstract. The article examines a methodology for evaluating the efficiency of vehicle utilization in transport-technological systems based on the criterion of minimizing specific costs.

Ключевые слова: эффективность, транспорт, производительность, система, затраты, минимум.

Keywords: efficiency, transport, productivity, system, costs, minimum.

Введение

Эффективность использования транспортных средств (ТС) в транспортно-технологических системах (ТТС) характеризуется их производительностью и затратами на приобретение и эксплуатацию. Поэтому рациональное применение ТС следует определять по двум критериям: максимуму производительности и минимуму удельных затрат.

Основная часть

Определим эффективность использования транспортных среедств разных типоразмеров в транспортно-технологических системах по критерию затрат на приобретение и экспплуатацию ТС, т.е. по удельным приведеным затратам:

$$П_t = E_Н K_t + И_t \qquad (1)$$

где $П_t$ – расход ресурсов, выраженных в денежных единицах, руб./ч; $E_Н$ – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений; K_t, $И_t$ – капиталовложения в ТС и издержки на эксплуатацию ТС, руб/ч.

Капиталовложения в транспортное средство:

$$K_t = \frac{1}{\tau_{см}}\left(\frac{Б_э}{Т_{г_э}} + \frac{Б_м}{Т_{г_м}}\right), \qquad (2)$$

где $\tau_{см}$ – коэффициент использования времени смены; $Б_э$, $Б_м$ – балансовая стоимость энергетической и машинной части агрегата, руб.; $Т_{г_э}$, $Т_{г_м}$ – нормативная годовая загрузка по времени энергетической и машинной части агрегата, ч.

Издержки на эксплуатацию транспортного средства:

$$И_t = Г_t + В_t + Р_t + Т_t + З_t, \qquad (3)$$

где $Г_t$ – затраты на топливно-смазочные матриалы, руб./ч; $В_t$, $Р_t$, $Т_t$ – отчисления на восстановление, ремонт и техническое

обслуживание ТС, руб/ч; $З_t$ – зароботная плата водителя, тракториста-машиниста, руб./ч.

После учета основных факторов, влияющих на отдельные слагаемые уравнения (3), подстановки развернутых выражений K_t и $И_t$ в уравнение (1) и математических преобразований получили удельные приведеные затраты:

– по объему перевозок

$$\begin{aligned}П_{Q_ц} = &\left\{\frac{2}{W_{п\text{-}р}}\left[a_t + c_t\left(1+k_{нк}\right)\right] + Ц_{тсм}\left(\frac{G_{тп}}{W_п} + \frac{G_{тр}}{W_р}\right)\right\} + \\ &+\left\{\frac{2}{v_{г\text{-}х}}\left[a_t + c_t\left(1+k_{нк}\right)\right] + Ц_{тсм}\left(\frac{G_{тг}}{v_г} + \frac{G_{тх}}{v_х}\right)\right\}\frac{l_г}{q_н},\end{aligned} \tag{4}$$

– по грузообороту

$$\begin{aligned}П_{P_ц} = &\left\{\frac{2}{v_{г\text{-}х}}\left[a_t + c_t\left(1+k_{нк}\right)\right] + Ц_{тсм}\left(\frac{G_{тг}}{v_г} + \frac{G_{тх}}{v_х}\right)\right\}\frac{1}{q_н} + \\ &+\left\{\frac{2}{W_{п\text{-}р}}\left[a_t + c_t\left(1+k_{нк}\right)\right] + Ц_{тсм}\left(\frac{G_{тп}}{W_п} + \frac{G_{тр}}{W_р}\right)\right\}\frac{1}{l_г},\end{aligned} \tag{5}$$

где c_t – тарифная ставка водителя, тракториста-машиниста, руб./ч; $k_{нк}$ – коэффициент, учитывающий классность водителя; $\tau_ц$ – коэффициент использования времени цикла;

$$a_t = \frac{1}{\tau_{см}}\left(\frac{Б_э\left(\alpha_э + \beta_э + \gamma_э + E_н\right)}{Т_{г_э}} + \frac{Б_м\left(\alpha_м + \beta_м + \gamma_м + E_н\right)}{Т_{г_м}}\right) -$$

при отчислениях, осуществляемых в долях от соответствующих балансовых стоимостей на календарный год;

$$\begin{aligned}a_t = &\frac{1}{\tau_{см}}\left(\frac{Б_э\left(\alpha_э + E_н\right)}{Т_{г_э}} + \frac{Б_м\left(\alpha_м + E_н\right)}{Т_{г_м}}\right) + 10^{-3} v_{г-х}\tau_ц \times \\ &\times\left[Б_э\left(\delta_э + \beta_э + \gamma_э\right) + Б_м\left(\delta_м + \beta_м + \gamma_м\right)\right] -\end{aligned}$$

при отчислениях, осуществляемых в долях от соответствующих балансовых стоимостей на каждую 1000 км годового пробега.

Зависимости (4) и (5) по своему характеру противоположны. Поэтому необходимо добиться такого состояния, чтобы одновременно были получены их минимумы, учитывая, что каждому значению полезной номинальной нагрузки $q_{\text{н}} = \frac{l_{\text{г}}}{k}\frac{W_{\text{п-р}}}{v_{\text{г-х}}}$ ТС соответствуют такие сочетания параметров $l_{\text{г}} / k$, $W_{\text{п-р}}$, $v_{\text{г-х}}$, при которых показатель $\text{П}_{Q_{\text{ц}}}$ приведенных затрат, отнесенных к комплексной производительности $W_{Q_{\text{ц}}}$, минимален. Комплексные показатели производительности ТС и удельных приведенных затрат на их приобретение и эксплуатацию целесообразно использовать для нахождения областей эффективного применения транспортых средств, образующих параметрические ряды. После решения этой задачи определяем общеприняте частные показатели эффективности, соответствующие оптимальным сочетаниям параметров эксплуатации для каждого типоразмера.

Заключение

Изложенная в статье методика легла в основу решения проектных и эксплуатационных задач, связанных с определением рациональных условий эксплуатации для транспортных средств с заданными параметрами и выбором ТС для заданных условий работы в транспортно-технологических системах.

Список использованной литературы

1. Система перспективных машин и оборудования для реализации эффективных технологий производства и первичной переработки основных видов продукции растениеводства и животноводства на 2021-2025 годы и на период до 2030 года : (методические рекомендации)/ Нац. Акад. Наук Беларуси [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2024.– 118 с.

2. Непарко, Т. А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства : электронное учебное пособие / Т. А. Непарко ; Минсельхозпрод РБ, УО «БГАТУ», Кафедра ЭМТП и А. –Минск : БГАТУ, 2023.

3. Непарко, Т.А. Моделирование взаимодействия технических средств при производстве механизированных работ / Т.А. Непарко // Агропанорама. – 2004. – № 3. – С. 14-17.

УДК: 635.64:631.544

ВЫРАЩИВАНИЕ РАССАДЫ ОГУРЦА НА ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТАХ С ОБЕЗЗАРАЖЕННЫМ КОМПОСТОМ

И.П. Козловская, д-р с.-х. наук, доцент

[1] *Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

i.p.kozlovskaya@gmail.com

Аннотация. Разработан технологический прием выращивания рассады огурца с использованием органических субстратов, позволяющий в рассадный период исключить применение минеральных удобрений. В качестве источника элементов питания рекомендовано использовать обеззараженный термоаммиачным способом компост. Выращивание рассады огурца на торфяных субстратах, содержащих 50-65% такого компоста, позволяет получить стандартную рассаду огурца с массой растений 33,7-33,9 г.

Abstract. Technological method has been developed for growing cucumber seedlings using organic substrates, which makes it possible to eliminate the use of mineral fertilizers during the seedling period. Compost disinfected by the thermal-ammonia method is recommended as a source of nutrients. Growing cucumber seedlings on peat substrates containing 50–65% of such compost yields standard cucumber seedlings with a plant mass of 33.7–33.9 g.

Ключевые слова: огурец, рассада, торф, обеззараженный компост, субстрат.

Keywords: cucumber, seedlings, peat, disinfected compost, substrate.

Введение

Особую роль в питании человека играют овощи. Они являются главным источником витаминов С, Р, некоторых витаминов группы В, провитамина А (каротина), минеральных веществ (особенно солей калия), ряда микроэлементов, органических кислот и пищевых волокон. Регулярное потребление овощей нормализует метаболизм, укрепляет иммунитет, повышает стрессоустойчивость [1].

Среди овощных культур одно из лидирующих мест по потреблению занимает огурец. Плоды огурца богаты калием и магнием, которые поддерживают работу сердца и нервной системы, содержат витамины С, К, группы В. Для поддержания водного баланса, контроля веса, улучшения пищеварения, выведения токсинов диетологи рекомендуют съедать 200–300 граммов свежих огурцов в сутки [2].

В Республике Беларусь 9 ноября 2018 г. принят закон «О производстве и обращении органической продукции» № 144-З, который стал первым базовым правовым актом, регулирующим произ-

водство экологически чистой продукции. Такая продукция должна быть произведена по специальным экологическим стандартам, без применения в технологическом цикле компонентов, которые даже потенциально могут угрожать здоровью людей [3].

Выращивание огурца на органических субстратах, состав которых позволяет свести к минимуму или полностью исключить использование минеральных удобрений, отвечает современным запросам и имеет как научное, так и практическое значение.

Основная часть

При выращивании огурца в защищенном грунте используют рассадный способ [4]. От качества рассады зависят рост, развитие и продуктивность растений. При выращивании рассады огурца потребности в элементах питания традиционно удовлетворяются за счет введения в состав субстрата минеральных удобрений, что противоречит требованиям закона РБ «О производстве и обращении органической продукции».

У растений огурца, даже при незначительных нарушениях условий выращивания, проявляется склонность накапливать токсичные соединения. В плодах могут аккумулироваться потенциально опасные токсины: нитраты и кукурбитацин. Накопление нитратов в плодах огурца в большинстве случаев обусловлено нарушениями минерального питания в условиях недостаточной освещенности. Синтез кукурбитацина – природного растительного токсина – активизируется при нарушении условий выращивания, когда растение испытывает стресс. Поэтому особое значение приобретает разработка и внедрение технологических приемов производства продукции, в соответствии с требованиями органического земледелия [7,8].

Субстраты для рассады огурца должны иметь высокую пористость и низкую плотность; обладать хорошей водоудерживающей способностью, содержать достаточное для растений количество кислорода, иметь высокую теплоемкость; быть свободными от семян сорняков, возбудителей болезней, примесей. Этим требованиям отвечают субстраты на основе природного материала – торфа. Содержание элементов питания в таком субстрате незначительно, поэтому потребности растений в них удовлетворяются за счет минеральных удобрений.

Нами была поставлена задача оптимизировать условия минерального питания рассады огурца путем подбора органических

компонентов субстрата и исключить использование минеральных удобрений в рассадный период. Для удовлетворения потребности растений в элементах питания в состав торфяного субстрата вводили компост, полученный при термоаммиачном компостировании навоза.

Технологическая схема приготовления позволяет получить обеззараженный компост с высокой удобрительной ценностью, не содержащий патогенной микрофлоры, антибиотиков, сорняков. Обеззараживание навоза во время компостирования происходит за счет формирования термической среды с повышенным содержанием аммиака [5,6].

Для определения состава субстрата без минеральных удобрений, обеспечивающего полноценное развитие растений огурца в рассадный период, к торфу добавляли различные дозы обеззараженного компоста. Обеззараженный термоаммиачным способом компост рассматривали как альтернативный минеральным удобрениям источник элементов питания для растений огурца в рассадный период. В состав субстрата вводили от 20 до 75% компоста (табл.1).

Таблица 1– Масса растений огурца (г) в рассадный период на органических субстратах различного состава

Состав субстрата	Масса растений, г		
	Через 10 дней после появления всходов	Через 20 дней после появления всходов	Через 30 дней после появления всходов
Торф 100%+минеральные удобрения	8,5	12,6	27,7
Торф 80%+компост 20%	10,4	13,7	25,8
Торф 65%+ компост 35%	11,6	15,8	28,2
Торф 50%+компост 50%	12,7	20,8	33,9
Торф 35%+ компост 65%	12,7	20,5	33,7
Торф 25%+компост 75%	11,0	17,8	27,8
$НСР_{05}$	0,5	1,0	1,2

Рост и развитие рассады огурца оценивали по приросту сырой массы растений, которую определяли с интервалом десять дней после появления всходов. В качестве контроля использовали торфяной субстрат, обогащенный минеральными удобрениями.

Всходы семян огурца на всех изучаемых субстратах появились дружно, в обычные сроки, с полноценным развитием семядольных листьев.

Через десять дней после появления всходов средняя масса растений огурца на контроле составила 8,5 г. При введении в состав субстрата 20% обеззараженного компоста рассада такого же возраста имела среднюю массу 10,4 г; 35% компоста – 11,6 г соответственно.

Несколько большую массу – 12,7 г – имела рассада томата, выращенная на субстратах, содержащих 50 и 65% компоста. При увеличении доли компоста в составе субстрата до 75% средняя масса растений в десятидневном возрасте составила 11,0 г.

Двадцатидневная рассада на субстратах различного состава существенно различалась как по внешнему виду, так и по массе. На торфяном субстрате с добавками минеральных удобрений (контроль) растения имели среднюю массу 12,6 г. При выращивании на субстратах без минеральных удобрений с добавкой компоста 20 и 35%$_{об.}$ – 13,7 и 15,8 г. Наиболее активный рост растений отмечен на субстратах с 50 и 65% содержанием компоста. Их масса составила 20,8 и 20,5 г соответственно.

К завершению рассадного периода торфяном субстрате с добавками минеральных удобрений средняя масса растений в контрольном варианте составила 27,7 г, на субстратах без минеральных удобрений с содержанием компоста 20% – всего 25,8 г. Растения имели бледно-зеленую окраску, тонкий стебель и мелкий лист.

У рассады огурца, выращенной на субстратах, содержащих 50-65% обеззараженного компоста, средняя масса достигла 33,9-33,7 г. Растения имели хорошо развитый, интенсивно окрашенный листовой аппарат. Габитус растений соответствовал требованиям стандарта. При увеличении доли компоста до 75% (6 вариант) отмечено снижение массы растений, отмечены симптомы, свидетельствующие об избытке элементов питания в субстрате.

Заключение

При выращивании рассады огурца в защищенном грунте для получения продукции, соответствующей требованиям Закона Республики Беларусь № 144-З «О производстве и обращении органической продукции» целесообразно в рассадный период исключить использование минеральных удобрений, а в качестве источника элементов питания использовать компост, обеззараженный термоаммиачным способом. Выращивание рассады огурца на торфяных субстратах, содержащих 50-65% такого компоста, позволяет получить стандартную рассаду огурца с массой растений 33,7-33,9 г.

Список использованной литературы

1. В мире экологизированного и органического овощеводства /А.А. Аутко, Г.И. Гануш, В.К. Пестис, В.В. Гракун, С.А. Тарасенко, И.П. Козловская и др. – Гродно: ООО ЮрСаПринт, 2019. – 220 с.
2. Овощи: какие и сколько? // [Электронный ресурс] / Код доступа: https://www.sb.by/articles/ovoshchi-kakie-i-skolko.html .
3. Закон Республики Беларусь № 144-З (Закон Республики Беларусь от 9 ноября 2018 г. №144-З «О производстве и обращении органической продукции») // [Электронный ресурс] /Код доступа: https://etalonline.by/document/?regnum=h11800144 .
4. Технология выращивания рассады огурцов для теплицы // [Электронный ресурс] / Код доступа: https://teplichka.by/vse-o-teplitsakh/288-tekhnologiya-vyrashchivaniya-rassydy-ogurtsov-dlya-teplitsy.
5. Способ приготовления компоста многоцелевого назначения: пат. 18125 Респ. Беларусь, C05F3/00, C05F17/00 / Н.Н. Гринчик, И.П. Козловская и др.// Заявитель и патентообладатель ИТМО НАН Беларуси. – 2014.
6. Козловская, И.П. Способ приготовления экологического удобрения / И.П. Козловская, Н.Н. Гринчик // Матер. XI Междунар. научной конф. «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК», Брянск, март 2014 г.– Брянская ГСХА, 2014. – С. 171-173.
7. Избыток - недостаток веществ у огурцов // [Электронный ресурс] / Код доступа:https://onprofi.ru/blog/articles/izbytok--nedostatok-veshchestv-u-ogurtsov-1/
8. Бочаров В.Н., Соколова Г.Ф., Киселева Н.Н., Воронцова А.И. Качество плодов огурца в зависимости от условий выращивания. Овощи России. – №(4-1) .– 2009. – С. 54-57.

УДК 656.073.434

СНИЖЕНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ СИЛ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЖИДКИХ ГРУЗОВ В ЗАКРЫТЫХ ЕМКОСТЯХ

Г.И. Кошля, ст. преподаватель,
Н.Д. Янцов, канд. тех. наук, доцент,
Н.Н. Вечер, канд. биол. наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
27genko@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы безопасности перевозки жидкостей в железнодорожных и автомобильных цистернах и пути совершенствования их конструкций.

Abstract. The article discusses the safety of transport of liquids in rail and road tankers and how to improve their designs.

Ключевые слова: цистерна, транспорт, жидкие грузы.

Keywords: tanker, transport, liquid cargo.

Введение

Автоцистерна представляет собой сложное техническое средство, включающее саму цистерну, систему герметизации, оборудование для загрузки и разгрузки, а также специальные элементы, предназначенные для удержания жидкости и компенсации её перемещений. При движении автомобиля жидкость внутри цистерны может смещаться, усиливая колебанизменяя распределение массы и создавая дополнительные момента нагрузки. Это приводит к тому, что водитель сталкивается с особыми условиями управления транспортным средством, а сама конструкция должна выдерживать нестандартные воздействия как при обычном движении, так и экстренных ситуациях.

Немалая часть автоцистерн производится для нужд сельского хозяйства. Тут и перевозка молока, и перевозка химических удобрений и даже нефтепродуктов для сельскохозяйственной техники. Для повышения эффективности грузоперевозок иногда используют целую колонну автомобильных цистерн, которые в свою очередь оснащены дополнительными цистернами прицепами. Данная схема транспортировки намного выгоднее, чем, если бы одна или две машины доставляли груз в какой-либо отдалённый район.

Основная часть

Все цистерны могут быть классифицированы по ряду признаков. По конструктивным их разделяют на рамные и несущие.

Основные виды автоцистерн, использующиеся для перевозки наливных грузов:

- Автоцистерна без температурного режима - используется для перевозки наливных грузов, не требующих соблюдения строгого температурного режима. В основном используется для перевозки таких видов грузов как меласса, масла и др.

- Автоцистерна-изотерма - используется для перевозки быстро портящейся пищевой продукции, например, молока. Надежно предохраняет залитый груз от нагревания. В зависимости от времени года и температуры окружающей среды за сутки перевозимый груз может нагреться от 1 до 3 градусов[4].

- Изотермическая автоцистерна с паровой рубашкой. Оснащенная специальным контуром, по которому подается горячий пар, обладает возможностью подогрева груза в зимних условиях. Если перевозимый

груз в холодное время года имеет свойство густеть, то нагревание паром помогает выгрузить загустевшую жидкость.

- Автоцистерна с автономным подогревом – имеет специальное оборудование, которое помогает поддерживать температуру жидкого груза на требуемом уровне на протяжении всей транспортировки.

- Автоцистерны для перевозки опасных грузов. Данные цистерны пригодны не только для перевозки опасных химических грузов, но и для временного их хранения. Цистерны этого типа имеют разделение на классы опасности транспортируемых жидких грузов.

Так как различные жидкости расширяются по-разному, то уровень заполнения железнодорожных цистерн зависит от вида перевозимой жидкости [1].

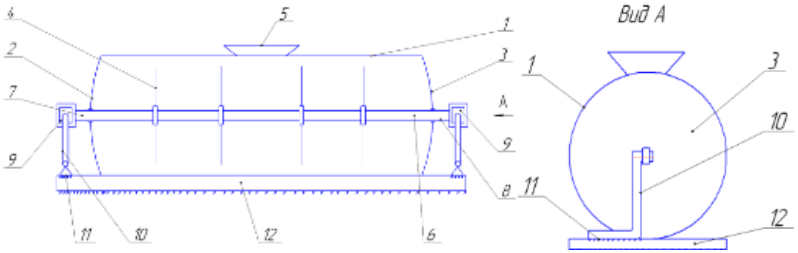
При транспортировке частично заполненной цистерны возрастает вероятность возникновения опасной ситуации. Колебания жидкого груза внутри резервуара могут приводить к существенному снижению продольной и поперечной устойчивости и управляемости транспортного средства и вести к увеличению нагрузок на конструкцию цистерны. Например, вследствие относительного перемещения жидкости по направлению движения автомобиль, остановившийся на скользкой поверхности перед светофором, может быть вытолкнут силами инерции колеблющегося груза на перекресток. Влияние перемещения жидкости в цистерне на динамику транспортного средства существенно растет при увеличении веса транспортного средства и его размеров [2].

Встречающиеся при эксплуатации транспортных средств случаи аварий цистерн могут привести к значительному ущербу для окружающей среды, связанному с утечкой перевозимых токсичных грузов. Кроме того, аварии, происходящие при транспортировке опасных грузов, могут приводить к взрывам и пожарам [5].

Цистерны без устройств для гашения колебаний жидкости отличаются большими перемещениями центра масс груза в резервуаре. Это приводит к значительным продольным гидродинамическим нагрузкам, действующим на днища. С целью снижения этих нагрузок внутри цистерн устанавливают перегородки, как проницаемые, так и непроницаемые [3]. В некоторых случаях для снижения опасности опрокидывания дополнительно устанавливают волнорезы, ограничивающие перемещение жидкости в поперечном направле-

нии. Однако санитарные нормы запрещают использование перегородок в цистернах, предназначенных для перевозки продуктов питания (например, молока) из-за трудностей при очистке внутренней части резервуара.

Предложено снизить силы инерции жидкостей, возникающих при переходных режимах движения цистерн, путем использования специального устройства, устанавливаемого в резервуаре цистерны (рис.1).



1 – цилиндрическая оболочка, 2 – передняя стенка, 3 – задняя стенка, 4 – поперечные перегородки, 5 – заливная горловина, 6 – продольный стержень, 7 – передний конец стержня, 8 – задний конец стержня, 9 – шарнирное соединение верхнего конца переднего торсиона с передним концом продольного вала, 10 – торсионы, 11 – жесткое соединение нижних концов торсионов с платформой транспортного средства, 12 – платформа

Рисунок 1 – Цистерна для перевозки жидких грузов

Суть предложения состоит в установке внутри цистерны подвижных перегородок, связанных между собой единым стержнем, выходящим наружу и передающим возникающие силы инерции на платформу через торсионы.

Предложенное устройство работает следующим образом. Силы инерции, которые возникают при изменении скорости движения или трогании с места транспортного средства, перевозящего жидкий груз, залитый через горловину 5 и находящийся в объеме между цилиндрической оболочкой 1, передней 2 и задней 3 стенками, действуют на поперечные перегородки 4, жестко соединенные с продольным стержнем 6, вызывая при этом его перемещение в направлении действия сил. Торсионы 10, верхние концы которых шарнирно соединены с концами 7 и 8 продольного стержня 6 и жестко – с платформой 12 будут воспринимать силы инерции жидкости и передавать их на платформу, обеспечивая тем самым эффективное их гашение, исключая разрушение стенок цилиндрической оболочки 1 и обеспечивая безопасность перевозок.

Таким образом, предложенные конструкции позволяют преобразовать кинетическую энергию транспортируемого жидкого груза в иные виды энергии, что дает возможность более эффективно гасить колебания жидкостей по сравнению с существующими, и, в конечном счете, улучшить устойчивость и управляемость автомобильных цистерн.

Заключение

Применение цистерн с устройством передачи инерционных сил на платформу позволит избежать аварии, часто встречающиеся при использовании традиционных цистерн.

Предложенные конструкции перегородок значительно снижают колебания жидкости и её кинетическую энергию при транспортировке жидкости.

Список использованной литературы

1. Островский А.М. Пути совершенствования транспортирования опасных грузов в условиях интенсификации перевозочного процесса: дис. д-ра техн. наук: 05.22.08 / А. М. Островский; Новосибирск, ин-т инж. ж.-д.трансп.- Новосибирск, 1988. – 421 л.

2. Высоцкий, М. С. Динамика автомобильных и железнодорожных цистерн / М. С. Высоцкий, Ю. М. Плескачевский, А. О. Шимановский. – Мн.: Белавтотракторостроение, 2006. – 320 с.

3. Цистерна: пат. 8273 Респ. Беларусь МПК7 B 65D 88/12 / В.Я. Тимошенко, А.О. Шимановский, А.В. Новиков, Г.И. Кошля; заявитель УО «Белорусский государственный аграрный технический университет». – № u 20110870; заявл. 2011.11.08; опубл. 2012.06.30.

4. Джежер, Е.В., Ярмолович, Р.П. Транспортные характеристики грузов / Е.В. Джежер, Р.П. Ярмолович – О.: Феникс, 2007.-272 с

5. Международная Конвенция о Грузовой марке 1966г. / отв.за вып. Н.Т.Иванов- СПб.: ЗАО ЦНИИМФ, 1996. – 145с.

УДК631.333

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОСЕВА И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

А.С. Вороненко, аспирант,
Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,
К.В. Черношей, студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы к автоматизации посевных работ и дифференцированного внесения минеральных удобрений в агро-

производстве. Проанализированы технологические решения на основе систем точного земледелия, спутниковой навигации и датчиков контроля высева. Описаны преимущества дифференцированного подхода к внесению удобрений с учётом пространственной изменчивости почвенных свойств. Приведены данные о повышении урожайности и снижении затрат на производство продукции растениеводства.

Abstract. The article discusses modern approaches to the automation of sowing operations and differentiated application of mineral fertilizers in agricultural production. Technological solutions based on precision agriculture systems, satellite navigation and seeding control sensors are analyzed. The advantages of a differentiated approach to fertilizer application taking into account the spatial variability of soil properties are described. Data on increasing crop yields and reducing production costs in crop production are presented.

Ключевые слова: автоматизация посева, дифференцированное внесение удобрений, точное земледелие, контроль высева, урожайность, энергосбережение.

Keywords: sowing automation, differentiated fertilizer application, precision agriculture, seeding control, crop yield, energy saving.

Введение

Автоматизация технологических процессов является одним из ключевых направлений повышения эффективности сельскохозяйственного производства. В растениеводстве особое значение приобретает точность выполнения посевных работ и рациональное использование минеральных удобрений, поскольку от этого напрямую зависит урожайность сельскохозяйственных культур и экономическая рентабельность хозяйства. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, доля затрат на семена и удобрения в структуре себестоимости зерновых культур достигает 30–35%, при этом нерациональное применение удобрений приводит к перерасходу ресурсов и снижению экологической устойчивости агроландшафтов.

Целью данной работы является анализ современных технологий автоматизации посева и дифференцированного внесения удобрений, а также обоснование целесообразности их внедрения в производственные процессы аграрных предприятий.

Технологии автоматизации посевных работ

Современные посевные агрегаты оснащаются системами контроля высева, обеспечивающими мониторинг количества высеваемых семян, глубины заделки и качества покрытия почвой в режиме реального времени. Датчики, установленные на каждом сошнике, передают информацию на бортовой компьютер, где происходит анализ данных и формирование предупреждений при отклонении параметров от заданных норм. Это позволяет оператору своевре-

менно реагировать на изменения и обеспечивать равномерность посева по всей площади поля.

Интеграция посевных комплексов с системами спутниковой навигации обеспечивает точное позиционирование агрегата и исключает пропуски или перекрытия при движении по полю. Автоматическое отключение сошников на поворотах и границах участков предотвращает излишний расход семян и обеспечивает чёткое соблюдение технологических требований. Современные системы параллельного вождения позволяют механизаторам поддерживать заданную траекторию движения с отклонением не более 2,5 см, что особенно актуально при работе на полях сложной конфигурации.

Дифференцированное внесение удобрений

Дифференцированное внесение удобрений представляет собой технологию, при которой дозы минеральных удобрений корректируются в зависимости от пространственной изменчивости плодородия почв в пределах одного поля. Основой для планирования дифференцированного внесения служат цифровые карты плодородия, создаваемые на основе агрохимических обследований, данных дистанционного зондирования и результатам урожайности предыдущих лет. Анализ указанных данных позволяет выделить зоны с различным уровнем обеспеченности питательными веществами и назначить оптимальные дозы удобрений для каждой зоны.

Техническая реализация дифференцированного внесения осуществляется с помощью разбрасывателей и опрыскивателей, оборудованных системами дозирования с электронным управлением. Бортовой компьютер получает данные о местоположении агрегата и автоматически корректирует дозу внесения в соответствии с загруженной картой. Это позволяет избежать избыточного применения удобрений на плодородных участках и обеспечить достаточное питание на зонах с дефицитом питательных веществ.

Практическое применение технологий

Внедрение автоматизированных систем посева и дифференцированного внесения удобрений в сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь началось в последнее десятилетие и продолжает набирать темпы. Многие хозяйства оснастили посевные агрегаты системами контроля высева и навигационным оборудованием, что позволило повысить равномерность посева и сократить расход семян на 8–12% без снижения урожайности. Внедрение

карт дифференцированного внесения удобрений дало возможность сократить общие дозы применения минеральных удобрений на 15–20% при одновременном увеличении урожайности зерновых культур на 10–15%.

Особую роль в распространении данных технологий играет подготовка кадров и повышение квалификации агрономического персонала. Грамотное использование цифровых инструментов требует от специалистов понимания принципов работы оборудования, умений интерпретировать агрохимические данные и формировать оптимальные рекомендации для каждого конкретного поля.

Экономическая эффективность

Внедрение технологий автоматизации посева и дифференцированного внесения удобрений требует первоначальных инвестиций в оборудование и программное обеспечение, однако срок окупаемости подобных проектов обычно не превышает двух-трёх лет. Основной источник экономии формируется за счёт сокращения расхода семян и минеральных удобрений при сохранении или повышении урожайности. Дополнительный эффект достигается благодаря снижению затрат на топливо за счёт оптимизации маршрутов движения техники, уменьшению износа оборудования и повышению производительности труда механизаторов.

Совокупный экономический результат формируется за счёт одновременного воздействия нескольких факторов: рациональное использование материальных ресурсов, повышение урожайности сельскохозяйственных культур, улучшение качества проведения агротехнических операций и снижение негативного воздействия на окружающую среду. При длительной эксплуатации коэффициент экономической эффективности значительно превышает единицу, что подтверждает целесообразность подобных инвестиций для аграрных предприятий любого масштаба.

Заключение

Автоматизация посевных работ и дифференцированное внесение удобрений представляют собой эффективные инструменты повышения производительности и экономической устойчивости аграрных предприятий. Внедрение систем точного земледелия позволяет рационально использовать семенной и минеральный ресурсы, повысить урожайность сельскохозяйственных культур и снизить

негативное воздействие сельскохозяйственного производства на окружающую среду.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка интегрированных систем управления агротехнологическими процессами, объединяющих данные о состоянии почв, прогноз погоды, техническое состояние техники и экономические параметры хозяйства для формирования оптимальных решений в режиме реального времени.

Список использованной литературы

1. Ковалёв Р.А., Петров С.Н. Системы контроля высева в современных посевных агрегатах // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – № 6. – С. 34–41.

2. Михайлов В.Г. Дифференцированное внесение удобрений в технологиях точного земледелия // Агротехника и энергообеспечение. – 2023. – № 4. – С. 52–61.

3. Новиков А.Л., Сидорова К.П. Цифровые технологии в растениеводстве Республики Беларусь // Вестник аграрной науки. – 2025. – № 2. – С. 78–85.

4. Смирнова Е.А. Точное земледелие: технологии и оборудование. – Мн.: Беларуская навука, 2025. – 256 с.

5. Фёдоров Д.С. Автоматизация технологических процессов в сельском хозяйстве // Экономика сельскохозяйственных предприятий. – 2024. – № 7. – С. 45–53.

6. Шевченко И.В. Спутниковые системы навигации в агропроизводстве // Механизация сельского хозяйства. — 2025. – № 3. – С. 19–27.

УДК 631.51.02

КОНТРОЛЬ ПЕРЕКРЫТИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОЛЕВЫХ ОПЕРАЦИЙ

А.С. Вороненко, аспирант,
Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,
М.Н. Нечаев, студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены методы контроля перекрытий при выпол нении полевых операций в агропроизводстве. Проанализированы причины возникновения перекрытий при обработке почвы, посеве, внесении удобрений и защите растений. Описаны современные технологии минимизации перекрытий на основе спутниковой навигации, систем параллельного вождения и автоматического управления агрегатами. Приведены данные о снижении расхода топлива, семян и средств защиты растений при внедрении систем контроля перекрытий.

Abstract. The article discusses methods for controlling overlaps during field operations in agricultural production. The causes of overlaps during soil tillage, sowing, ferti-

lizer application and crop protection are analyzed. Modern technologies for minimizing overlaps based on satellite navigation, parallel driving systems and automatic control of agricultural units are described. Data on reducing fuel, seed and plant protection product consumption with the introduction of overlap control systems are presented.

Ключевые слова: перекрытия, полевые операции, спутниковая навигация, параллельное вождение, точное земледелие, экономия ресурсов.

Keywords: overlaps, field operations, satellite navigation, parallel driving, precision agriculture, resource saving.

Введение

Перекрытия при выполнении полевых операций представляют собой одну из наиболее распространённых проблем в механизированном растениеводстве. Под перекрытием понимается повторная обработка одного и того же участка поля при движении агрегата, что приводит к нерациональному расходу топлива, избыточному высева семян, передозировке удобрений и средств защиты растений. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, доля перекрытий при традиционной организации полевых работ достигает 8–15% от общей площади обработки, что существенно повышает себестоимость продукции растениеводства.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью снижения материальных затрат и повышения экологической безопасности агротехнологий. Целью работы является анализ причин возникновения перекрытий и разработка рекомендаций по их минимизации с использованием современных навигационных технологий.

Причины возникновения перекрытий

Анализ производственной практики позволяет выделить следующие основные причины возникновения перекрытий при выполнении полевых операций: низкая квалификация механизаторов и отсутствие навыков точного вождения, сложная конфигурация полей с наличием внутренних углов и изломов границ, отсутствие визуальных ориентиров при работе в ночное время или в условиях недостаточной видимости, износ рулевого управления и ходовой части техники, приводящий к отклонениям от заданной траектории, а также нерациональная планировка маршрутов движения и выбор схемы обработки.

Наиболее значительные перекрытия наблюдаются на головных поворотах, при обработке полей неправильной формы и на переходных полосах между технологическими проходами. Исследова-

ния показывают, что доля перекрытий на поворотах достигает 25–30% от общей длины обработанной полосы при традиционной организации работ.

Технологии минимизации перекрытий

Современные системы контроля перекрытий базируются на технологиях спутниковой навигации и автоматического управления агрегатами. Системы параллельного вождения обеспечивают визуальную индикацию отклонения трактора от заданной траектории с точностью до 2,5 см, что позволяет механизатору поддерживать оптимальный курс движения и исключать пропуски или перекрытия смежных проходов. Автопилоты и системы автоматического управления исключают человеческий фактор, обеспечивая движение техники строго по запланированному маршруту.

Программные комплексы планирования полевых работ позволяют формировать оптимальные маршруты с учётом геометрии поля, ширины захвата агрегата и требований технологии. Автоматическое отключение рабочих органов на поворотах и границах участков предотвращает излишнюю обработку уже обработанных зон. Интеграция данных о выполненных операциях с цифровыми картами полей даёт возможность контролировать качество проведения работ и выявлять необработанные или перекрытые участки.

Практическое применение технологий

Внедрение систем контроля перекрытий в сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь демонстрирует положительные результаты на протяжении последних лет. Многие хозяйства оснастили тракторные агрегаты системами параллельного вождения и автоматического управления, что позволило сократить перекрытия при посеве и внесении удобрений до 2–3% от общей площади обработки. Опыт эксплуатации показывает, что даже базовые системы навигации без функции автопилота снижают перекрытия на 40–50% при грамотном использовании.

Особую роль в распространении данных технологий играет подготовка механизаторов и агрономического персонала. Грамотное использование навигационного оборудования требует понимания принципов работы систем, умения планировать маршруты и анализировать данные о выполненных операциях. Хозяйства, уделяющие внимание обучению персонала, достигают наиболее значительных результатов по снижению перекрытий и экономии ресурсов.

Экономическая эффективность

Внедрение систем контроля перекрытий требует первоначальных инвестиций в навигационное оборудование и программное обеспечение, однако срок окупаемости подобных проектов обычно не превышает одного-двух сезонов. Основной источник экономии формируется за счёт сокращения расхода топлива, семян, минеральных удобрений и средств защиты растений. Дополнительный эффект достигается благодаря снижению износа техники, уменьшению негативного воздействия на окружающую среду и повышению производительности труда механизаторов.

Совокупный экономический результат формируется за счёт одновременного воздействия нескольких факторов: рациональное использование материальных ресурсов, снижение экологической нагрузки на агроландшафты, улучшение качества проведения агротехнических операций и повышение урожайности сельскохозяйственных культур. При длительной эксплуатации коэффициент экономической эффективности значительно превышает единицу, что подтверждает целесообразность подобных инвестиций для аграрных предприятий любого масштаба.

Заключение

Контроль перекрытий при выполнении полевых операций представляет собой эффективный инструмент повышения экономической и экологической устойчивости аграрных предприятий. Внедрение систем спутниковой навигации, параллельного вождения и автоматического управления позволяет существенно сократить нерациональный расход ресурсов, повысить качество агротехнических операций и снизить негативное воздействие сельскохозяйственного производства на окружающую среду.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка интегрированных систем управления полевыми операциями, объединяющих данные о геометрии полей, техническом состоянии техники, метеорологических условиях и экономических параметрах хозяйства для формирования оптимальных маршрутов и исключения перекрытий в автоматическом режиме.

Список использованной литературы

1. Ковалёв Р.А., Петров С.Н. Системы параллельного вождения в современных тракторных агрегатах // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – № 6. – С. 34–41.

2. Михайлов В.Г. Минимизация перекрытий при выполнении полевых операций // Агротехника и энергообеспечение. – 2023. – № 4. – С. 52–61.

3. Новиков А.Л., Сидорова К.П. Цифровые технологии в растениеводстве Республики Беларусь // Вестник аграрной науки. – 2025. – № 2. – С. 78–85.

4. Смирнова Е.А. Точное земледелие: технологии и оборудование. – Мн.: Беларуская навука, 2025. – 256 с.

5. Фёдоров Д.С. Автоматизация технологических процессов в сельском хозяйстве // Экономика сельскохозяйственных предприятий. – 2024. – № 7. – С. 45–53.

6. Шевченко И.В. Спутниковые системы навигации в агропроизводстве // Механизация сельского хозяйства. – 2025. – № 3. – С. 19–27.

УДК 631.3

СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

А.С. Вороненко, аспирант,
Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,
К.В. Черношей, студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены методы снижения расхода дизельного топлива в агропроизводстве путём оптимизации маршрутов движения сельскохозяйственной техники. Проведён анализ факторов, влияющих на топливопотребление, описаны современные технологии планирования маршрутов на основе спутниковой навигации и цифрового картографирования. Приведены результаты экспериментальных исследований, подтверждающие снижение расхода топлива на 23,7% при внедрении систем оптимизации. Рассчитана экономическая эффективность предлагаемых мероприятий.

Abstract. The article discusses methods for reducing diesel fuel consumption in agricultural production by optimizing the routes of agricultural machinery movement. An analysis of factors affecting fuel consumption is carried out, modern route planning technologies based on satellite navigation and digital mapping are described. The results of experimental studies confirming a 23.7% reduction in fuel consumption with the introduction of optimization systems are presented. The economic efficiency of the proposed measures is calculated.

Ключевые слова: топливопотребление, маршруты техники, GPS-мониторинг, точное земледелие, энергосбережение, агротехнологии.

Keywords: fuel consumption, machinery routes, GPS monitoring, precision agriculture, energy saving, agricultural technologies.

Введение

Расходы на горюче-смазочные материалы занимают одно из ведущих мест в структуре себестоимости продукции растениевод-

ства. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, доля топливных затрат в общих производственных расходах аграрных предприятий достигает 35–42%. Нерациональная организация движения машинно-тракторных агрегатов приводит к перерасходу дизельного топлива на 12–18% от нормативных значений.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска резервов снижения энергоёмкости производства сельскохозяйственной продукции в условиях нестабильной экономической ситуации и роста цен на нефтепродукты. Целью работы является разработка методических рекомендаций по оптимизации маршрутов сельскохозяйственной техники для снижения расхода топлива.

Факторы, влияющие на расход топлива

Анализ научно-технической литературы и производственной практики позволяет выделить следующие основные факторы, определяющие уровень топливопотребления: техническое состояние трактора и прицепного оборудования, режимы работы двигателя, физико-механические свойства почвы, рельеф местности, геометрические параметры поля, метеорологические условия, квалификация механизатора и организация технологического процесса.

Наиболее значительный резерв экономии топлива связан с организацией маршрутов движения техники. Холостые пробеги, неоптимальные развороты, повторная обработка участков и нерациональная последовательность операций приводят к перерасходу горючего. Исследования показывают, что доля холостых пробегов в общем пробеге агрегатов достигает 15–20% при традиционной организации работ.

Методы оптимизации маршрутов

Оптимизация маршрутов движения сельскохозяйственной техники осуществляется на основе геоинформационных систем и спутниковых технологий. Цифровая модель поля формируется с использованием данных дистанционного зондирования и геодезических изысканий. На основе полученной модели программное обеспечение рассчитывает оптимальные траектории движения с учётом геометрии участка, рельефа, расположения препятствий и технологических требований.

Основные принципы оптимизации включают выбор рациональной схемы обработки (вытяжная, петлевая, встречная), минимизацию количества разворотов, сокращение длины холостых переездов, учёт рельефа при планировании направления движения и

формирование технологических проходов оптимальной длины. При движении по склону рекомендуется работать поперёк уклона или по контуру, что снижает сопротивление движению и обеспечивает равномерную обработку.

Практическое применение технологий оптимизации

Внедрение систем оптимизации маршрутов в сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь демонстрирует положительные результаты на протяжении последних лет. Многие хозяйства Минской и Гродненской областей оснастили тракторные агрегаты бортовыми компьютерами с функцией спутниковой навигации, что позволило в режиме реального времени корректировать движение техники и исключать необработанные участки. Опыт эксплуатации показывает, что даже частичная автоматизация планирования полевых работ снижает потребление дизельного топлива на 15–20% без дополнительных капитальных вложений в обновление парка машин. Особую роль играет обучение механизаторов работе с навигационным оборудованием: грамотное использование систем точного земледелия способно повысить эффективность агрегатов на уровне, сопоставимом с результатами полностью автоматизированных решений.

Экономическая эффективность

Внедрение систем оптимизации маршрутов требует первоначальных инвестиций в программно-аппаратные комплексы, однако срок окупаемости подобных проектов обычно не превышает одного года. Основной источник экономии – прямое снижение потребления дизельного топлива за счёт устранения холостых пробегов и сокращения времени на развороты. Дополнительный эффект достигается благодаря уменьшению износа шин и ходовой части техники, снижению затрат на техническое обслуживание и ремонт, а также повышению производительности труда механизаторов. Совокупный экономический результат формируется за счёт одновременного воздействия нескольких факторов: сокращение расходов на горючее, продление срока службы оборудования, улучшение качества проведения агротехнических операций и, как следствие, повышение урожайности сельскохозяйственных культур. При длительной эксплуатации коэффициент экономической эффективности значительно превышает единицу, что подтверждает целесообразность подобных инвестиций для аграрных предприятий любого масштаба.

Заключение

Анализируя высокую эффективность оптимизации маршрутов движения сельскохозяйственной техники как инструмента снижения расхода топлива. Внедрение спутниковых систем навигации и специализированного программного обеспечения позволяет сократить топливо потребление на 20–25%, повысить производительность агрегатов на 40–50% и существенно улучшить экономические показатели агропредприятия.

Перспективным анализом дальнейших исследований является разработка интегрированных систем управления машинно-тракторным парком с использованием алгоритмов машинного обучения для прогнозирования оптимальных маршрутов с учётом прогноза погоды, состояния почвенного покрова и технического состояния техники.

Список использованной литературы

1. Петров С.Н., Сидоров К.Л. Энергосбережение в агропромышленном комплексе // Агротехника и энергообеспечение. – 2024. – № 3. – С. 45–58.

2. Кузнецов М.П. Анализ резервов снижения расхода топлива в растениеводстве // Тракторы и сельхозмашины. – 2025. – № 2. – С. 18–24.

3. Смирнова Е.А. Системы точного земледелия и оптимизация полевых работ. – СПб.: Лань, 2024. — 198 с.

4. Васильев Д.Г., Новиков Р.С. Экономическая эффективность цифровых технологий в сельском хозяйстве // Экономика сельскохозяйственных предприятий. – 2025. – № 5. – С. 67–75.

5. Иванов А.В. Методы оптимизации маршрутов сельскохозяйственной техники // Вестник аграрной науки. – 2025. – № 8. – С. 112–119.

УДК 631.3.504

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

А.Ф. Станкевич, старший преподаватель,
Е.А. Ковалёва, студентка
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
saf_expl@bsatu.by

Аннотация. Рассмотрены основные экологические факторы, формирующиеся при эксплуатации машинно-тракторного парка (МТП), и технические направления их снижения. Показано, что экологическая эффективность определяется не только конструкцией двигателя, но и режимами работы агрегатов, техническим состояни-

ем машин, расходом топлива, организацией технического обслуживания и точностью выполнения механизированных работ.

Ключевые слова. машинно-тракторный парк, эксплуатация, экологическая эффективность, расход топлива, техническое состояние, биотопливо, точное земледелие.

Abstract: The paper considers the main environmental factors associated with the operation of a machine and tractor fleet and technical measures aimed at reducing their impact. Environmental efficiency depends not only on engine design but also on operating modes, technical condition, fuel consumption, maintenance and the accuracy of mechanized operations.

Keywords: machine and tractor fleet, operation, environmental efficiency, fuel consumption, technical condition, biofuel, precision farming.

Введение

Аграрный сектор в значительной мере опирается на использование самоходной сельскохозяйственной техники, основу энергетических установок которой составляют дизельные двигатели. Одной из ключевых экологических проблем, сопряжённых с их эксплуатацией, являются выбросы отработавших газов [1]. Для сельскохозяйственного предприятия важен не отдельный показатель выбросов, а совокупный результат выбора состава агрегатов, режимов их работы, технического обслуживания и организации механизированных процессов. Поэтому экологизацию МТП целесообразно рассматривать как эксплуатационную задачу, связанную с повышением эффективности использования техники.

Основная часть

Основными источниками экологической нагрузки являются выбросы дизельных двигателей, потери топлива и смазочных материалов, уплотнение почвы, а также повышенный расход энергии при технически неисправной или неправильно загруженной машине. В учебных изданиях эксплуатация МТП рассматривается через комплектование агрегатов, организацию механизированных работ, техническое обслуживание и планирование использования техники [2]. Следовательно, снижение воздействия на окружающую среду должно обеспечиваться непосредственно в процессе эксплуатации.

Важное направление – поддержание исправного технического состояния двигателей и топливной аппаратуры. Диагностирование позволяет выявлять отклонения параметров, планировать техническое обслуживание и предотвращать работу машины с повышенным расходом топлива [3]. При этом своевременное обслуживание снижает вероятность утечек топлива и масел и способствует сохранению эксплуатационных характеристик техники.

Перспективным решением является применение биотоплива. В публикациях ряда авторов содержится результаты исследований технико-эксплуатационных и экологических показателей дизелей при использовании топлива из растительного сырья, а также рекомендации по эксплуатации топливной аппаратуры и работе в зимний период [4]. Поэтому переход на биотопливо требует не только оценки выбросов, но и учета совместимости топлива с двигателем, технического состояния топливной системы и сезонных условий эксплуатации.

Существенный резерв экологизации связан с цифровыми технологиями. Системы навигации, контроля маршрутов и дифференцированного выполнения операций позволяют уменьшать непроизводительные проходы, перекрытия и расход топлива.

Экологический эффект МТП целесообразно оценивать по комплексу эксплуатационных показателей: удельному расходу топлива, продолжительности работы двигателя, коэффициенту использования мощности, частоте технического обслуживания и случаям утечек эксплуатационных материалов. Такой подход позволяет связать экологические результаты с конкретными решениями по комплектованию и организации работы МТП.

При этом наибольший экологический эффект достигается не отдельной модернизацией машины, а согласованным управлением всем комплексом: трактор, рабочая машина, механизатор, технологическая операция и система технического сервиса в конкретных производственных условиях.

Заключение

Экологическая эффективность МТП формируется прежде всего в процессе его эксплуатации. Наибольший практический эффект дают исправное техническое состояние машин, рациональное комплектование агрегатов, снижение непроизводительных проходов, контроль расхода топлива, своевременная диагностика и применение экологически приемлемых топлив. Для Республики Беларусь дополнительным резервом является развитие точного земледелия и цифрового мониторинга техники. Поэтому экологические показатели следует включать в систему планирования, технического обслуживания и оценки эффективности эксплуатации МТП.

Список использованной литературы

1. Олейник Д.О., Богданчиков И.Ю., Бачурин А.Н., Есенин М.А., Кутейникова А.П. Расчет норм выброса компонентов отработавших газов при выполнении

сельскохозяйственных механизированных работ : Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева Том 17, №4, 2025. С 162–169.

2. Непарко Т. А., Жданко Д. А., Быков Н. Н., Нагорный А. В. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка : учеб. пособие. Минск : РИПО, 2023. 304 с.

3. Непарко Т. А., Жданко Д. А., Быков Н. Н. и др. Диагностика и техническое обслуживание машин : учеб. пособие. Минск : БГАТУ, 2025. 212 с.

4. Войтов В. А., Лабушев Н. А., Маринич Л. А. и др. Использование биотоплива при работе дизельных двигателей в сельском хозяйстве. Минск : ГИВЦ Минсельхозпрода, 2012. 116 с.

УДК 631.173:004

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА: МИРОВОЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.Ф. Станкевич, старший преподаватель,
В.И. Нагавонская, студентка
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
saf_expl@bsatu.by

Аннотация. В статье рассмотрены подходы к автоматизации технического обслуживания (ТО) машинно-тракторного парка (МТП). Проанализированы ограничения действующей в Республике Беларусь системы ТО, регламентированной ГОСТ 20793-2023, обобщён мировой опыт применения телематики и бортовой диагностики, а также отечественные разработки в этой области. Определены барьеры внедрения автоматизированных систем ТО и намечены пути их преодоления.

Abstract. The article examines approaches to automating machine-and-tractor fleet maintenance, analyses the limitations of Belarus's GOST 20793-2023 system, summarises international telematics and on-board diagnostics experience and domestic developments, and identifies barriers to implementation.

Ключевые слова: техническое обслуживание, машинно-тракторный парк, автоматизация, техническая диагностика, телематика, предиктивное обслуживание.

Keywords: maintenance, machine-and-tractor fleet, automation, diagnostics, telematics, predictive maintenance.

Введение

Эффективность аграрного производства во многом определяется качеством технического обслуживания машинно-тракторного парка. Действующая в Республике Беларусь система ТО базируется

на ГОСТ 20793-2023. Стандарт устанавливает периодичность ТО в мото-часах, также допускается указывать периодичность ТО в других единицах, эквивалентных наработке (количество израсходованного дизельного топлива для тракторов, комбайнов и сложных самоходных машин, физические или условные эталонные гектары, килограммы или тонны выработанной продукции и т. п.) [1]. По некоторым данным, техническая готовность МТП в хозяйствах республики не превышает 81,9 %, а перечень плановых операций ТО фактически выполняется лишь на 40–57 % [2]. Это подтверждает необходимость перехода от жёстко регламентированной по наработке стратегии обслуживания к стратегии, основанной на непрерывном контроле фактического технического состояния машин, то есть к автоматизированным системам технического обслуживания (АСТО).

Основная часть

Наиболее развитым направлением мировой практики остаётся телематика. Система JDLink компании John Deere обеспечивает удалённый мониторинг наработки, расхода топлива и местоположения техники, а при подключении Connected Support – автоматическую фиксацию диагностических кодов неисправностей с передачей их дилеру, что позволяет диагностировать и в ряде случаев устранять неполадки удалённо [3]. Накопленные телематикой данные всё чаще используются для предиктивного обслуживания (англ. Predictive maintenance , PdM) – это стратегия технического обслуживания, при которой ремонт или замена деталей проводятся не по строгому графику, а на основе реального состояния оборудования. Это позволяет заблаговременно планировать ремонт и снижать риск незапланированных простоев в напряжённые периоды полевых работ. При этом такие решения, как правило, позиционируются производителями как инструмент поддержки принятия решений инженерной службой, а не как полная замена регламентной диагностики.

Основными препятствиями для распространения АСТО в республике являются: высокая стоимость телематического оборудования и программного обеспечения, особенно ощутимая для малых и средних хозяйств; неоднородность парка по маркам и уровню оснащённости электроникой, требующая установки дополнительных датчиков на технику без заводских средств

диагностики; дефицит специалистов, владеющих компетенциями анализа телематических данных; недостаточная информированность руководителей хозяйств об экономических эффектах цифровизации; а также ограниченность инфраструктуры устойчивой передачи данных в удалённых районах, необходимой для работы облачных сервисов [4].

Заключение

Действующая система ТО МТП в Республике Беларусь ориентирована на обслуживание по наработке и не учитывает возможности бортовой диагностики [2]. Мировой опыт применения телематических систем показывает, что переход к обслуживанию по фактическому состоянию заметно снижает эксплуатационные издержки и повышает готовность техники [3]. Дальнейшее развитие направления требует интеграции отдельных диагностических решений в единую автоматизированную систему, снижения стоимости внедрения и целенаправленной подготовки кадров.

Список использованной литературы

1. ГОСТ 20793-2023 Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1301565596. – Дата доступа: 08.09.2026.

2. Непарко, Т. А. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка в сельскохозяйственных предприятиях: проблемы и пути решения / Т. А. Непарко, Д. А. Жданко // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 26–27 ноября 2020 г.) / М-во сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь, Нац. акад. наук Беларуси, БГАТУ. – Минск : БГАТУ, 2020. – С. 336–340.

3. John Deere Connected Support and JDLink [Электронный ресурс] // John Deere. – Режим доступа: https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/data-management/jdlink/. – Дата доступа: 08.09.2026.

4. Карпиевич, Ю. Д. Бортовое диагностирование технического состояния привода управления сцеплением трактора «Беларус» / Ю. Д. Карпиевич, И. И. Бондаренко, К. Л. Сергеев, Е. А. Цапук // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 26–27 ноября 2020 г.). – Минск : БГАТУ, 2020. – С. 326–328.

5. Цифровизация и точное земледелие: Беларусь внедряет новые технологии в сельское хозяйство [Электронный ресурс] // БЕЛТА. – 2022. – Режим доступа: https://belta.by/economics/view/tsifrovizatsija-i-tochnoe-zemledelie-belarus-vnedrjaet-novye-tehnologii-v-selskoe-hozjajstvo-486929-2022/. – Дата доступа: 08.09.2026.

УДК 631.3:631.171

СНИЖЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А.Ф. Станкевич, старший преподаватель,
Е.В. Соколовская, студентка
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
saf_expl@bsatu.by

Аннотация. Рассмотрены возможности снижения эксплуатационных затрат машинно-тракторного парка (МТП) посредством технологий точного земледелия. Отмечена роль цифровых технологий в сокращении холостых перемещений, простоев, повышении производительности и совершенствовании планирования механизированных работ.

Abstract. the possibilities of reducing operating costs of a machine and tractor fleet through precision farming technologies are considered. The role of digital technologies in reducing unnecessary movements, downtime, increasing productivity and improving the planning of mechanized operations is shown.

Ключевые слова: Точное земледелие, машинно-тракторный парк, эксплуатационные затраты, телематика, автоматическое управление, дифференцированное внесение.

Keywords: precision farming, machine and tractor fleet, operating costs, telematics, automated control, variable-rate application.

Введение

Точное земледелие является важным направлением цифровизации аграрного производства и повышения эффективности МТП. Спутниковая навигация, автоматическое управление, цифровые карты полей и дифференцированное внесение позволяют рациональнее использовать топливо, удобрения, средства защиты растений и рабочее время техники. Для Республики Беларусь это актуально в условиях необходимости повышения производительности МТП [1, 2].

К основным элементам точного земледелия относятся спутниковая навигация, дистанционное зондирование, электронное картирование, параллельное и автоматическое вождение, картирование урожайности и дифференцированное внесение удобрений и пестицидов [3].

Основная часть

Наибольшее значение для эксплуатации МТП имеют навигационные системы, автоматическое управление, бортовые датчики, телематика и системы дифференцированного внесения удобрений.

Их применение позволяет контролировать маршруты, рабочее и холостое время, простои, объем выполненных механизированных работ, а также контроль внесения удобрений и пестицидов.

Основной резерв снижения затрат связан с сокращением непроизводительных перемещений и простоев техники. Параллельное и автоматическое вождение повышает точность движения агрегатов, что особенно важно при работе широкозахватной техники, поскольку перекрытия увеличивают расход топлива, семян, удобрений и пестицидов.

Спутниковый мониторинг фиксирует рабочие и холостые перемещения, остановки, развороты и продолжительность операций. Это позволяет выявлять простои, оценивать фактическую загрузку техники и сопоставлять плановые показатели с результатами работы [4].

Дифференцированное внесение изменяет норму удобрений с учетом характеристик отдельных участков поля, снижая необоснованный их расход. Поэтому экономический эффект достигается одновременно за счет рациональной эксплуатации техники, уменьшения материальных затрат, а также экологической безопасности.

Цифровые технологии позволяют оптимизировать состав МТП, распределение машин между полями и сроки выполнения операций. Выбор количества и типов машин может рассматриваться как задача математической оптимизации.

Размер экономического эффекта зависит от сельскохозяйственной культуры, технологии возделывания, размеров и конфигурации полей, типа агрегата, квалификации инженера и уровня оснащения. Поэтому его целесообразно определять по фактическим данным конкретного хозяйства.

Ограничениями внедрения являются стоимость оборудования, первоначальные инвестиции, необходимость подготовки специалистов и интеграции информационных систем. Для предприятий с ограниченными ресурсами рационально поэтапное внедрение технологий: от спутникового мониторинга и контроля техники к автоматическому управлению, цифровому картированию и дифференцированному внесению.

Перспективным направлением для Беларуси является цифровое дооснащение эксплуатируемой техники навигационными, телематическими и диагностическими системами без ее полной замены [2]. Объединение данных о составе МТП, техническом состоянии, наработке, расходе топлива и выполненных операциях создает основу для прогнозного управления парком.

Заключение

Технологии точного земледелия позволяют снижать эксплуатационные затраты МТП за счет сокращения холостых перемещений и перекрытий, рационального использования рабочего времени, уменьшения расхода топлива, удобрений и пестицидов, а также совершенствования планирования механизированных работ. Для сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь наиболее эффективен комплексный подход, объединяющий спутниковый мониторинг, автоматическое управление, цифровое картирование, телематику и дифференцированное внесение [1].

Экономическую эффективность следует определять по фактическим показателям конкретного предприятия с учетом состава техники, технологии возделывания сельскохозяйственных культур и условий эксплуатации.

Список использованной литературы

1. Журавлёв В. А. Цифровизация сельского хозяйства в Республике Беларусь: технологические решения для развития // Аграрная экономика. – 2024. – № 3. – С. 60–70.

2. Старостин И. А., Лавров А. В., Ещин А. В., Давыдова С. А. Состояние и перспективы развития парка сельскохозяйственных тракторов в условиях цифровой трансформации сельского хозяйства // Тракторы и сельхозмашины. – 2023. – Т. 90, № 4. – С. 387–394.

3. Юзефович Е., Романцевич Д. Основные элементы прецизионного земледелия // Наука и инновации. – 2021. – № 3. – С. 26–30.

4. Непарко Т. А., Жданко Д. А., Быков Н. Н., Нагорный А. В. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка: учебное пособие. – Минск: РИПО, 2023. – 304 с.

УДК 631.3.012:631.4

АГРОФИЗИКОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПОЧВЕННОЕ ПЛОДОРОДИЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХОДОВЫХ СИСТЕМ МАШИН

Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент,
Н.Н. Вечер, канд. биол. наук, доцент,
Г.И. Кошля, старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривают многократные проходы тракторов и сельскохозяйственных машин по полю.

Abstract. Crop cultivation technologies involve multiple passes of tractors and agricultural machinery across the field.

Ключевые слова: почва, агрофизикобиологические свойства почв, ходовые системы, структура.

Keywords: soil, agrophysicobiological soil properties, running gear, structure.

ВВЕДЕНИЕ

Происходящие при этом процессы взаимодействия движителей с почвой оказывают влияние не только на эксплуатационные свойства машинно-тракторного агрегата (производительность, расход топлива и др.), но и на состояние почвы, которая выступает как объект обработки и как среда произрастания сельскохозяйственных культур. Убытки от уплотнения почвы сельскохозяйственной техникой составляют значительную величину. Из-за избыточного уплотнения повышается удельное сопротивление почвы, при этом как снижается производительность агрегатов, возрастают затраты энергии и расход топлива на единицу обрабатываемой площади. По затратам труда названные факторы относят к числу наиболее значимых в сельскохозяйственном производстве.

Основная часть

Почва представляет собой сложное тело, состоящее в основном из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной, основные агрофизикобиологические свойства почв можно подразделить на следующие основные группы;

- - физико-механические свойства почвы
- - гидрофизические свойства почвы
- - аэрофизические свойства почвы
- - теплофизические свойства почвы
- - электрофизические свойства почвы

Физико-механические свойства почвы характеризуются основными показателями – это плотность, порозность, глыбистость (структура) почв. Также к физико-механическим свойствам почв относят пластичность, набухание, липкость, твердость или сопротивление сдавливанию и раскалыванию, сопротивление сдвигу, трения и др., определяющие в основном технологические свойства [1]. Знание их необходимо для правильного конструирования сельскохозяйственных орудий и машин, расчетов сопротивления почвы при обработке и перекатывании машин по ней. Физико-механические свойства почвы определяют износ соприкасающихся

с ней отдельных частей орудий обработки и коэффициент их полезного действия. Этими же свойствами обуславливается качество обработки и характер деформации почвы работе сельскохозяйственных машин.

Плотность сухой почвы ненарушенного сложения зависит от гранулометрического состава, структуры, ее водопрочности и механической прочности, порозности, влажности. Она изменяется в пространстве и во времени, особенно в верхних горизонтах, подвергающихся постоянному воздействию климатических, биологических и антропогенных факторов.

пустоты после взятия образца сыпучим или жидким веществами.

Порозность – одно из важнейших свойств почвы, обуславливающее в основном водной и воздушный режимы. От величины пор зависит передвижение воды в почве, водопроницаемость и водоподъемная способность, мобильность воды. С порозностью связана влагоемкость и воздухоемкость почв.

Наибольшую агрономическую значимость имеют поры активные, занятые капиллярной водой, и поры аэрации, при чем последние должны составлять не менее 20-25 % общей порозности.

Глыбистость (структура) почв определяется размером почвенных комков и частиц. Излишнее буксование движителей вызывает истирание почв, что в итоге снижает их плодородие. Оптимальным размером почвенных комков считается 4-5 мм.

Пластичностью называют способность почвы и грунта деформироваться и принимать приданную им во влажном состоянии форму без образования трещин и сохранять ее после прекращения внешнего воздействия. Переувлажненные и сухие почвы не обладают пластичностью. Она появляется в определенном пределе увлажнения. Пластичность зависит от механического, химического и минерального состава, а также от формы частиц, слагающих почвы или грунт.

Набухание – увеличение объема почвы и грунта в процессе смачивания. В результате гидратации почвенных частиц и образования на поверхности их оболочек рыхло связной воды уменьшаются силы сцепления между ними, происходит отделение их друг от друга, что приводит к увеличению общего объема почвы. Способность почвенных частиц к набуханию связана с гранулометрическим, минералогическим и химическим составом, а также с начальной плотностью и влажностью.

О природе процесса набухания существует несколько теорий. Капиллярная теория объясняет набухание действием капиллярных сил внутри и на поверхности смачиваемого образца. В основе теории сольватных оболочек представление о двойном электрическом слое как конденсаторе, у которого одна обкладка находится в твердой фазе, другая – в жидкой.

Осмотическая теория объясняет процесс набухания разностью концентраций растворов. Если концентрация раствора в поровом пространстве выше, чем концентрация окружающего раствора, то происходит набухание, а если ниже – наблюдается сжатие.

Способность почвы к набуханию можно характеризовать степенью, влажностью и давлением набухания [2,3].

Под усадкой почвы понимают уменьшение её объема при высыхании. Предел усадки соответствует полному удалению воды из почвы и переходу из полутвердой в твердую консистенцию. Усадка зависит от тех же факторов, что и набухание.

Липкость – способность почвы прилипать к соприкасающимся с нею предметом: рабочим частям и колесам почвообрабатывающих орудий и машин. Проявляется она тогда, когда сцепление между почвенными частицами меньше, чем между почвой и соприкасающимися с ней предметами. Прилипание почвы к рабочим частям сельскохозяйственных орудий вызывает часто настолько значительное сопротивление, что работа протекает с большой затратой энергии.

Липкость измеряется усилием в г/см^2, требующемся для отрыва от почвы прилипшего к ней диска или пластины:

$$\tau = \frac{P}{S},$$

где τ – липкость, кПа;

P – усилие, затраченное на отрыв диска от почвы, Н;

S – площадь диска, см^2.

Липкость почвы зависит от ее гранулометрического, химического и минералогического состава, от структуры и влажности. Почвы глинистые и бесструктурные сильнее прилипают, чем легкие по гранулометрическому составу или структурные глинистые. С повышением влажности до определенного предела липкость увеличивается, а далее уменьшается, так как нарушается сцепление между частицами почвы. В почвах структурных, например, в чер-

ноземах, липкость начинает проявляться в пределах 60 - 80 % общей влагоемкости. Бесструктурные почвы начинают прилипать при более низкой влажности.

Под *сдвигом почвы* понимают смещение одной части ее по отношению к другой в результате бокового (тангенциального) давления.

При сдвиге внутри почвы или грунта площадки по отношению ко всей массе почвы сопротивление сдвигающим (касательным) усилиям складывается из сцепления, обусловленного молекулярными и капиллярными силами, и сил внутреннего трении. Напряжение сдвигающих усилий, превышающих сопротивление сдвигу, вызывает разрыв (срез) в почве и скольжение по плоскостям среза, которому противодействует трение.

Установлено, что тангенциальное усилие P (кПа) при перемещении одного пласта почвы (грунта) по отношению к другому, нормальное давление Q (Н) и сцепление частиц C (Н) связаны уравнением

$$P = C + Qf \ ,$$

где f – угловой коэффициент, он же коэффициент внутреннего трения.

Сопротивление почв и грунта сдвигу зависит от гранулометрического, химического и минералогического состава, плотности сложения, влажности, а также прилагаемой внешней нагрузки.

Твердость почвы есть сопротивление ее вертикально приложенной силе при разрезании, расклинивании или сдавливании. Высокая твердость почвы часто снижает всхожесть семян, оказывает механическое сопротивление развивающейся корневой системе растений, влияет на развитие растений, изменяя водный, воздушный и тепловой режимы почвы. Твердость – важная технологическая характеристика почвы.

Гидрофизические свойства почв определяются влажностью почвы, которая является одним из основных факторов плодородия. Под влажностью понимают количественное содержание воды в почве. Регулирование этого режима применительно к различным почвам для получения наивысших урожаев служит основой разработки рациональной агротехники. Поэтому определение влажности почвы является наиболее распространенным почвенным анализом.

Аэрофизические свойства почв характеризуются её воздухоемкостью, воздухопроницаемостью и газообменом между почвой и атмосферой (аэрация почвы) [2].

Почвенный воздух отличается от атмосферного количественным и качественным составом. В нем при нормальной аэрации в десятки раз больше углекислого газа, чем в атмосферном.

Кислород в почве интенсивно поглощается корнями растений и микробами в процессе их дыхания. При отсутствии нормального газообмена в почвенном воздухе количество кислорода может падать до десятых долей процента, а углекислоты – увеличиваться до десяти и более объемных процентов.

Воздухоемкость почвы – способность почвы удерживать при определенном физическом состоянии то или иное количество воздуха. Содержание воздуха при этом выражают в процентах от объема почвы. Воздухоемкость – величина динамическая. При полном насыщении всех пор в почве водой присутствует только растворенный воздух. По мере подсыхания почвы количество воздуха в ней возрастает. Воздухоемкость при влажности почвы, соответствующей общей или полевой влагоемкости, является существенной физической характеристикой. Величина ее равна разности между общим объемом пор и объемом занятых водой. Если объем пор, занятых воздухом при общей влагоемкости, меньше 10-15 % от объема почвы, аэрация почвы недостаточная и требуется мелиоративные или агротехнические приемы для улучшения ее.

Воздухопроницаемостью почвы называют скорость проникновения воздуха или газа в почвенную толщу. В природных условиях это происходит под влиянием атмосферного давления или воды, затопляющей поверхность почвы в период снеготаяния, ливневых дождей и т.д.

За меру воздухопроницаемости почвы принимается количество воздуха в мл, прошедшего под определенным давлением в единицу времени через площадь сечения почвы 1 $см^2$ при толщине слоя в 1 см. выражают воздухопроницаемость и в относительных величинах – в процентах к скорости выделения воздуха в атмосферу.

Теплофизические свойства почвы определяет солнечная радиация. К теплофизическим свойствам почв относят теплоемкость, теплопроводность, температуру и температуропроводность.

Теплоемкостью массы ($C_в, Дж/г \cdot^0 C$) называют количество тепла в джоулях, необходимое для нагревания 1 г абсолютно сухой почвы на 1 ^{0}С. Количество тепла, необходимое для нагревания 1 $м^3$ сухой почвы на 1 ^{0}С, называют объемной удельной теплоемкостью

(C_V, $Дж/м^3 \cdot^0 C$) [2]. Объемная теплоемкость и теплоемкость массы связаны между собой уравнением:

$$C_V = Cd_1,$$

где d_1 – плотность твердой фазы почвы.

Под *теплопроводностью почвы* понимают способность поглощать и проводить тепло от слоя к слою в направлении, обратном термическому градиенту, т. е. от горячих в холодные. Количество передающейся через слой почвы тепловой энергии пропорционально градиенту температуры и коэффициенту теплопроводности. Коэффициент теплопроводности (λ) равен количеству тепла в Дж, прошедшего в секунду через почвы сечением 1 $см^2$ (10^{-4} $м^2$) при толщине слоя 1 см (10^{-2} м) и температурном градиенте на концах слоя в 1 ^{0}С. Размерность коэффициента λ в системе СИ – Дж/(м·с·^{0}С). Величина теплопроводности почвы зависит от основных ее компонентов (твердой и жидкой фазы).

Прогревание глубинных горизонтов почвы прямо пропорционально ее теплопроводности и обратно пропорционально теплоемкости.

Температуропроводность характеризует способность почвы выравнивать свою температуру при наличии разницы нагрева в данной и соседней точках. Коэффициент температуропроводности K_t равен тому повышению температуры, которое произойдет в единице объема почвы при поступлении в нее тепла, численно равного его теплопроводности λ:

$$K_t = \frac{\lambda}{C_V},$$

где C_V – объемная теплоемкость почвы.

В системе СИ K_t выражают в $м^2/с$ при теплопроводности 1 Дж/м ^{0}С, удельной теплоемкости 1 Дж/кг ^{0}С и плотности – $кг/м^3$.

Температуру почвы определяет кинетическая энергия теплового движения молекул и атомов вещества почвы. Температура сопряжена со свойствами почвы. Так, при понижении температуры ниже условно принятого 0^0 влечет переход жидкой фазы в твердую. Температуры измеряют ртутными и электрическими термометрами.

Электрофизические свойства почвы характеризуются показателями электроосмоса, удельной поверхностной проводимости , потенциалом фильтрации (протекания) и электропроводностью.

Электроосмосом называют движение жидкости в почве под влиянием внешнего электрического поля. При наличии электрического поля ионы диффузного слоя вместе с водой перемещаются в направлении тока (к катоду). Перенос воды измеряется коэффициентом электроосмоса ($K_Э$), который равен количеству воды ($см^3$), переносимой через единицу площади капиллярной системы ($см^2$) в единицу времени (с), при градиенте напряжения в 1 В/см. Размерность $K_Э$ – $см^2/В \cdot с$ [2,4].

Отношение величины поверхностной проводимости к удельной поверхности в единице объема водонасыщенной почвы представляет собой *удельную поверхностную проводимость* K_S**:**

$$K_S = \frac{\chi_S W \cdot 0{,}01}{S},$$

где S – удельная поверхность почвы, $см^2/г$;

W – объемная влажность водонасыщенной почвы, $г/см^3$;

0,01 – коэффициент перевода содержания влаги, $г/см^3$, выраженный ранее в %.

Потенциалом фильтрации (протекания) $E_ф$, называют разность потенциалов, возникающая между концами почвенной колонны при протекании через нее жидкости под давлением.

В полевых условиях фильтрационный потенциал возникает вследствие выноса избыточных ионов (катионов) из диффузионного слоя проходящим потоком воды в направлении его сброса [5].

Под *электропроводностью почвы* $\chi_П$ понимают способность ее пропускать электрический ток I под действием электрического напряжения E (См/м):

$$\chi_П = \frac{I}{E}.$$

Электропроводность почвы зависит от содержания влаги, концентрации солей, содержания воздуха и температуры почвы.

Заключение

Анализ научно-технической информации по воздействию движителей машин на почву показывает, что это воздействие следует связы-

вать с изучением изменения агрофизикобиологических свойств почв в зависимости от показателей, характеризующих ходовые системы энергосредств и сельскохозяйственных машин. Конечным и определяющим фактором воздействия ходовых систем на почву в технологиях сельскохозяйственного производства является изменение урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почвенного слоя.

Снижение урожайности сельскохозяйственных культур в зоне воздействия движителей машинно-тракторных агрегатов на почву происходит вследствие изменения всего комплекса свойств, которыми обладает почва. Однако аэрофизические, теплофизические и электрофизические свойства почв вследствие такого воздействия изучены слабо. Публикации по данному вопросу малочисленны и требуется более подробное рассмотрение влияния этих свойств на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

Список использованной литературы

1. Кононов, А.М. Исследование реализации тягово-сцепных качеств и аэромеханической проходимости колесных тракторов на суглинистой почве Белоруссии: дис. ... докт. техн. наук./А.М. Кононов; Белорусская сельскохозяйственная академия. – Горки, 1974. – 322 с.

2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы: 3-е изд., перераб. И доп. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

3. Дояренко, А.К. К изучению структуры почвы как соотношению капиллярной и некапиллярной скважности и ее значение в плодородии почв: Научно-агрономический журнал. – 1924, №7-8.

4. Методическое руководство по изучению почвенной структуры / Под редакцией И.Б. Ревута и А.А. Роде/ – Л.: Колос, 1969. –230 с.

5. Качинский, Н.А. Физика почв. – Москва: Высшая школа, 1970 – 358 с.

УДК 631.354.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В ЗАО «АГРОКОМБИНАТ НЕСВИЖСКИЙ»

Д.С. Праженик, старший преподаватель,
В.В. Маркевич, старший преподаватель,
Ю.А. Нестеров, студент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
Prazhenik@bsatu.by

Аннотация. В данной статье рассчитан удельный вес отказов зерноуборочных комбайнов участвовавших в уборочной компании ЗАО «Агрокомбинат Несвижский».

Abstract. This article defines the specific weight of failures of grain harvesting combines participating in the harvesting campaign of JSC "Agrokombinat Nesvizhsky".

Ключевые слова: уборка, зерноуборочные комбайны, наработка, надежность, отказы.

Keywords: harvesting, grain harvesters, operating time, reliability, failures.

Введение

Основная задача сельскохозяйственного производства – ускоренное и устойчивое наращивание производства зерна в значительной степени зависит от эффективности применяемых технологий и зерноуборочных машин [1].

Основная часть

Важным показателем, характеризующим эффективность эксплуатации комбайнов и оказывающим прямое влияние на их конкурентоспособность, является надежность машин. В ЗАО «Агрокомбинат Несвижский» в уборочной страде 2026 г. использовалось 5 зерноуборочных комбайнов, в том числе: 1 зерноуборочный комбайн производства компании John Deere (John Deere S780i модель 2020 г. выпуска) и 4 комбайна – фирмы ОАО Гомсельмаш (GH800 модель 2025 г., КЗС-3219 модель 2023 г. и 2 машины КЗС-1218А1 2017 г. и 2018 г. производства).

Ее оценка проводилась на основании данных об отказах техники, использовавшейся на уборке в 2026 г. сельскохозяйственной организацией ЗАО «Агрокомбинат Несвижский». На рисунке 1 представлена информация об удельном весе отказов зерноуборочных комбайнов John Deere S780i, GH800, КЗС-3219 и КЗС-1218А1, при этом уровень всех отказов был принят за 100 %. Необходимо отметить, что в 2026 г. на зерноуборочные комбайны произошло 16 серьезных отказов.

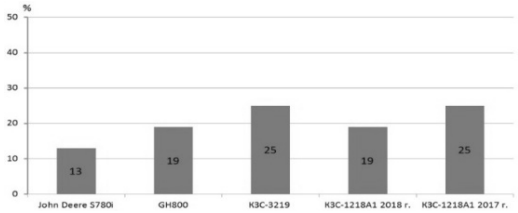


Рисунок 1 – Удельный вес отказов зерноуборочных комбайнов

Ниже проведен более подробный анализ отказов зерноуборочных комбайнов с разделением их на группы в зависимости от направления мероприятий, которые позволят предотвратить эти отказы:

– зерноуборочный комбайн John Deere S780i (поломка колосового элеватора и подшипника транспортера наклонной камеры);

– зерноуборочный комбайн GH800 (выход из строя вариатора барабана, муфты фрикционной жатки, механизма открывания бункера);

– зерноуборочный комбайн КЗС-3219 (поломка колосового элеватора, диска заднего колеса, выход из строя редуктора соломосепаратора, муфты гидронасоса двухсекционного);

– зерноуборочные комбайны КЗС-1218А1 2018 г. (поломка зернового элеватора, ножа жатки, турбокомпрессора двигателя);

– зерноуборочные комбайны КЗС-1218А1 2017 г. (поломка колосового элеватора, зернового элеватора, транспортёра наклонной камеры, клавиш соломотряса).

Выделим следующие группы [1]:

– группа А – отказы, предотвращение которых требует совершенствования конструкции;

– группа Б – отказы собственного производства, предотвращение которых требует совершенствования технологии их изготовления или укрепления производственной дисциплины;

– группа В – отказы некоторых покупных комплектующих изделий, предотвращение которых требует совершенствования данных компонентов поставщиками или смены последних;

– группа Г – отказы, предотвращение которых требует соблюдения правил эксплуатации.

Приведенные данные свидетельствуют о высоком удельном весе отказов группы В по сравнению с другими группами. Это связано как с переходом к поставщикам, предлагающим комплектующие по более привлекательной цене, так и медленными действиями поставщиков по совершенствованию своей продукции. Кроме того, не всегда поставляются качественные запчасти, особенно если они не оригинальные, т. е. не с завода-изготовителя.

Заключение

В результате оценки надежности техники установлен ее недостаточный уровень у машин отечественного производства. Больше всего отказов наблюдается по причине выхода из строя покупных комплектующих изделий (отказы группы В). Второе место приходится на отказы группы Б – отказы собственного производства, исключение которых требует совершенствования технологии их изготовления или укрепления производственной дисциплины. Отказы группы Г – отказы, исключение которых требует соблюдения правил эксплуатации, занимают третье место. На последнем месте

отказы группы А – отказы исключение которых требует совершенствования их конструкции.

Список использованной литературы

1. Липская, В.К. Особенности формирования конкурентоспособности зерноуборочной техники / В. К. Липская // Аграр. экономика. - 2013. – № 6. - С. 52-63.

УДК 636.085.51

АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ КАК ПРЕДШЕСТВЕННИКА

Н.Н. Вечер, канд. биол. наук, доцент,
Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент,
Г.И. Кошля, старший преподаватель,
Т.М. Чумак, старший преподаватель

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
N.Vecher 55@.mail.ru

Аннотация. В статье дополнены сведения о количестве элементов питания которое возвращает новое кормовое растение, дана оценка его как предшественника, определено его место в севообороте и роль в окультуривании почвы.

Abstract. The article supplements data on the amount of nutrients returned to the soil by the new forage crop, evaluates its suitability as a preceding crop, and defines its place in the crop rotation and its role in soil improvement.

Ключевые слова: кормовое растение, галега восточная, биологический круговорот, корневые и пожнивные остатки, сухое вещество.

Keywords: forage plant, eastern galega, biological cycle, root and crop residues, dry matter.

Введение

Известна огромная роль культурных растений в биологическом круговороте питательных элементов. В процессе жизнедеятельности корневых систем ежегодно происходит перераспределение питательных веществ между верхними и нижними горизонтами почв. На почвах, находящихся в сельскохозяйственном использовании, безвозвратно изымаются из биологического круговорота, за счет отчуждения с урожаем культивируемых растений, сотни килограммов азота и зольных элементов с каждого гектара. Вместе с тем доказано, что потребление элементов питания в процессе развития разных культур существенно различается [1]. При этом

большое влияние оказывает уровень агротехники, определяемый системой земледелия и чередование культур в севообороте.

Рядом исследователей приводятся показатели составной части биологического круговорота, так называемого хозяйственного выноса с урожаем традиционных культур основных элементов питания [2]. Между тем в специальной литературе недостаточно данных об их круговороте под нетрадиционными кормовыми растениями, хотя это имеет большое практическое значение при интродукции и последующем введении их в культуру.

Основная часть

Нами дается количественная оценка биологического круговорота, размеров общего потребления, отчуждения с урожаем и накопления в почве с корневыми и пожнивными остатками основных элементов питания при возделывании нового кормового растения галеги восточной.

Размеры потребления питательных элементов галегой восточной, как и любого другого растения, определяются величиной биомассы и ее химическим составом.

Результаты исследований показали, что в структуре элементного состава формируемой за вегетацию биомассы растения доля элементов питания заключенных в используемой части фитомассы составила по азоту 36,5–39,4% общего его потребления, фосфору (P_2O_5) – 41,5–46,4%, калию (K_2O) – 54,0–55,0% (табл. 1).

Обычно о потребности сельскохозяйственных растений в элементах питания судят по хозяйственному выносу в расчете на единицу основной продукции, который находится в тесной связи с величиной фитопродуктивности.

Таблица 1 – Биологический круговорот азота и зольных элементов, % от общего потребления.

Биологическая масса		N		P_2O_5		K_2O	
отчуждаемая с урожаем	корни и стерня	хозяйственный вынос	содержится в корнях и стерне	хозяйственный вынос	содержится в корнях и стерне	хозяйственный вынос	содержится в корнях и стерне
36,4	63,6	36,5	63,5	41,5	58,5	55,0	45,0
40,8	59,2	39,4	60,6	46,4	53,6	54,0	46,0

В связи с этим нами определялся хозяйственный вынос и возврат питательных элементов в расчете на 10 ц сухой фитомассы.

Результаты проведенных исследований показали (табл. 2), что из всего количества потребляемого растением питательных элементов значительная часть приходится на корневые и пожнивные остатки, с которыми они вновь поступают в почву. На долю стерневых и корневых остатков приходилось от хозяйственного выноса азота 139–174%, фосфора (P_2O_5) – 107–141%, калия (K_2O) – 64–82%.

Таблица 2 – Биологический круговорот элементов питания растением в расчете на 10 ц сухой массы, кг

N				P_2O_5				K_2O			
Общее потребление	Хозяйственный вынос	Возврат	Коэффициент возврата, К	Общее потребление	Хозяйственный вынос	Возврат	Коэффициент возврата, К	Общее потребление	Хозяйственный вынос	Возврат	Коэффициент возврата, К
60,9	22,2	38,7	1,74	20,5	8,5	12,0	1,41	38,0	20,9	17,1	0,82
59,9	25,1	34,8	1,39	21,5	10,4	11,1	1,07	42,1	25,7	16,4	0,64

Выявление доли участия корневых и пожнивных остатков в накоплении питательных веществ позволяет дать более объективную оценку потребности галеги восточной в элементах питания. Соотношение между возвратом элементов питания в почву с корневыми и стерневыми остатками и величиной хозяйственного выноса нами представлено в виде коэффициента возврата (К).

Нужно отметить, что зная эти коэффициенты, можно по хозяйственному выносу определить величину возврата элементов питания содержащихся в корневых и пожнивных остатках. Хозяйственный вынос элементов питания в сумме с возвращаемым количеством более реально отражает потребность растения в питательных элементах.

Заключение

Знание количества элементов питания, которое возвращает новое кормовое растение имеет важное значение при оценке его как предшественника, определение ее места в севообороте и роли в окультуривании почвы.

Список использованной литературы

1. Кулаковская, Т.Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев. – Минск: Урожай. 1978. – С. 15–83

2. Рекомендации по возделыванию лядвенца рогатого и галеги восточной на загрязненных радионуклидами землях / Т.В. Ласько [и др.]; РНИУП «Институт радиологии». – Гомель, 2008. – 60 с.

УДК 636.085.51

АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРЦА ВЕЙРИХА (*POLYGONUM WEYRICHII* F. SCHMIDT.) В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Н.Н. Вечер, канд. биол. наук, доцент,
Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент,
Г.И. Кошля, старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
N.Vecher_55@.mail.ru

Аннотация. В статье дополнены сведения о особенностях выращивания нового перспективного кормового растения горца Вейриха (Polygonum weyrichii F. Schmidt.) при введении его в культуру.

Abstract. The article supplements information on the cultivation characteristics of *Polygonum weyrichii* F. Schmidt (Weyrich's knotweed)—a promising new forage plant—during its introduction into cultivation.

Ключевые слова: кормовое растение, горец Вейриха (Polygonum weyrichii F. Schmidt.), укосная масса, сухое вещество.

Keywords: forage plant, Weyrich's knotweed (Polygonum weyrichii F. Schmidt), harvested biomass, dry matter.

Введение

Одним из путей решения проблемы дефицита кормового белка является расширение ассортимента кормовых культур, особенно многолетних, за счет привлечения из природной флоры новых высокобелковых растений. Как свидетельствует мировой опыт, роль интродукции здесь имеет первостепенное значение.

Современное сельскохозяйственное производство предъявляет высокие требования к новым растениям. Прежде всего они должны быть конкурентоспособными, т.е. обеспечивать высокую и устойчивую фитопродуктивность по годам, хорошо адаптироваться к местным почвенно-климатическим условиям и обладать высокой

технологичностью, иметь продолжительный период заготовки зеленых кормов и многоцелевое использование фитомассы (зеленая масса, травяная мука, силос и т.д.), обеспечивать высокое качество и низкую себестоимость кормов.

Основная часть

Объектом наших исследований является вид горец Вейриха (*Polygonum weyrichii* F. Schmidt.) – многолетнее крупнотравное растение семейства гречишных. Характеризуется поликарпическим циклом развития (цветет и плодоносит ежегодно). Выбор этого вида в качестве объекта исследований основан на том, что горец Вейриха отвечает требованиям к новым кормовым растениям и является перспективным для введения в культуру. Однако анализ предшествующих исследований, проводимых в Республике Беларусь, убедительно показал, что *P. weyrichii* F. Schmidt. изучен недостаточно, отсутствуют комплексные исследования. Введение его в широкую культуру предполагает прежде всего агробиологическое изучение в ценозах с интенсивной культурой земледелия.

Горец Вейриха – растение с довольно ограниченным природным ареалом, но с широкой экологической амплитудой, отличается пластичностью и хорошей приспособляемостью. В условиях естественного ареала растет на Сахалине, Курильских островах и в Японии. В различных частях ареала ведет себя по-разному. В Японии – это высокогорное растение, в южной части Сахалина – больше горное, на севере – долинное, в средней части острова – в разной степени горное и долинное. Он одинаково широко распространен во всех элементах рельефа. Естественные заросли его встречаются на вершинах и склонах гор, в оврагах, на террасах, по берегам рек и насыпях дорог.

Корневая система горца Вейриха по общему габитусу относится к стержневому типу, но имеет более сложное строение. Четко стержневая структура его определяется лишь в первые годы жизни. Для горца характерно образование у старых растений корневищ [1].

Стебли прямостоячие, голые, с полыми междоузлиями, длиной от 130 до 270 см. Листья простые, широкояйцевидные, остроконечные длиной 15-30 см, шириной 15-25 см, на довольно длинных черешках (4-10 см), с верхней стороны обычно голые, с нижней почти белые от густого войлочного опушения. Соцветие – сложная метелка, завершающая главный и боковые побеги. Цветки трех ви-

дов: мужские, женские и переходные. Располагаются на разных особях, поэтому горец Вейриха считается двудомным растением. Плодоносят растения, имеющие соцветия с женскими цветками. Растения, соцветия которых состоят из мужских цветков, выполняют роль опыляющих. Соцветия с цветками переходного типа также плодоносят, но по продуктивности они намного уступают женским. Соотношение плодоносящих и неплодоносящих растений в посевах горца Вейриха приблизительно равное. Опыление перекрестное, в основном насекомыми. Плоды (семена) – трехгранные орешки в чашечке из трех наружных долей околоцветника, масса 1000 плодов колеблется от 2,6 до 4,9 г.

Почвы в условиях естественного ареала *P. weyrichii* F. Schmidt. неодинаковы по составу. Большинство зарослей приурочено к лесным дерновым и лугово-дерновым почвам. Оптимальны условия он находит на аллювиальных или перегнойных, хорошо дренированных почвах с близким залеганием грунтовых вод, нейтральной или слабокислой реакцией.

Растение влаголюбивое, наибольшие урожаи его получают при достаточной влажности почвы и воздуха, но избыточного увлажнения горец не выносит. Кратковременные засухи выдерживает сравнительно легко. Горец умеренно требователен к теплу. Теневынослив, однако нормальное развитие, цветение и плодоношение наблюдается только в условиях открытых мест. Холодостоек, причем в начальной фазе отрастания растения меньше повреждаются весенними заморозками, чем в последующие. Но и более поздними заморозками (-3-5°С) надземная масса серьезно не повреждается, подмерзают лишь кончики листьев. Хорошо переносит суровые бесснежные зимы [2].

В условиях Республики Беларусь горец Вейриха может расти повсеместно. Начало весеннего отрастания наступает здесь в конце марта – начало апреля, сразу после схода снега. Зацветает в конце мая – начало июня. Массовое созревание плодов начинается с середины августа. Вегетация продолжается до начала осенних заморозков (октябрь).

Важнейшими биологическими особенностями вида является его раннее отрастание, быстрый рост, высокие урожаи зеленой массы, способность произрастать на одном месте 10-15 лет и очищать почву от сорняков.

Отличается ранним началом вегетации, горец Вейриха формирует значительный урожай зеленой массы в то время, когда другие кормовые культуры (озимая рожь, злаково-бобовые смеси и др.) еще только вступают в период активного роста или находятся в фазе всходов. Эта биологическая особенность растения позволяет не только проводить раннее скашивание зеленой массы, но и получать ежегодно устойчивые урожаи даже при неблагоприятных погодных условиях [3].

Горец Вейриха имеет разностороннее применение: пищевое, кормовое, декоративное, лекарственное. Однако основная ценность его обуславливается кормовыми свойствами, в частности высоким содержанием протеина (16-28%), что позволяет отнести его к высокобелковым растениям.

В ранних фазах развития зеленая масса горца является прекрасным сырьем для получения витаминной травяной муки. Пригоден для силосования в чистом виде и в смеси с другими растениями. Силос хорошо поедается крупным рогатым скотом.

Один гектар посевов горца Вейриха в производственных условиях может дать 380-550 ц/га укосной массы. При этом выход сухого вещества составляет 80 – 90 ц корм. ед. и 10 -15 ц протеина.

Поскольку горец Вейриха может расти на одном месте без пересева 10-15 лет, его посевы следует размещать вне севооборота на прифермских участках. Может успешно произрастать на дерново-подзолистых почвах легкого и среднего механического состава, а также торфяно-болотных низинного типа. Лучшими предшественниками являются пропашные и зернобобовые культуры. Под основную обработку вносят не менее 40-60 т/га органических удобрений. Сильнокислые почвы известкуют. Под предпосевную обработку вносят, в зависимости от плодородия почвы, около 60 кг/га д.в. фосфора и калия.

Посев можно проводить как осенью, так и весной. Осенний посев предпочтительнее, так как обеспечивает более дружные всходы. Норма высева семян 7-10 кг/га, глубина заделки – 2 см. Способ посева широкорядный с междурядьями 60-70 см. При обозначении рядков проводят 2-3 междурядные обработки. К середине июля рядки смыкаются и необходимость в междурядной обработке отпадает. При необходимости, для борьбы с сорняками на посевах первого года вегетации можно применяют разрешенные гербициды [4].

На второй и последующие годы выращивания горца Вейриха уход за растениями сводится к ранневесенней обработке междурядий и внесению полных доз минеральных удобрений.

Горец Вейриха отзывчив на внесение минеральных удобрений, особенно азота. Азотные удобрения вносятся в два приема: ранней весной до начала вегетации и после первого укоса. Фосфорно-калийные удобрения вносятся осенью, после уборки отавы.

Горец Вейриха сравнительно устойчив к вредителям и возбудителям болезней. Начиная со второго года пользования первый укос приходится на начало или середину июня (фаза начала цветения), высота растений достигает 100-160 см. Уборку отавы проводят в конце августа – начале сентября.

Заключение

Оценка особенностей выращивания нового перспективного кормового растения горца Вейриха (*Polygonum weyrichii* F. Schmidt.) имеет важное значение при введении его в культуру.

Список использованной литературы

1. Вавилов П.П., Кондратьев А.А. Новые кормовые культуры. М., 1975.
2. Гринблат Г.Я. Кормовые культуры Нечерноземья. Л., 1982.
3. Моисеев К.А., Соколов В.С., Мищуров В.П., и др. Малораспространенные силосные культуры. Л., 1979.
4. Касач А.Е., Бирюкова Л.Г., Борисевич Е.Ф. Новые кормовые культуры – резерв производства сочных кормов. – Мн.: Наука и техника, 1987.

УДК 635.714

АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МЕЛИССЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ *(MELISSA OFFICINALIS L.)* В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

Н.Н. Вечер, канд. биол. наук, доцент,
Н.Д. Янцов, канд. техн. наук, доцент,
Г.И. Кошля, старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
N.Vecher 55@.mail.ru

Аннотация. В статье дополнены сведения по особенностям возделывания и продуктивности мелиссы лекарственной (Melissa officinalis L.) в первый год ис-

пользования. Определены урожайность лексырья и эффективность применяемых минеральных удобрений.

Abstract. The article supplements information on the cultivation characteristics and productivity of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) during the first year of use. The yield of medicinal raw material and the effectiveness of the mineral fertilizers applied were determined.

Ключевые слова: лекарственное сырье, фитомасса, мелисса лекарственная, репродукция, сорт «Фантазия», минеральные удобрения.

Keywords: medicinal raw material, phytomass, lemon balm (*Melissa officinalis*), reproduction, 'Fantaziya' cultivar, mineral fertilizers.

Введение

Объектом наших исследований являлась мелисса лекарственная из семейства *Яснотковых*.

В задачу исследований входило дополнить сведения по отзывчивости мелиссы лекарственной на отдельные элементы питания и их соотношения в первый год использования; определить эффективность применяемых удобрений на урожайность лексырья мелиссы лекарственной; прибавку фитомассы лексырья в % к контролю (без удобрений) и на 1 кг д.в. вносимых минеральных удобрений.

Основная часть

Для изучения был взят сорт мелиссы лекарственной «Фантазия», районированный в Республике Беларусь с 2009 года, семена репродукции ЦБС НАН Беларуси.

Морфологические признаки растения. Стебель прямостоячий, четырехгранный, зеленый, мелкоопушенный, ветвистый, длиной от 40 до 60 см. Листья черешковые, яйцевидной формы, по краям пильчатые, цельные, слегка опушенные. Поверхность листовой пластинки слабоморщинистая. Длина листовой пластинки около 4 см, ширина – 2,5 см. Соцветие – зонтичная мутовка. Цветки располагаются в пазухах листьев в виде мутовок на главном стебле и боковых ветвях.

Количество соцветий на одном растении до 30 шт. Венчик двугубый, цветки мелкие, многочисленные, беловато-розовой окраски, собраны по 3-7 шт. Плод орешек, светло-бурой окраски, овальной формы. Семена бурые, яйцевидной формы, диаметром 1 мм и длиной 2 мм.

Хозяйственно-биологическая характеристика мелиссы лекарственной. Наиболее пригодными являются дерново-подзолистых легкие и средние суглинистые почвы, подстилаемые моренными и

лёссовидными суглинками. На тяжелых суглинистых, плохо прогреваемых почвах растет плохо. Предпочитает открытые участки с южным склоном. При семенном размножении в год посева формирует хорошо развитую прижатую к почве розетку листьев. Хорошо зимует и в первой половине апреля месяца начинается отрастание. В фазу бутонизация - цветение вступает во второй половине июня месяца начиная со второго года жизни.

Семена созревают в первой декаде сентября. Продолжительность вегетационного периода в среднем 150 дней. Используется в фармацевтической, парфюмерно – косметической промышленности, кулинарии [5].

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, подстилаемая на глубине 1,3 метра моренным суглинком.

Агрохимические показатели пахотного слоя почвы (0-22 см) опытного участка следующие: содержание гумуса – 2,3 %; pH_{KCl} – 5,7; содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5) 160, калия (K_2O) - 150 мг/кг сухой почвы. По данным лабораторных анализов и наблюдений почву можно отнести к средней по окультуренности. По содержанию подвижных форм микроэлементов почва опытного участка относится ко II группе со средней обеспеченностью микроэлементами. Предшественник мелиссы лекарственной – редька масличная на зеленое удобрение (сидерат).

Полевой опыт закладывали в четырехкратной повторности. Расположение вариантов рендомизированное. Общая площадь делянки 6 м^2, учетная площадь - 1 м^2.

Схема опыта включала четыре варианта (три варианта с внесением минеральных удобрений и один контрольный вариант (без удобрений):

1. Контроль (без удобрений);
2. $P_2O_{5\ (30)}$+ K_2O (60) кг/га д.в.;
3. $P_2O_{5\ (60)}$+ K_2O (90) кг/га д.в.;
4. $P_2O_{5\ (90)}$+ K_2O (120) кг/га д.в.

Дозы фосфора и калия взяты с учетом обеспеченности почвы этими элементами и планируемой продуктивности лексырья.

Закладку опыта, учеты, наблюдения проводили по общепринятым методикам [2].

Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию: калийные удобрения в виде хлористого калия, фосфорные – в

виде двойного суперфосфата. Мероприятия по уходу за посевами проводились согласно отраслевому регламенту возделывания лекарственных растений.

Учет фитомассы лексырья проводили вручную поделяночно один раз в сезон сплошным методом, при вступлении растений в фазу начало массового цветения.

У подготовленных для посева семян мелиссы лекарственной масса 1000 шт. составила 0,61 г. Семена яйцевидной формы, темно-бурые, длиной до 1.8 мм и 0,8 мм ширины.

Посев проводили ручной однорядной сеялкой точного высева (СГР- 01). Норма высева кондиционных семян составила 5 кг/га, ширина междурядий 50 см, глубина заделки семян 0,5 см.

Фенологические наблюдения проводили по принятой методике [1,3], полевые исследования по общепринятой методике полевого опыта [4].

Изучение роста и развития растений по вариантам опыта показало, что сроки наступления основных фенологических фаз и их продолжительность по вариантам опыта не имели существенных различий (табл. 1).

Таблица 1 – Прохождение (наступление) фаз развития у мелиссы лекарственной в первый год использования

Дата наступления фаз развития			
Весеннее отрастание	Бутонизация	Цветение	Начало созревания семян
1 декада апреля	3 декада июня	1 декада июля	1 декада сентября

Изучение особенностей развития мелиссы показало, что растения начинают дружно отрастать при температуре нагрева почвы на глубине залегания корней +5ºС и выше. По календарным срокам для условий опытного поля это приходилось на первую декаду апреля месяца. К концу июня растения вступали в репродуктивную фазу – начало - массовая бутонизация. В фазу начало - массовое цветение растения вступали в первой декаде июля, что дает возможность получать лекарственное сырье в первый год использования. Учет урожайности зеленой массы проводили в фазу конец бутонизации - начало массового цветения (1 декада июля).

К концу первой декады сентября растения вступали в фазу созревания семян. Урожайность семян составила 20 г/м^2.

Установлено, что мелисса лекарственная в год использования на средне обеспеченных калием и фосфором почвах без внесения минеральных удобрений формирует достаточно высокую фитомассу - 86,0 ц/га (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений на урожайность зеленой массы мелиссы лекарственной в первый год использования

№ п/п	Варианты опыта	Урожай зеленой массы, ц/га	Прибавка фитомассы лексырья		Прибавка фитомассы на 1 кг д.в. мин. удобрений, кг
			ц/га	%	
1.	Контроль	86,0	-	-	-
2.	$P_{30}K_{60}$	92,3	6,3	7,3	7.0
3.	$P_{60}K_{90}$	95,1	9,1	10.6	7,1
4.	$P_{90}K_{120}$	97,9	11,9	13,8	6,6

Длина надземных побегов в период массового цветения достигала от 60 до 65 см.

Как и следовало ожидать, вносимые удобрения способствовали увеличению накопления фитомассы относительно контроля. Максимальную прибавку обеспечило повышенное внесение минеральных удобрений. Отмечалось возрастание урожая зеленой массы по мере повышения изучаемых доз вносимых минеральных удобрений с 7,3 % до 13,8 %. При этом максимальную оплату 1 кг д.в. удобрений фитомассой была обеспечена в вариантах с минимальными дозами совместно вносимых фосфорных удобрений. Каких либо четких закономерностей в изменении данного показателя в зависимости от изучаемых повышенных доз вносимых удобрений установлено не было.

Заключение

В первый год вегетации мелисса лекарственная обеспечивает при средних дозах вносимых фосфорно-калийных удобрений получение от 92,3 до 97,9 ц/га фитомассы лексырья или 2 ц/га семян.

Список использованной литературы

1. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Методические указания. – Новосибирск, Сибирское отделение изд-во «Наука», 1985. – 155 с.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 351 с.

3. Зуева Г.А. Общая фенология. Елабуга: Изд-во ЕГПИ, 2008. – 54 с.

4. Никтенко Г.Ф. Опытное дело в полеводстве/ Под. ред. Проф. Г.Ф. Никитенко. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.

5. Технологии возделывания лекарственных растений: методическое пособие / подгот. Л.В. Кухарева, Т.В. Гиль – Минск: Минсктиппроект, 2008. – 128 с.

УДК 629.05 + 004

СНИЖЕНИЕ РАСХОДА НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИКИ

Т.М. Чумак, ст. преподаватель,
Ю.В. Бобко, студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск Республика Беларусь
yuragoldmas2@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены пути снижение расхода нефтепродуктов при эксплуатации техники.

Abstract. The article examines ways to reduce the consumption of petroleum products during the operation of machinery.

Ключевые слова: расход, нефтепродукты, эксплуатация, техника, эффективность.

Keywords: consumption, petroleum products, operation, machinery, efficiency.

Введение

Вопросы экономного использования нефтепродуктов являются жизненно важными как для нынешнего, так для грядущих поколений.

Развитие любой отрасли хозяйства требует всевозрастающего количества топлива, смазочных материалов и технических жидкостей. Основным крупным потребителем остается СХП (сельскохозяйственное производство), которое все более оснащается современной высокопроизводительной и мощной техникой. Основные энергетические мощности СХП в АПК это двигатели внутреннего сгорания (около 85%), устанавливаемые на тракторы, автомобили, комбайны и другие сельскохозяйственные машины. СХП ежегодно расходует десятки миллионов тонн топлива и масел, и в каждый килограмм как полезно использованного, так и потерянного продукта вложен колоссальный труд многих людей, затрачены материальный и технические средства. Теряемые бесцельно топливо и масла попадают в землю, водоемы, атмосферу, нанося вред животному и растительному миру.

Влияние технического состояние машин на расход нефтепродуктов

Техническое состояние тракторов, автомобилей, самоходных сельскохозяйственных машин оказывает очень большое влияние на

расход нефтепродуктов. Появление неисправностей вызывает падение мощности, что приводит к перерасходу топлива. Техническое состояние эксплуатируемых машин зависит от различных факторов, к которым относятся конструктивные параметры, качество применяемых материалов и технологии их обработки, условия эксплуатации, организации машиноиспользования, своевременность и тщательность проведение ТО и ремонта, качество используемых сортов топлива и смазочных материалов, квалификация механизаторов и т. д.

Таблица 1 – Влияния неисправностей на увеличение расхода топлива

Неисправности	Сборочные единицы и агрегаты	Ориентировочные значение потерь топлива, % от расхода по норме
Подтекание трубопроводов, бензобака и др.	Система питание двигателя	До 5
Неплотное закрытие бензобака	^	1-3
Негерметичность клапана экономайзера	^	10-15
Увеличение диаметра жиклера	^	До 6
Неисправность форсунки	^	15-20
Неправильная установка угла опережение зажигаения	Система зажигания	3-4
Неправильная регулировка контактов прерывателя	^	До 10
Неработающие свечи	^	26-60
Накипь на радиаторе	Система охлажения	8
Пониженная температуры охлаждающей жидкости	^	8-40
Неправильная регулировка клапанов и толкателя	ЦПГ и ГРМ	5-7
Закусывание колец	^	15(масло)
Нагар в камере сгорания	^	4-6
Засорен воздухоочиститель	Воздухоочиститель	4-5
Неправильная регулировка сцепления, подшипников, тормозов	Ходовая часть	10-20
Неправильная регулировка схождение колес	^	5-7
Снижение давление в шинах	^	До 20
Применение трансмиссии в агрегатах масла большой вязкости	^	До 10

Способы снижения расхода нефтепродуктов

Таблица 2 – Снижение расхода нефтепродукта в СХП

Способ снижения расхода нефтепродуктов	Описание	Преимущества
Использование энергосберегающих режимов работы	Внедрение режимов, снижающих нагрузку на двигатель при низкой необходимости	Уменьшение расхода топлива в не эксплуатационных режимах
Контроль над оператором	Контроль позволяет выявить и устранить неэффективные привычки и ошибки операторов	ведет к уменьшению потребления топлива и снижению затрат
Оптимизация маршрутов и режимов работы	Планирование маршрутов, избегание пробок, ям, неровностей и т. д.	Экономия топлива, сокращение времени работы
Внедрение систем автоматического управления	Использование GPS, систем контроля и диагностики для оптимизации работы	Повышение точности работы техники, снижение расхода
Повышение квалификации операторов	Проведение правильной эксплуатации техники	Снижение ошибок, увеличение срока службы техники
Использование современных технологий и материалов	Применение новых материалов, масел, систем топливоподачи	Повышение эффективности, снижение издержек

Заключение

Сельскохозяйственное производство (СХП) является крупнейшим потребителем нефтепродуктов, расходующим десятки миллионов тонн топлива и масел ежегодно. Бесцельные потери топлива приводят к колоссальным финансовым убыткам и наносят прямой вред экологии.

Для эффективного снижения расхода нефтепродуктов необходим систематический контроль. Основными мерами являются своевременное ТО, квалифицированная эксплуатация, использование энергосберегающих режимов, а также внедрение современных цифровых технологий (систем GPS и автоматического контроля).

Список использованной литературы

1. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства. Практикум : учеб. Пособие Т.А. Непарко [и др.]; под ред. Т.А. Непарко. – Минск : ИВЦМинфина, 2018. – 220 с.

2. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства : учебник / А. В Новикова. – Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2012. – 512 с.

УДК 631.527

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ МИНИ-КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

М.Ю. Карпухин[1], канд. с.-х. наук, заведующий кафедрой овощеводства и плодоводства им. проф. Н.Ф. Коняева, доцент,
Т.А. Артемьева[2], научный сотрудник
[1]Уральский государственный аграрный университет,
г. Екатеринбург, Российская Федерация,
*[2]*ООО ССК «Уральский картофель»,
с. Кочневское, Белоярский ГО, Российская Федерация
mkarpukhin@yandex.ru

Аннотация. Разработаны элементы технологии выращивания мини-клубней картофеля в условиях защищенного грунта.

Abstract. Elements of the technology for growing potato minitubers under protected cultivation conditions have been developed.

Ключевые слова: технология, картофель, защитный грунт, условия.

Keywords: technology, potato, protected ground, conditions.

Актуальность исследования

В настоящее время в России производством исходного материала картофеля занимается несколько крупных семеноводческих комплексов. Один из них – селекционно-семеноводческая компания «Уральский картофель». Существующие технологии по выращиванию мини-клубней картофеля в защищенном грунте соответствуют требованиям стандартов по их производству, в части защиты посадок от насекомых – переносчиков вирусов, поражающих картофель. Основной набор технологических элементов является рекомендуемым, и каждая организация адаптирует эти технологии под свои особенности деятельности, изменяя некоторые элементы или значительный комплекс элементов технологии. К таким особенностям относятся: географическое расположение и климатические факторы, принцип локализации производства семян, конструктивные характеристики теплиц, набор техники и оборудования, тип и размер ёмкостей для выращивания растений, вид и характеристики используемого субстрата, удаленность предприятий, производящих торфяные субстраты, применяемые системы питания, защиты растений и многие другие особенности. Поэтому, по

нашему мнению, каждая семеноводческая компания, производящая исходный материал семенного картофеля, должна разработать и применять технологию, учитывающую все особенности организации, возможности, риски производства, а также соответствующую государственным стандартам.

В процессе производства мини-клубней картофеля селекционно-семеноводческая компания «Уральский картофель» столкнулась с рядом проблем, по которым отсутствуют стандартные решения. Одна из них – выбор и применение оптимального субстрата. Субстраты должны обеспечивать растения достаточным количеством влаги и элементов питания, создавать оптимальные водно-воздушные условия для корневой системы и способствовать облегчению и механизации производственных процессов [1,2]. Начиная с 2018 года специалистами комплекса было опробовано и изучено множество вариантов торфяного и смешанного грунта. На сегодняшний день используется верховой торф фрезерного типа режевского месторождения, фракции 0–20 мм с добавлением PG Mix (1 кг на 1 т), производства ООО «Русская торфяная компания».

В случае перехода остатков торфа на следующий сезон и хранении при отрицательных температурах, он перемораживается, пересыхает, приобретая гидрофобные свойства, в результате чего необходимо приложить много усилий для его увлажнения.

Для решения данной проблемы было решено провести исследование по изучению эффективности различных водоудерживающих агентов в торфяные субстраты и их влияния на развитие растений картофеля и урожайность мини-клубней. В качестве водоудерживающих агентов испытывались 2 вида смачивателей и гидрогель [5].

Цель исследования: определить влияние различных водоудерживающих агентов и вариантов торфяного субстрата на рост и развитие растений картофеля и урожайность мини-клубней в защищенном грунте.

Задачи исследования:

1) Определить влияние водоудерживающих агентов на влагоемкость и водопоглощаемость разных торфяных субстратов;

2) Определить влияние разных вариантов торфяных субстратов с добавлением водоудерживающих агентов на рост и развитие растений картофеля;

3) Определить урожайные характеристики мини-клубней картофеля в каждом варианте опыта.

Эксперимент проводился во второй тепличный оборот, с высадкой микрорастений в июле. Прохождение основных фаз развития растений замедлялось из-за недостатка солнечной инсоляции.

В течение первых двух часов впитывание влаги происходило только через перфорированное дно пластикового горшка. По прибавке массы в это время можно судить об интенсивности поглощения воды торфом. Лучшим этот показатель зафиксирован в контрольном варианте, где был использован свежеприготовленный торфяной субстрат с добавлением препарата FIBA-ZORB – плюс 44% через 1 час и 49% через 2 часа. В 2–2,5 раза медленнее поглощали влагу варианты торфа предыдущего года подготовки с добавлением смачивателей FIBA-ZORB и Аналог.

После высадки растений вода поступала в горшок с помощью капельного орошения. Взвешивание горшков через 5 дней показало существенное влияние препарата FIBA-ZORB на поглощение и удержание влаги торфосубстратами, подготовленными и использованными в году, предшествующим эксперименту. В вариантах 7 и 4 произошло увеличение массы более, чем в 2 раза – 103 и 111% соответственно.

В нашем опыте наибольшая прибавка массы горшка установлена в вариантах с использованным прошлогодним торфом, в который при производстве был добавлен смачиватель FIBA-ZORB, что подчеркивает его эффективность и устойчивость во времени [4]. Поскольку к оставшемуся с предыдущего года количеству данного препарата были добавлены разные варианты увлажнителей, показатели влагоудержания в этом субстрате оказались почти в 2 раза выше контрольного – прибавка массы составила 158%–163% к начальному весу.

Практически вся поступающая с поливом влага используется растениями для роста и формирования клубней. В фазу цветения прибавка массы либо отсутствует, либо совсем незначительна: (от -5% до 7%). При дальнейшем развитии картофеля во втором тепличном обороте водопотребление снижается за счет понижения температуры окружающей среды, нормы полива при этом уменьшаются и влажность стабилизируется на оптимальном уровне. Перед дессикацией растений в нашем эксперименте происходило не-

которое подсушивание субстрата, его масса снизилась на 2–11% в 1, 3, 4, 5, 6 вариантах и контроле.

Содержание воды в картофеле составляет 90–95% материала листьев и 75–85% материала клубней. При уменьшении содержания воды в почве до 60–65% от доступной влажности (разность между полной полевой влагоемкостью и влажностью точки завядания) культура испытывает стресс.

В нашем опыте влажность измерялась с помощью почвенного влагомера в середине и на дне горшка. В процессе полива микрорастений мелкая фракция торфа с водой опускается на дно горшка и оседает там, что часто приводит к переувлажнению нижнего слоя субстрата. Во всех вариантах на каждом этапе измерений влажность торфа на дне превышала влажность среднего слоя на 2–40%. К моменту бутонизации и цветения водопотребление растений в опыте возрастало и влажность субстратов в вариантах снижалась и составила 44–58% в центре горшка и 52–70% на дне. При этом не фиксируется четкой зависимости влажности субстрата от вариантов эксперимента.

Анализ урожая мини-клубней выделяет варианты с применением Торфа 1 (торф предыдущего года приготовления, не использованный, аналогичен торфу в контрольном варианте). Здесь наибольшая масса клубней получена при добавлении смачивателей FIBA-ZORB и Аналога – 131 г-138 г с 1 растения (горшка), что на 58–64% лучше контрольного варианта. Несколько уступил вариант данного субстрата с добавлением гидрогеля – 106 г. Наряду с этим, при использовании смачивателей в Торфе 1, а также в контроле зафиксировано лучшее формирование клубней – 8,5–11,7 штук с 1 растения. Самые крупные клубни наблюдались в варианте с прошлогодним использованным торфом с добавлением гидрогеля, что объясняется самым низким их количеством – в среднем 3,5 штуки с растения. Худшим вариантом по всем показателям урожайности стало применение торфа, подготовленного и использованного в год, предшествующий эксперименту. На данном субстрате и в основном производстве было значительное снижение урожая мини-клубней. Здесь зафиксировано уменьшение количества клубней в 2,0–2,2 раза, массы клубней – в 2,9–4,2 раза в сравнении с контролем. Согласно ГОСТ 33996–2016 «Картофель семенной» [3], стандартными считаются мини-клубни размером от 9 до 60 мм.

В нашем опыте наибольшее количество стандартных клубней получено во всех вариантах неиспользованного ранее торфа – от 6,4 до 7,9 штук. Вероятно, существенную роль в исследуемых субстратах играет добавление производителем удобрения PG Mix, который в свежеприготовленном торфе содержится в достаточном количестве.

Выводы

1. Наибольшее влияние на впитывающую и влагоудерживающую способность субстратов оказывают смачиватели FIBA-ZORB и Аналог.
2. Значительное высыхание и промораживание верхового торфа отрицательно влияет на его последующее смачивание.
3. Гидрогель практически не способствует водопоглощению через перфорированное дно горшка, но хорошо удерживает влагу при поступлении её с поливом.
4. В процессе полива микрорастений мелкая фракция торфа с водой опускается на дно горшка и задерживается там, что часто приводит к переувлажнению нижнего слоя субстрата: влажность торфа на дне превышала влажность среднего слоя на 2–40%.
5. Наибольшая масса клубней получена при добавлении смачивателей FIBA-ZORB и Аналога – 131 г-138 г с 1 растения (горшка), что на 58–64% лучше контрольного варианта.
6. Лучшее формирование клубней – 8,5–11,7 штук с 1 растения, отмечается при использовании смачивателей в Торфе 1, а также в контроле.
7. Наибольшее количество стандартных клубней получено во всех вариантах неиспользованного ранее торфа – от 6,4 до 7,9 штук.

Список использованной литературы

1. Растениеводство: учебник / Г.С. Кузнецова, С.К. Мингалев, М.Ю. Карпухин. – Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2016. - с.474.

2. Толоконцев Д.В. Производство оригинальных семян картофеля отечественных сортов в защищенном грунте. / Д.В. Толоконцев, А.И. Усков, Н.Н. Тиханова // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 88. – С. 18-23. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/journal/issue/309170 (дата обращения: 11.08.2026).

3. Карпухин М. Ю., Дунин В. А., Юсупов М. Л., Крупский И. Н, Юшкин Е. М. – Технология производства оригинального, элитного и репродукционного семенного картофеля на Среднем Урале. Изд-во Уральского ГАУ, Екатеринбург, 2019г.

4. Эффективность применения препаратов «FIBA ZORB» и «КЛЕОН АМ» для увеличения водопоглощающей способности верхового торфа. / М. В. Киселёв, И. А. Фрейдкин, М. А. Ягло [и др.] // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4. – С. 66-75. — ISSN 2078-1318. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/journal/issue/325442 (дата обращения: 11.08.2026).

5. Ревенко В.Ю., Агафонов О.М. Использование гидрогелей в растениеводстве // Международный журнал гуманитарных и естественных наук.

УДК 635.74:631.589.23

ДОЗОЗАВИСИМОЕ ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ КВАНТОВЫХ ТОЧЕК НА МИКРОЗЕЛЕНЬ БАЗИЛИКА В АЭРОПОННОЙ СИСТЕМЕ

А.А. Ветчинников[1,2], д-р с.-х. наук, доцент,
А.С. Петухова[1], студент
[1]Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева,
[2]НГПУ имени Козьмы Минина,
г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация. Изучено влияние водной дисперсии углеродных квантовых точек (УКТ) на микрозелень базилика при аэропонном выращивании. При разведении 1:100 высота проростков увеличилась на 8 %, длина корней – на 22 %, общая сырая биомасса – на 10 %, сухая – на 13 %. Начиная с 1:20 отмечалось угнетение роста, при 1:1 растения не формировались. Установлен выраженный дозозависимый характер действия УКТ.

Abstract. The effect of an aqueous carbon quantum dot (CQD) dispersion on aeroponically grown basil microgreens was studied. At 1:100, seedling height increased by 8%, root length by 22%, total fresh biomass by 10%, and dry biomass by 13%. Growth inhibition began at 1:20, while plants did not develop at 1:1. The CQD response was strongly dose-dependent.

Ключевые слова: углеродные квантовые точки, базилик, микрозелень, аэропоника, биомасса.

Keywords: carbon quantum dots, basil, microgreens, aeroponics, biomass.

Введение

Углеродные квантовые точки рассматриваются как перспективные наноматериалы для растениеводства благодаря водной диспергируемости, фотолюминесценции и способности взаимодействовать с физиологическими процессами растений [1, 2, 5, 9]. В опытах последних лет показаны изменения фотосинтеза, питания и стрессоустойчивости томата, сои, гороха и кукурузы [3, 4, 6–8].

При этом эффект существенно зависит от дозы: низкие концентрации могут стимулировать рост, тогда как повышенные – проявлять фитотоксичность [5, 10]. Цель работы – оценить дозозависимое действие УКТ на рост и накопление биомассы микрозелени базилика зелёного (Ocimum basilicum L.) в аэропонной системе.

Основная часть

Опыт проводили по однофакторной схеме в трёхкратной повторности. На одну повторность использовали 1 г семян. Микрозелень выращивали 14 суток при одинаковых режимах освещения, температуры, влажности воздуха и орошения. Фактором являлось разведение исходной водной дисперсии УКТ (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант	Характеристика
Контроль	вода без УКТ
1:100	исходная дисперсия : вода = 1:100
1:50	исходная дисперсия : вода = 1:50
1:20	исходная дисперсия : вода = 1:20
1:10	исходная дисперсия : вода = 1:10
1:5	исходная дисперсия : вода = 1:5
1:1	исходная дисперсия : вода = 1:1

На 14-е сутки определяли высоту проростков, длину корней, свежую массу надземной и корневой частей. Общую сырую биомассу рассчитывали, как их сумму; после высушивания до постоянной массы определяли общую сухую биомассу. Различия оценивали по $НСР_{0,05}$.

При 1:100 высота проростков и длина корней достоверно превышали контроль (таблица 2). Разведение 1:50 было близко к контролю, а при 1:20–1:5 рост последовательно угнетался. При 1:1 проростки отсутствовали.

Таблица 2 – Морфометрические показатели микрозелени базилика

Вариант	Высота, мм	±, %	Корни, мм	±, %
Контроль	61,0	–	40,2	–
1:100	65,7	+8	49,2	+22
1:50	59,2	−3	40,3	0
1:20	49,7	−19	34,2	−15
1:10	50,6	−17	30,1	−25
1:5	39,4	−35	29,7	−26
1:1	0,0	−100	0,0	−100
$НСР_{0,05}$	1,72	–	1,23	–

Аналогичная зависимость отмечена по продукционным показателям (таблица 3). Разведение 1:100 повышало сырую биомассу на 10 %, сухую – на 13 %. При 1:20 снижение составляло соответственно 14 и 22 %, при 1:5 – 63 и 75 %.

Таблица 3 – Накопление биомассы микрозелени базилика

Вариант	**Сырая, г**	**±, %**	**Сухая, г**	**±, %**
Контроль	21,6	–	1,78	–
1:100	23,7	+10	2,01	+13
1:50	20,8	−4	1,77	−1
1:20	18,6	−14	1,39	−22
1:10	12,9	−40	0,83	−53
1:5	7,9	−63	0,45	−75
1:1	0,0	−100	0,00	−100
$НСР_{0,05}$	1,10	–	0,09	–

Заключение

Действие УКТ на микрозелень базилика имело двухфазный дозозависимый характер. Разведение 1:100 стимулировало линейный рост и накопление сырой и сухой биомассы; 1:50 было преимущественно нейтральным; начиная с 1:20 проявлялось ингибирование. Результаты подтверждают необходимость концентрационного скрининга УКТ для каждой культуры и технологии выращивания.

Список использованной литературы

1. Guo B., Liu G., Li W. et al. The role of carbon dots in the life cycle of crops // Ind. Crops Prod. 2022. 187. 115427.

2. Hallaji Z., Bagheri Z., Tavassoli Z., Ranjbar B. Fluorescent carbon dot as an optical amplifier in modern agriculture // Sustain. Mater. Technol. 2022. 34. e00493.

3. Chen Q., Cao X., Nie X. et al. Alleviation role of functional carbon nanodots for tomato growth and soil environment under drought stress // J. Hazard. Mater. 2022. 423. 127260.

4. Wang C., Ji Y., Cao X. et al. Carbon Dots Improve Nitrogen Bioavailability to Promote the Growth and Nutritional Quality of Soybeans under Drought Stress // ACS Nano. 2022. 16. 12415–12424.

5. Chowmasundaram Y.A. et al. Recent developments, applications and challenges for carbon quantum dots as a photosynthesis enhancer in agriculture // RSC Adv. 2023. 13. 25093–25117.

6. Liang L., Wong S.C., Lisak G. Effects of plastic-derived carbon dots on germination and growth of pea via seed nano-priming // Chemosphere. 2023. 316. 137868.

7. Ji Y., Yue L., Cao X. et al. Carbon dots promoted soybean photosynthesis and amino acid biosynthesis under drought stress // Sci. Total Environ. 2023. 856. 159125.

8. Yao Y., Yue L., Cao X. et al. Carbon Dots Embedded in Nanoporous SiO_2 Nanoparticles for Enhancing Photosynthesis in Agricultural Crops // ACS Appl. Nano Mater. 2023. 6. 110–118.

9. Dong Z., Qi J., Yue L. et al. Biomass-based carbon quantum dots and their agricultural applications // Plant Stress. 2024. 11. 100411.

10. Wang Q., Lv K., Song J. et al. The Dose-Dependent Effect of Carbon Quantum Dots as a Photosynthesis Enhancer on Soybean Plant Growth // Nanomaterials. 2025. 15. 1603.

УДК 635.21:631.589

АЭРОПОННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ МИНИ-КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ СОРТА ЛЕДИ КЛЕР

А.А. Ветчинников, д-р с.-х. наук, доцент, профессор кафедры «Агрохимия и агроэкология»

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

aavetchinnikoff@gmail.com

Аннотация: Приведены результаты апробации аэропонной технологии на картофеле сорта Леди Клер. Индивидуальная продуктивность растений составила 40–146 мини-клубней. Результаты сопоставлены с опубликованными данными; показана необходимость дальнейшей стандартизации технологических режимов.

Abstract: Experimental results of aeroponic minituber production for the potato cultivar Lady Claire are presented. Plant productivity ranged from 40 to 146 minitubers. The results were compared with published data and indicate the need for further standardization of cultivation regimes.

Ключевые слова: картофель, Леди Клер, аэропоника, мини-клубни, семеноводство.

Keywords: potato, Lady Claire, aeroponics, minitubers, seed production.

Введение

Получение мини-клубней является ключевым этапом первичного семеноводства картофеля. Беспочвенные технологии позволяют повысить коэффициент размножения оздоровленного материала, а аэропоника дополнительно дает возможность многократного съема сформировавшихся клубней без разрушения растения [1]. Продуктивность при этом зависит от генотипа, плотности посадки, режима питания, температуры корнеобитаемой зоны и интервала между сборами [2–5]. Цель работы – оценить диапазон индивидуальной продуктивности картофеля сорта Леди Клер при экспериментальном аэропонном выращивании и сопоставить его с опубликованными результатами.

Основная часть

Объектом исследования служили растения картофеля сорта Леди Клер, выращиваемые в экспериментальной аэропонной установке.

Корневая система и столоны развивались в изолированной от света камере с подачей питательного раствора в дисперсной форме. Основным показателем было суммарное количество сформированных мини-клубней в расчете на одно растение. В настоящем сообщении анализируется установленный диапазон индивидуальной продуктивности.

Выход мини-клубней составлял от 40 до 146 шт. с растения. Максимальное зарегистрированное значение превышало минимальное в 3,65 раза. Для интерпретации результата выполнено сопоставление с данными исследований, проведенных на других сортах и при различных режимах аэропонного выращивания (таблица 1).

Таблица 1 – Продуктивность растений картофеля в аэропонной культуре

Источник	**Сорт**	**Условия / особенность опыта**	**Мини-клубней, шт./растение**
Farran, Mingo-Castel [2]	Zorba	60 растений/м²; сбор через 7 сут.	13,4
Çalışkan et al. [4]	Hermes, Marabel, Sante	25–200 растений/м²	13,2–19,85
Mateus-Rodriguez et al. [3]	несколько генотипов	5 сред выращивания	до 60,2
Brońić et al. [5]	Agria, Kennebec и др.	7-суточный интервал сборов	до 54,5
Ветчинников и др.	Леди Клер	7-суточный интервал сборов	40–146

Сопоставление показывает значительную зависимость результата от условий опыта. I. Farran и A. M. Mingo-Castel получили в среднем 13,4 мини-клубня с растения при плотности 60 растений/м² и еженедельном сборе [2]. В опытах J. F. Mateus-Rodriguez с соавторами наиболее продуктивный генотип формировал в среднем 60,2 мини-клубня [3], а Z. Brońić с соавторами для Agria и Kennebec получили 54,5 и 53,8 мини-клубня соответственно [5]. Диапазон 40–146 шт./растение для Леди Клер характеризует высокий потенциал размножения, однако его верхнюю границу нельзя непосредственно сравнивать со средними значениями других работ из-за различий в сортах, плотности посадки, длительности вегетации и периодичности сборов.

Размах собственных результатов указывает, что дальнейшая оптимизация должна быть направлена не только на увеличение максимального выхода, но и на повышение воспроизводимости.

Наиболее значимыми факторами последующей стандартизации следует считать режим подачи питательного раствора, температуру корнеобитаемой зоны, плотность размещения растений и интервал отбора сформировавшихся мини-клубней.

Заключение

При экспериментальном аэропонном выращивании картофеля сорта Леди Клер получено 40–146 мини-клубней с растения. Результат подтверждает высокий потенциал технологии, одновременно различие между минимальным и максимальным значениями в 3,65 раза показывает необходимость стандартизации режимов выращивания и накопления индивидуальных данных для последующей статистической оценки устойчивости продуктивности.

Список использованной литературы

1. Федорова Ю. Н., Федорова Л. Н., Тельпук М. Б. Получение мини-клубней картофеля методом аэропоники // Главный агроном. 2020. № 7.

2. Farran I., Mingo-Castel A. M. Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals // American Journal of Potato Research. 2006. Vol. 83. P. 47–53.

3. Mateus-Rodriguez J. F., De Haan S., Rodríguez-Delfín A. Genotype by environment effects on potato mini-tuber seed production in an aeroponics system // Agronomy. 2014. Vol. 4. No. 4. P. 514–528.

4. Çalışkan M. E., Yavuz C., Yağız A. K., Demirel U., Çalışkan S. Comparison of aeroponics and conventional potato mini tuber production systems at different plant densities // Potato Research. 2021. Vol. 64. P. 41–53.

5. Brońić Z., Oljača J., Pantelić D., Rudić J., Momčilović I. Potato aeroponics: effects of cultivar and plant origin on minituber production // Horticulturae. 2022. Vol 8. No. 10. Art. 915.

УДК 8.32

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПУТЕМ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОРАЖЕННЫХ УЧАСТКОВ ПОСЕВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ

И.Л. Павловская, начальник центра

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассмотрена задача повышения эффективности применения сельскохозяйственной техники за счет автоматизированного выявления пораженных

участков посевов и перехода от сплошной к дифференцированной обработке. Предложена структура системы, объединяющая получение цифровых изображений, их предварительную обработку, распознавание состояния растений, геопривязку результатов и формирование карты-задания для техники. Обоснована целесообразность использования БПЛА, методов компьютерного зрения и нейросетевой сегментации. Показано, что технологически значимым результатом является не только классификация изображения, но и выделение пространственных контуров зон поражения с учетом минимально допустимой площади обработки. На расчетном примере для поля площадью 100 га рассмотрена возможность сокращения площади обработки до 22 га при выявленной зоне поражения 18 га, что позволяет повысить коэффициент целевого применения техники и снизить затраты на технологическую операцию.

Abstract. Rassmotrena zadacha povysheniya effektivnosti primeneniya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki za schet avtomatizirovannogo vyyavleniya porazhennykh uchastkov posevov i perekhoda ot sploshnoy k differentsirovannoy obrabotke. Predlozhena struktura sistemy, ob"yedinyayushchaya polucheniye tsifrovykh izobrazheniy, ikh predvaritel'nuyu obrabotku, raspoznavaniye sostoyaniya rasteniy, geoprivyazku rezul'tatov i formirovaniye karty-zadaniya dlya tekhniki. Obosnovana tselesoobraznost' ispol'zovaniya BPLA, metodov komp'yuternogo zreniya i neyrosetevoy segmentatsii. It is demonstrated that a technologically significant result is achieved not only through image classification but also by delineating the spatial boundaries of affected areas, taking into account the minimum permissible treatment area. A calculation based on a 100-hectare field illustrates the potential to reduce the treated area to 22 hectares when an 18-hectare affected zone is identified; this approach improves the efficiency of targeted machinery use and lowers the costs associated with the technological operation.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, точное земледелие, пораженные участки, БПЛА, машинное зрение, нейронные сети, распознавание изображений, карта-задание, дифференцированная обработка.

Keywords: agricultural machinery, precision farming, affected areas, UAVs, machine vision, neural networks, image recognition, task map, variable-rate application.

Введение

Современное сельскохозяйственное производство характеризуется значительной пространственной неоднородностью состояния посевов. Поражение растений болезнями, вредителями или неблагоприятными факторами, как правило, распределяется по полю неравномерно. При традиционной технологии защиты растений обработка выполняется по всей площади, что не учитывает фактическое состояние отдельных участков и может приводить к избыточному расходу препаратов, топлива и рабочего времени. Развитие точного земледелия создает возможность связать результаты мониторинга с исполнительными системами машин и перейти к адресному воздействию [1; 2].

Цель исследования состоит в повышении эффективности применения сельскохозяйственной техники при мониторинге и защите посевов путем автоматизированного выявления пораженных участков по цифровым изображениям и формирования на их основе карты-задания. Для достижения цели необходимо определить состав информационно-технической системы, установить признаки, пригодные для распознавания, и разработать последовательность преобразования изображения в технологическое задание.

Материалы и методы

В основу предлагаемого подхода положен замкнутый цикл «получение данных – распознавание – картирование – выполнение операции – контроль результата». Исходные данные могут поступать от БПЛА, спутниковых систем и наземных средств наблюдения. Для детального обследования отдельных полей целесообразно применять БПЛА, поскольку они обеспечивают высокое пространственное разрешение и позволяют оперативно получать материалы обследования [3].

На этапе предварительной обработки выполняются коррекция изображений, устранение шумов, нормализация освещенности и геопривязка. При наличии соответствующих каналов могут рассчитываться вегетационные индексы, характеризующие состояние растительного покрова. Однако использование одного индекса не гарантирует надежного определения причины повреждения, поэтому его целесообразно сочетать с анализом текстуры, формы и цветовых признаков, а также с нейросетевыми методами.

Для автоматизированного распознавания перспективны сверточные нейронные сети. Исследования показывают высокую результативность глубокого обучения при классификации заболеваний растений и анализе сельскохозяйственных изображений [4; 5]. Для рассматриваемой задачи особенно важна сегментация, позволяющая определить не только класс объекта, но и его пространственное положение. Архитектуры типа U-Net могут использоваться для построения бинарной или многоклассовой маски пораженных участков, тогда как модели обнаружения объектов применимы для выделения отдельных очагов [6].

После распознавания результат преобразуется в набор геопространственных объектов. Для каждого пораженного участка целесообразно хранить координаты, площадь, класс поражения, вероятность принадлежности к классу, степень риска и технологический

приоритет. Такой набор данных позволяет перейти от изображения к карте поражения, а затем — к карте-заданию для сельскохозяйственной машины.

Таблица 1 – Основные этапы автоматизированной обработки данных

Этап	Результат	Назначение
Съемка	Цифровые изображения	Получение исходных данных
Распознавание	Маска/контуры поражения	Определение зон риска
Картирование	Геопривязанные полигоны	Подготовка карты-задания
Обработка	Команды технике	Дифференцированное воздействие

Ключевым условием передачи задания на технику является учет ее технологических ограничений. Слишком мелкие полигоны могут быть непригодны для практической обработки из-за инерционности исполнительной системы, ширины захвата и времени переключения режимов. Поэтому после сегментации выполняется постобработка: удаляются незначительные области, объединяются близко расположенные контуры и устанавливаются технологические буферы. Карта-задание должна содержать геометрические границы зон и параметры воздействия, совместимые с контроллером машины. Для обмена данными целесообразно ориентироваться на стандартизированные форматы и требования информационных систем сельскохозяйственной техники [7; 8].

Оценка эффективности. Качество распознавания следует оценивать как по показателям машинного обучения, так и по технологическим результатам. Для классификации и сегментации целесообразно использовать Precision, Recall, F1 и IoU. При практическом внедрении дополнительно необходимо учитывать площадь необоснованной обработки, площадь пропущенного поражения, точность геопривязки и соответствие размеров выделенных полигонов возможностям агрегата. Это позволяет избежать ситуации, когда высокая точность нейросети не приводит к реальному повышению эффективности технологической операции.

Для расчетного примера рассмотрено поле площадью 100 га. При использовании БПЛА с расчетным размером пикселя на местности 0,033 м, продольным перекрытием 75 % и поперечным перекрытием 70 % потребность в снимках оценивается примерно в 510 кадров. С учетом технологического резерва принимается 600 кадров, а

продолжительность полевого этапа мониторинга – 1,2–1,5 ч. Эти значения следует рассматривать как расчетные и уточнять с учетом типа камеры, высоты полета, скорости БПЛА и условий освещения.

По результатам распознавания в качестве расчетного варианта принята площадь фактического поражения 18 га. С учетом геометрических буферов, минимальной площади обрабатываемого контура и технологических ограничений машины площадь задания составляет 22 га. Таким образом, обработке подвергается 22 % площади поля вместо 100 % при сплошной технологии. При принятой в исходных расчетах структуре затрат это обеспечивает прямую экономию около 6827 руб. и повышает коэффициент целевого применения техники с 0,18 до 0,82.

Следует подчеркнуть, что экономический эффект определяется не только сокращением расхода препаратов. При локальной обработке уменьшается продолжительность работы агрегата, снижается расход топлива и износ рабочих органов, а также повышается производительность техники на единицу действительно необходимой обработки. Одновременно необходимо учитывать затраты на съемку, обработку данных, обслуживание БПЛА и программного обеспечения. Поэтому окончательное решение о внедрении должно приниматься на основе полного технико-экономического сравнения.

Заключение

Предложен подход к повышению эффективности сельскохозяйственной техники, основанный на объединении дистанционного мониторинга, автоматизированного распознавания и дифференцированного выполнения технологической операции. Наиболее перспективной является система, в которой БПЛА или другой источник изображений формирует исходные данные, алгоритм машинного зрения выделяет пораженные участки, геоинформационный модуль преобразует результат в карту-задание, а сельскохозяйственная машина выполняет локальное воздействие с последующим контролем фактического выполнения. Для дальнейшего развития системы необходимы полевые испытания на конкретных культурах, накопление локальной размеченной базы изображений, сравнение RGB- и мультиспектральных данных, а также проверка фактической экономии по данным контроллеров машин. Таким образом, автоматизированное выявление пораженных участков может стать основой перехода от сплошной обработки к управляемому пространственно дифференцированному применению сельскохозяйственной техники.

Список использованной литературы

1. Gebbers R., Adamchuk V. I. Precision agriculture and food security // Science. 2010. Vol. 327. P. 828–831.

2. Mulla D. J. Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps // Biosystems Engineering. 2013. Vol. 114, No. 4. P. 358–371.

3. Chin R., Catal C., Kassahun A. Plant disease detection using drones in precision agriculture // Precision Agriculture. 2023. Vol. 24. P. 1663–1682. DOI: 10.1007/s11119-023-10014-y.

4. Mohanty S. P., Hughes D. P., Salathé M. Using Deep Learning for Image-Based Plant Disease Detection // Frontiers in Plant Science. 2016. Vol. 7. Article 1419. DOI: 10.3389/fpls.2016.01419.

5. Ferentinos K. P. Deep learning models for plant disease detection and diagnosis // Computers and Electronics in Agriculture. 2018. Vol. 145. P. 311–318. DOI: 10.1016/j.compag.2018.01.009.

6. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention. 2015. P. 234–241.

7. ISO 11783-10. Tractors and machinery for agriculture and forestry – Serial control and communications data network – Part 10: Task controller and management information system data interchange.

8. ISO 19157. Geographic information – Data quality. International Organization for Standardization.

УДК 8.54

ФРЕЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВ СОВМЕЩЕНИЕМ С ПОСЕВОМ В ЦЕЛЯХ БОРЬБЫ С ОБРАЗОВАНИЕМ ПОВЕРХНОСТНОЙ КОРКИ

Б.П. Шаймарданов, д-р техн. наук, профессор,
П.Т. Бердимуратов, канд. техн. наук, доцент
Национальный исследовательский университет
«Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований процессов образования поверхностной корки на почве, а также рассмотрены эффективные методы ее предотвращения.

Анализ отечественных и зарубежных источников на данную тему показывает, что рыхление и разрушение почвенной корки производится, в основном, двумя способами: ручным и механизированным. Ручная обработка почвенной корки и рыхление поверхности почвы является трудоемкой операцией с низкой производительностью, и выполнять ее приходится в тяжелых условиях. Рыхление почвенной корки, а так же поверхности почв должно проводиться быстрыми темпами в течение 3-4 дней.

Существующие методы механизированного разрушения почвенной корки предполагают непосредственный контакт инструмента (зуба бороны, иглы ротор-

ной) с почвой при котором создаются сдвиговые напряжения в разрушаемом слое, в результате чего происходит повреждение посевов сельскохозяйственных культур.Одним из таких методов является предварительная фрезерная обработка почвы, совмещенная с посевом и укладкой шланга адресного полива в гребне.

Abstract. This article presents the results of research into the processes of surface soil crust formation and examines effective methods for preventing it. An analysis of domestic and foreign sources on this subject indicates that the loosening and breaking up of the soil crust are primarily carried out in two ways: manually and mechanically. Manual treatment of the soil crust and loosening of the soil surface is a labor-intensive, low-productivity operation that must be performed under arduous conditions. The loosening of the soil crust and the soil surface must be carried out rapidly, within a period of 3–4 days. Existing methods for the mechanical breakup of soil crust involve direct contact between the tool (such as a harrow tine or rotary spike) and the soil; this generates shear stresses within the layer being broken up, resulting in damage to the crops. One such method is preliminary soil milling combined with sowing and the placement of a targeted irrigation hose within the ridge.

Ключевые слова: образование корки, фрезерование почвы, гребневое формирование, посев семян, укладка шланга для адресного полива.

Keywords: crust formation, soil milling, ridging, seed sowing, laying of targeted irrigation hose.

Введение

Одна из наиболее значимых и сложных агротехнических операций при выращивании сельскохозяйственных культур, включая хлопчатник, заключается в рыхлении верхнего слоя почвы и устранении образующейся корки.

Почвенная корка является серьезной проблемой в хлопководстве и борьба с ней должна проводиться в крайне сжатые сроки, с расчетом завершения ее в течение 1-2 дней.

Образование почвенной корки в орошаемых почвах Центральной Азии, прежде всего, связано недостаточной водоупорной прочностью агрегатов и обильными весенними осадками. Известно, что наиболее мощная и прочная корка образуется на глинистых и суглинистых почвах.

Почвенная корка, которая образуется до появления всходов хлопчатника, если ее не разрушить, вызывает изреженность посевов, уменьшение густоты стояния растений и урожая хлопка-сырца.

При холодной и влажной весне почвенная корка приводит к увеличению заболевания хлопчатника корневой гнилью. Гибель всходов хлопчатника под давлением почвенной корки в производственных условиях вызывает необходимость подсевов и пересевов на больших площадях.

В условиях орошаемого земледелия Центральной Азии борьба с почвенной коркой – важная часть агротехнических мероприятий. Как было указано выше, факторами, вызывающими образование почвенной корки, служат осадки, особенно ливневые и жара.

На рис. 1,2 и 3 показаны по [6] схемы и структура тяжелой по механическому, составу почвы до образования корки. После полива и обильных дождей, газовые включения в порах замещаются водой. При последующем интенсивном испарении воды (солнечная, жаркая погода) вода из пор переходит в атмосферу, а приток воздуха в освобождающиеся поры затруднен. В результате в порах понижается давление, т. е. создается разрушение. Атмосферное давление снимает освободившиеся от воды поры и грунт в нем уплотняется. Так возникает уплотненная и крепкая почвенная корка [1]. Почвы нашего региона характеризуются малым содержанием гумуса, соединений азота, фосфора, непрочной комковатой структурой и интенсивной минерализацией органического вещества. Они также обладают слабой водоупорной прочностью и низкой оструктуренностью.

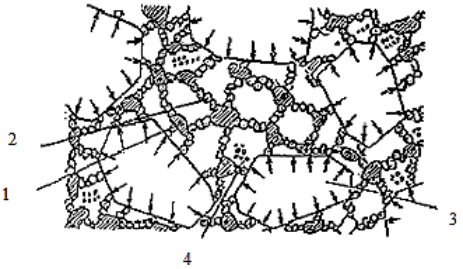


Рисунок 1– Структура почвы:
1 – глинистые частицы (состоят из очень мелких твердых частиц);
2– уплотненные коллоиды; 3– более крупные твердые частицы (зёрна песка);
4 – поры, занятые частично газом (воздух и др.), частично водой

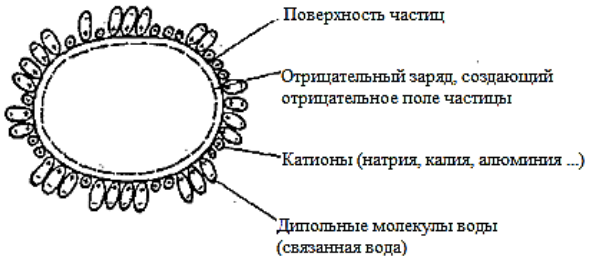


Рисунок 2 – Схема единичной частицы почвы

Эти почвы способствуют образованию на них после полива и выпадения осадков прочной почвенной корки. Мощность и прочность почвенной корки возрастают на почвах с тяжелым механическим составом, на тяжелосуглинистых, глинистых и серо-бурых почвах [2].

Засоление и солонцеватость также повышает склонность почв к образованию почвенной корки [3]. Например, на целинных и легкосуглинистых светлых сероземах мощность корки составляет 0,3-0,5 см., на светлых и типичных сероземах - 0,8-1,5 см, на слабо засоленных такырных почвах суглинистого и глинистого механического составов 2,5-4,5 см.

Эти почвы способствуют образованию на них после полива и выпадения осадков прочной почвенной корки. Мощность и прочность почвенной корки возрастают на почвах с тяжелым механическим составом, на тяжелосуглинистых, глинистых и серо-бурых почвах [2].

Засоление и солонцеватость также повышает склонность почв к образованию почвенной корки [3]. Например, на целинных и легкосуглинистых светлых сероземах мощность корки составляет 0,3-0,5 см., на светлых и типичных сероземах - 0,8-1,5 см, на слабо засоленных такырных почвах суглинистого и глинистого механического составов 2,5-4,5 см.



Рисунок 3 – Взаимное расположение нескольких твердых частиц

В литературе имеются сведения о снижении отрицательного действия почвенной корки на всходы хлопчатника в результате применения севооборотов, доброкачественных семян для посева и заделки их на оптимальную глубину, обогащения почвы органическими веществами, мульчирования рядков песком или навозом на тяжелых почвах [4, 6].

Несмотря на то, что в условиях Центральной Азии при возделывании хлопчатника много внимания уделялось изучению причин образования почвенной корки, предлагались меры по снижению вредного действия ее на всходы хлопчатника и борьбе с ней, на сегодняшний день нет ясных рекомендаций для производства, кроме применения механических способов, а тем более мероприятий, полностью исключающих вредное действие почвенной корки на растения.

Анализ литературы на данную тему показывает, что рыхление и разрушение почвенной корки производится, в основном, двумя способами: ручным и механизированным.

Ручная обработка почвенной корки и рыхление поверхности почвы является трудоемкой операцией с низкой производительностью и выполнять ее приходится в тяжелых условиях. Рыхление почвенной корки, а также поверхности почв должно проводиться быстрыми темпами в течение 3-4 дней. Однако, несмотря на привлечение большего количества людей и увеличение продолжительности их рабочего дня, не удается обработать поля, где образована корка, в сжатые сроки.

В работе А. Тухтакузиев и др. [5] рекомендован целый ряд способов борьбы с коркой; механический с использованием ротационной мотыги, бороны "зигзаг", французской бороны и др.; ручной с использованием подручных средств (деревянной доски с колышками, сухих веток, граблей или урака, отмочка корки путем пропуска воды и даже прогон по полю стада овец) в зависимости от толщины корки.

Механизированный способ обработки почвенной корки и рыхление поверхности производится боронованием с помощью зубчатых, сетчатых борон, катками и ротационной мотыгой [5].

Разрушение почвенной корки и рыхление поверхности указанными боронами проводится на полях, где еще не появились всходы. Причем боронование нужно проводить поперек рядков в один след. Каждое звено зубчатых борон состоит из нескольких прямых зубьев, имеющих в поперечном сечении четырехгранную форму. При установке ребра зуба ориентируются в продольно-вертикальной плоскости таким образом, что зуб бороны (по направлению движения) работал как двугранный клин.

Так же обработка почв в целях рыхления поверхности и разрушения корки производится универсальными сетчатыми боронами,

основным недостатком которых при разрушении почвенной корки является то, что нагрузка, приходящаяся на один зуб не велика, поэтому крепкая корка не разрушается. Кроме того, повреждаются всходы, извлекаются на поверхность семена и в итоге не обеспечивается качественная обработка. Сетчатые бороны тоже имеют аналогичные конструктивные и технологические недостатки, как и у зубчатых борон.

В последнее время, наряду с указанными приспособлениями для разрушения почвенной корки используются катки разного типа: гладкие, ребристые, кольчатые, кольчато-штифтовые. Катки разрушают слабые, и тонкие корки, но при этом вместо рыхления катки иногда уплотняют почву. В результате повреждаются растения.

Для разрушения корки применяют также навесную ротационную мотыгу МВХ-5.4.

Основной рабочий орган ротационной мотыги - вращающаяся игольчатая звездочка, свободно насаженная на ось вращения. В основном исследованы кинематика движения зуба ротационной звездочки, размеры и другие параметры.

Ротационная звездочка состоит из отдельных зубьев, расположенных на диске и имеющих определенную ширину захвата. Зубья выполнены в виде криволинейного клина с заданным радиусом кривизны. Вращаясь вокруг своего центра, звездочка (зуб) совершает одновременно поступательное движение в направлении рядков сева при заданной глубине хода зуба.

Движение ротационной звездочки можно рассматривать как движение плоской системы в вертикально-продольной плоскости.

Для определения степени крошения почвенной корки ротационными звездочками В.А. Сергиенко предложил новую методику с помощью ортогонального фотографирования поверхности поля до и после обработки с наложением на поверхность масштабной сетки.

Как показали опыты, степень разрушения почвенной корки должна быть в пределах 70-80%. Это исключает губительное действие почвенной корки на молодые проростки.

Зависимость степени крошения почвенной корки от глубины обработки при разной расстановке зубьев звездочки показывает, что с увеличением глубины обработки увеличивается степень крошения. Это приводит к увеличению повреждаемости растений.

Методы исследования. Анализы современных агротехнологии направлены на повышение эффективности сельскохозяйственного производства за счет сокращения количества механических операций, снижения затрат на обработку почвы и увеличения урожайности культур. Одним из прогрессивных методов является совмещение предпосевной фрезерной обработки почвы с посевом семян.

Этот метод позволяет одновременно подготавливать почву к посеву и проводить высевание, что значительно экономит ресурсы и время. Особенно актуален этот подход для регионов с коротким вегетационным периодом, где важно максимально использовать каждую возможность для своевременного посева.

Фрезерование почвы – это механическая обработка с использованием ротационной фрезы, которая измельчает, рыхлит и перемешивает почву, улучшая её структуру. Данный метод обработки обеспечивает:

- Глубокое разрыхление без оборота пласта.
- Уничтожение сорняков и растительных остатков.
- Повышение влагоудерживающей способности почвы.
- Улучшение аэрации и насыщение почвы кислородом.

При совмещении фрезерования с посевом сразу после разрыхления почвы в нее вносятся семена, что создает оптимальные условия для их быстрого прорастания.

Технологический процесс совмещенной обработки и посева.

Основные этапы:

1. Фрезерная обработка почвы

o Рабочие органы фрезы вращаются и разрыхляют почву.

o Разрушение плотной корки, улучшение структуры почвы.

o Измельчение и равномерное распределение растительных остатков.

2. Создание посевного ложа

o Выравнивание обработанного слоя.

o Формирование оптимальной плотности почвы для равномерного размещения семян.

o Сохранение влаги за счет равномерного распределения почвы.

3. Высев семян

o Сеялка размещает семена в подготовленный слой почвы.

o Глубина заделки семян регулируется автоматически в зависимости от типа культуры.

o Прикатывание обеспечивает хороший контакт семян с почвой.

Применяемое оборудование.

Для выполнения этой операции используются комбинированные агрегаты, включающие в себя:

- Фрезу (роторный культиватор) – измельчает и разрыхляет почву.
- Выравнивающий брус – распределяет почву после обработки.
- Посевной модуль (сеялка) – размещает семена в почве.
- Катки (прикаточные элементы) – обеспечивают уплотнение почвы вокруг семян.

Примеры агрегатов:

- Kuhn HRB 302 с сеялкой Venta – подходит для зерновых культур.
- Amazone KG 3000 Special с AD 3000 Super – используется в европейских фермерских хозяйствах.
- Lemken Zirkon 12 + Saphir 8 – сочетает фрезерование, посев и прикатывание.

Преимущества метода:

1. Агротехнические преимущества:

 Повышение качества посева – семена попадают в хорошо подготовленную почву с оптимальнойплотностью.

 Уменьшение испарения влаги – обработанная почва лучше удерживает влагу.

 Равномерность распределения семян – за счет точного высева.

 Снижение уплотнения почвы – минимизация количества проходов техники.

2. Экономические преимущества:

 Сокращение затрат на ГСМ – меньшее количество проходов трактора снижает расход топлива.

 Экономия времени – две операции выполняются одновременно.

 Снижение затрат на трудовые ресурсы – меньше механизаторов, обслуживающего персонала.

3. Экологические преимущества:

 Сохранение структуры почвы – меньшее количество механических воздействий снижаетэрозию.

 Меньшее количество пестицидов – уничтожение сорняков во время фрезерования

снижает потребность в гербицидах.

 Оптимальное использование влаги – сниженное испарение влаги улучшает условия для всходов.

5. Недостатки метода:

 Высокая стоимость оборудования – комбинированные агрегаты дороже традиционных сеялок.

 Повышенная энергоемкость – требуется мощный трактор (от 100 л.с. и выше).

 Ограниченная применимость – на очень тяжелых или каменистых почвах эффективность фрезерования снижается.

 Требовательность к настройке агрегатов – необходимо правильно подобрать глубину обработки и скорость движения.

6. Применение в различных агротехнологиях

Метод совмещенной обработки и посева используется в различных отраслях сельского хозяйства:

6.1. Зерновые культуры:

- Пшеница, ячмень, рожь – метод особенно эффективен на плотных почвах.
- Упрощает посев по стерне, позволяет сеять без дополнительной вспашки.

6.2. Овощеводство:

- Морковь, свекла, лук, чеснок – требовательны к рыхлой почве, фреза создает идеальные условия.
- Картофель – перед посадкой обеспечивает рыхлую структуру почвы.

6.3. Плодово-ягодные культуры:

- Клубника, малина, смородина – подготовка почвы перед посадкой с одновременным внесением семян сидератов.

6.4. Биологическое земледелие:

- Применяется для органического земледелия, так как уменьшает необходимость в химической обработке почвы.

7. Практические примеры внедрения:

- Германия (Бавария): фермеры используют фрезерные сеялки Amazone для посева пшеницы после кукурузы, минимизируя количество проходов техники.

• Франция (Нормандия): на тяжелых суглинистых почвах применяют Kuhn HRB, что позволило снизить затраты на обработку почвы на 30%.

• Россия (Краснодарский край): совмещение обработки и посева при выращивании овощей позволило увеличить урожайность моркови на 15%.

• Канада (Манитоба): при возделывании масличных культур метод помог снизить расход топлива на 25% за счет уменьшения количества проходов трактора.

Задачи исследования являются создании комбинированной сеялке, совмещающая одновременного фрезерования почвы с формированием гребне для точного и штучного посева семян хлопчатника, укладкой и заделкой шланга для адресного полива в гребне, которая сможет обеспечить необходимую одновременной мелко комковатую разделку почвы с формированием гребне заданной высоты и плотности, и точной заделки семян и шланга адресного полива на точной заданную глубины. Мелкокомковатая разделка почвы с одновременном посевом в формируемой гребне уменьшается толщину комкообразования.

Результаты исследования: Итак, после выбора силового воздействия необходимо теоретически спрогнозировать механизм разрушения почвенной корки и рыхления почв и выявить основные качественные и количественные закономерности этого процесса. С этой целью разработана конструкция сеялка предпосевной фрезеровании почвы совмещением точного ва штучного посева семян хлопчатника в формируемой гребне с укладкой шланга адресного полива в гребне. Инновационная технология дает возможности раннего посева семян и увеличивает урожайности, уменьшает расхода поливной воды, трудозатрат и горюче-смазочных материалов и подготовки агрофона поля к машинной уборки урожая хлопчатника.

На рис.4 изображен вид сбоку и сверху фрезы и корпуса формирователя-уплотнитель гребня с сошниками посева семян и трубой укладчика шланга.

На рис. 5 изображен вид по торцу трубка для укладки шланга и сбоку сошника.

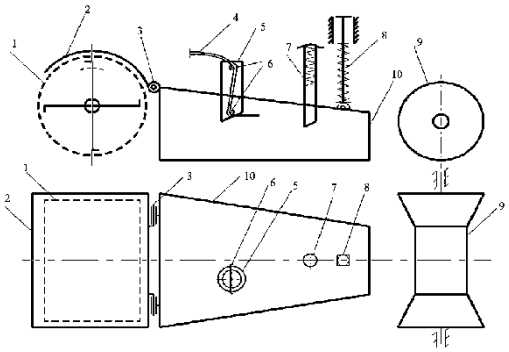


Рисунок 4 – Схема расположения фрезы, формирующего фартука и уплотнителя

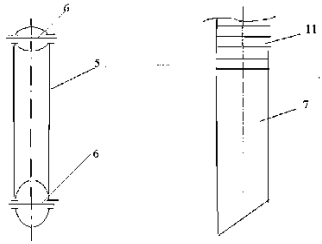


Рисунок 5 – Схема направителя шланга для укладке шланга и сошника

При вращении фрезы 1 с определенной скорости почвенный поток выбрасывается к фартуку формирователя 10. Для предотвращения обратной подачи к фрезы устанавливается кожух 2 с шарнирным соединением 3 фартуком 10. Шланг 4 от барабана подается к направитель 6 трубки 5 укладчика. Сошник 7 соединенный прямо к семяпроводу устанавливается ориентировочно по центру формирователя. Фартук 10 прижимается с помощью пружины 8. За фартуком 10 прикатывается уплотнитель 9, жестка закрепленная к раме. Укладчик 5 шланга закрепляется к фартуку со смещением от центра его.

Так как фартук 10 шарнирно 3 закреплен кожуху 2, он под действием ударов почвенного потока вибрируется и уплотняет образуемого гребня поверху и по бокам и тем самым дополнительно измельчает почву.

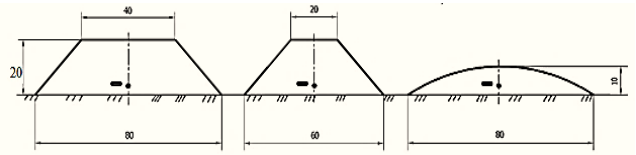


Рисунок 6 – Схемы формирования гребне при входе почвенного потока в фартук, после выхода из фартука и после уплотнения, и расположения шланга адресного полива и семена

Выводы и заключение: образование почвенной корки объясняют разрушением структуры поверхностного слоя пахотного горизонта в результате механического воздействия выпадающих дождей, действия поливных вод и быстрого высыхания поверхности почвы в условиях сухого и жаркого климата.

Образование почвенной корки в орошаемых почвах Центральной Азии также связано с недостаточной водоупорной прочностью почвенных агрегатов и обильными весенними осадками. Известно, что наиболее мощная и прочная корка образуется на глинистых и суглинистых почвах.

Почвенная корка, которая образуется до появления всходов хлопчатника, если ее не разрушить, вызывает изреженность посевов, уменьшение густоты стояния растений и урожая хлопка-сырца.

Совмещенная предпосевная фрезерная обработка и посев – это перспективный метод агротехники, позволяющий значительно повысить эффективность земледелия. Он сокращает затраты на обработку почвы, улучшает качество посева и создает благоприятные условия для роста растений.

Однако для его успешного применения требуется соответствующее оборудование и грамотный подход к настройке техники. Внедрение данной технологии особенно актуально для интенсивного земледелия, овощеводства и органического сельского хозяйства.

Комбинированная сеялка совмещающая фрезерования почвы с точным посевом семян и укладкой шланга для адресного полива под корпус формирователя содержащая вертикально эшелонированного бункера для семян, сошника в виде жесткого продолжения семяпровода, бабины для шланга адресного полива, и трубку для подачи ленты установленной к корпусу формирователя-уплотнителя, создает мелко комковатого слоя почвы с фрезерованием почвы гладкой поле одновременным формированием гребня

заданной высоты, укладки и точной заделки семян и шланга для адресного полива, и дополнительным уплотнением катками, имеет что корпус формирователя под действием почвенного потока вибрируется, и измельчает комки и уплотняет гребня сверху и сбоку, а степень уплотнения регулируется с помощью подпруженной тягой.

Комбинированная сеялка на корпусе фартука формирователя установлена трубка с направителями для укладке и заделке шланга для адресного полива с отклонением от центра гребня, а сошник к корпуса установлен по центру гребня.

Предлагаемая комбинированная сеялка также можно использовать как для подготовке гребня перед посевом, также для одновременного использования посевной агрегат.

Список использованной литературы

1. Тожиев Р.Ж. Механико-технологические решения бесконтактного воздействия на почву и растения с разработкой газодетонационных агрегатов для высокоэффективного возделывания хлопчатника. Дисс. док.техн. наук, Фергана-1993, 351 с.

2. СулаймоновО.Н., Аскаров Х.Х. Нетрадиционно-инновационные методы обработки почв. Актуальная наука Международный научный журнал. №9 (26) 2019.-С.34-378.

3. СулаймоновО.Н., Аскаров Х.Х., Йигиталиев Д.Т.Влияние детонационной обработки на свойства орошаемых луговых сазовых почв и урожайность хлопчатника Актуальная наука Международный научный журнал. № 9 (26) 2019, 78-90 стр.

УДК 633:11:631.531.04

ЗАВИСИТ ЛИ УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ АГРОМЕРОПРИЯТИЙ?

Турсунов Сотволди, профессор

Наманганский государственный технический университет, г. Наманган. Республика Узбекистан

Аннотация. В статье освещается влияние предшествующих культур на рост, развитие и урожайность озимой пшеницы, их роль в севообороте озимой пшеницы, сроки посева семян, нормы высева семян, обеспеченность культуры питательными веществами и все агротехнические мероприятия в период вегетации.

Abstract. The article examines the influence of precursor crops on the growth, development, and yield of winter wheat, their role in winter wheat crop rotation, seed sowing dates, seed sowing rates, the nutritional status of the crop, and all agrotechnical measures during the growing season.

Ключевые слова: сроки посева, норма высева, температура, влажность, почва, вегетационный период, зерно, урожайность.

Keywords: sowing dates, sowing rate, temperature, humidity, soil, growing season, grain, yield.

Введение

Актуальность темы. При посеве озимой пшеницы важно правильно осуществлять севооборот и чередование посевов. Потому что монокультура пшеницы абсолютно недопустима. При посеве озимой пшеницы на одном поле в течение десяти лет урожайность зерна составила 14,2 центнера с гектара, при регулярном посеве на одном поле в течение пяти лет - 17,1 центнера, при севообороте с хлопчатником - 51,2 центнера, а при севообороте хлопчатник-люцерна - 62,8 центнера. Следовательно, посев озимой пшеницы на полях, освобожденных от бобовых культур, таких как люцерна и соя, и освобожденных от хлопчатника, является фактором, обеспечивающим высокую урожайность зерна. Еще одна важная сторона этого мероприятия заключается в том, что озимая пшеница, высаженная на полях с массовым посевом, растет очень хорошо, развивается, не подвергается болезням и вредителям. Такие поля также редко заражаются сорняками, в результате чего снижаются затраты и увеличивается доход.

Основная часть

Степень изученности проблемы. Озимая пшеница требовательна к предшественникам. Опыты показывают, что выращивание зерновых колосовых культур, в том числе озимой пшеницы, два года подряд приводит к увеличению количества болезней, вредителей и сорняков, а также снижает урожайность.

Озимая пшеница очень требовательна к плодородию почвы и удобрениям. Он усваивает 3,7 кг азота, 1,3 кг фосфора и 2,3 кг калия для получения 1 центнера зерна и, соответственно, соломы, удобрения повышают урожайность озимой пшеницы на всех типах почв.

Одним из условий получения высокого урожая озимой пшеницы на орошаемых землях является внесение достаточного количества удобрений. Опыты показали, что на орошаемых землях удобрения повышают урожайность озимой пшеницы на 26-36 центнеров с гектара.

Если годовая норма минеральных удобрений установлена в размере 180 кг/га азотных, 90 кг/га фосфорных и 60 кг/га калийных удобрений, то эти удобрения следует вносить в почву следующим образом: 70% годовой нормы фосфорных и калийных удобрений вносится перед вспашкой почвы, а остальная часть - ранней весной в период подкормки озимой пшеницы. 20 кг азотных удобрений

необходимо внести в почву перед посевом с культивацией, 70 кг - ранней весной, 60 кг - в фазе трубкования пшеницы и 30 кг - в начале фазы колошения пшеницы.

Несмотря на то, что внесение части азотных удобрений нормой 30 кг/га в фазе колошения не повышает урожайность в большом количестве, но повышает содержание белка и клейковины в зерне, ряд исследователей Турсунов.С (2013, 2019), Бахрамов.С (2007), Хусанов.С (2015), Тожиев.М (2009) и Атабаева.Х (2018) провели опыты по влиянию агротехнических мероприятий при выращивании пшеницы.

Заключение

Цель и методология исследования. Самым актуальным, важным и ответственным мероприятием в агротехнике озимой пшеницы является проведение посева в оптимальные сроки. Как известно, озимая пшеница в нашей стране является жизненно важным фактором, насыщенным светом. В год на нашу страну падает в среднем 2,5-3 тысячи часов солнечного света. Поэтому в сельском хозяйстве есть возможность определить сроки посева, соответствующие биологическим особенностям озимой пшеницы. Биологические свойства озимой пшеницы не позволяют сеять ее ни слишком рано, ни слишком поздно. Осенняя пшеница, посеянная очень рано, под воздействием света и температуры (за исключением сортов Краснодар) уже осенью начинает колоситься, что приводит к резкому снижению роста, развития растений и урожайности зерна. Озимая пшеница, посеянная очень поздно, прорастает медленно, даже не может полностью прорасти, не успевает куститься. Уменьшается количество продуктивных стеблей. В результате урожайность зерна будет низкой. В результате многолетних научных исследований определены оптимальные сроки посева озимой пшеницы. На опытном поле, опираясь на практический опыт дехкан, 20 сентября, 10 и 30 октября была посеяна озимая пшеница. Итоговый результат был следующим: когда семена пшеницы сорта Крошка были посеяны 20 сентября, вскоре проросли и начали расти и развиваться. На каждом квадратном метре земли образовались 547 мощных стеблей и колосков, урожайность зерна составила 66 центнеров с гектара. Озимая пшеница, посеянная 10 октября, проросла на два дня позже, чем в первый срок, росла и развивалась медленнее. На одном квадратном метре данной территории образовалось 538 колосовых стеблей и с каждого гектара было собрано 68,7 центнера зерна. При посадке 30 октября всхожесть всходов сильно замедлилась, рассада стала более

редкой по сравнению с вышеуказанными вариантами. Не успев полностью вылупиться, перешел в период зимовки. На каждом квадратном метре этой площадки образовалось 365 продуктивных стеблей, урожайность составила 56 центнеров с гектара. Поздно посеянная, слаборазвитая пшеница с неплотными стеблями была заражена сорняками, и озимая пшеница не могла в достаточной степени использовать необходимые жизненные факторы: свет, температуру, влажность, питательные вещества и воздух. Длина колоса и количество зерен в одном колосе озимой пшеницы, посеянной в поздние сроки, также несколько ниже, чем у пшеницы, посеянной в оптимальные сроки. Согласно многолетним опытам, оптимальным сроком посева озимой пшеницы является период с 20 сентября по 10 октября.

Норма высева семян определяется в зависимости от срока и способа посева. Норма высева семян варьируется в зависимости от качества семян, плодородия почвы и водообеспеченности.

Исследованиями научно доказано, что расход семян озимой пшеницы на гектар является фактором, влияющим на урожайность зерна. Из проведенных экспериментов установлено, что при посеве озимой пшеницы с расходом 2 млн. всхожих семян на гектар можно получить 44,2 центнера зерна с гектара, при расходе 4 млн. всхожих семян на гектар - 62 центнера, а при посеве 6 млн. всхожих семян на гектар - 71 центнера.

Список использованной литературы

1. Атабаева Х. и др. "Растениеводство" Ташкент 2018

2. Бахрамов С. "Чиллакининг экиш муддати." AQXI. Андижан, 2007 год. С. 406.

3. Турсунов С., Туражонов С. "Урожайность сортов пшеницы в условиях орошаемых луговых почв Андижанской области." Узбекский сельскохозяйственный журнал. 2008 год ## 6. No

4. Хусанов С. и др. "Урожайность сортов озимой пшеницы." Журнал Агроилм. 2015 год

УДК 631.1.576

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ УРОЖАЙНОСТИ С ЕДИНИЦЫ ПЛОЩАДИ

Турсунов Сотволди, профессор

Наманганский государственный технический университет, г. Наманган, Республика Узбекистан

Аннотация. Целью статьи является изучение возможности получения высокого урожая озимой пшеницы и повторной кукурузы с одного поля в год. При этом

определено количество урожая, которое можно получить после сбора урожая озимой пшеницы путем посева и выращивания семян сорта кукурузы "Молдавский 257" в три различных срока.

Abstract. The purpose of the article is to study the possibility of obtaining high yields of winter wheat and secondary maize from one field per year. At the same time, the amount of harvest that can be obtained after harvesting winter wheat was determined by sowing and growing the seeds of the "Moldavian 257" corn variety in three different periods.

Ключевые слова: озимая пшеница, повторная культура, кукуруза, опытная система, сроки посева, урожайность, масса тысяч семян, количество листьев, высота стебля.

Keywords: winter wheat, repeated crop, corn, experimental system, sowing dates, yield, mass of thousands of seeds, number of leaves, stem height.

Всех нас радует, что с каждым годом увеличивается урожай зерна, который является результатом самоотверженного труда наших умелых дехкан, вносящих огромный вклад в процветание Узбекистана, обеспечивающих достаток каждой семье, всему народу, укрепляющих веру людей в завтрашний день. В Узбекистане зерновые культуры высеваются более чем на 1 млн га орошаемых земель. Уборка урожая зерновых начинается со второй половины мая и продолжается до конца июня. На освободившихся от них площадях выращивают кукурузу для зерна и силоса, масличный подсолнечник, сою, поздний картофель и овощи, с одного поля получают два урожая в год.

Бахромов С. в 2009 году писал, что в условиях достаточного количества воды на орошаемых площадях нашей солнечной страны есть возможность выращивать повторные культуры и получать богатый урожай. Однако, несмотря на то, что в нашей стране имеется достаточное количество тепла и света для повышения плодородия почвы, внутренние возможности пока не используются эффективно. В частности, жаркие и теплые температурные дни в нашей стране составляют 220-260 дней, безоблачные температурные дни - 5-6 месяцев, летний светлый день длится 15 часов, а солнечный свет достигает 2500-3000 часов в год. В настоящее время поле озимой пшеницы пустует с 20 июня по 1 ноября, жизнь земли проходит впустую. Здесь мы считаем уместным привести фразу К.А.Тимирязева: "Солнечный свет, который не используется вовремя, погибает навсегда." Следовательно, в настоящее время солнечный свет не используется в течение 130-140 дней.

Учитывая вышеизложенное, мы поставили перед собой цель посеять кукурузу на землях, освобожденных от озимой пшеницы, и изучить возможность получения двух урожаев с одного поля в год.

С целью изучения влияния сроков посева семян кукурузы на рост, развитие и урожайность кукурузы, посеянной на освободившихся землях после уборки урожая озимой пшеницы, нами был проведен эксперимент.

Эксперимент проводился по следующей системе:

Вариант 1 – семена высевали 20 июня.

Вариант 2 – семена высевали 30 июня.

Вариант 3 – семена высевали 10 июля.

Эксперимент состоял из трех вариантов и проводился в четыре повторения. Площадь, занимаемая одной комнатой, составляет 20х5.6=112 м^2. Кукурузу высевали по схеме 70х20-1.

Нормальный рост и развитие кукурузы. Для обеспечения качественного и богатого урожая необходимо своевременно и качественно выполнять уход за посевами, то есть обработку междурядий в период вегетации, полив, прополку, подкормку, борьбу с болезнями и вредителями, а также другие агротехнические мероприятия. Также большое значение для роста и развития кукурузы имеют биологические особенности гибрида, уровень обеспеченности питательными веществами и правильное определение сроков посева семян.

В нашем эксперименте мы трижды наблюдали за ростом стеблей кукурузы.

Как видно из данных таблицы ниже, сроки посева кукурузы оказывают большое влияние на рост и развитие кукурузы.

247,4 см 18,4 см. Первое наблюдение в эксперименте проводилось 18 июля. При этом в 1-м варианте опыта, посаженном 20 июня, высота стебля составила 41,6 см, а количество листьев - 5,9 штук. Во 2-м варианте опыта, посеянном 30 июня, высота стебля составила 37,4 см, а количество листьев - 5,6 штук. В 3-м варианте опыта, посаженном 10 июля, высота стебля составила 32,5 см, количество листьев 5,2 штук. 2-е наблюдение проводилось 3 августа. При этом в 1-м варианте опыта высота стебля и количество листьев кукурузы были выше, чем во 2-м и 3-м вариантах. Эта закономерность сохранилась и в последующих наблюдениях. В нашем последнем наблюдении в опыте в 1-м варианте, где семена кукурузы

были посеяны 20 июня, высота стебля кукурузы составила, а количество листьев - 17,2 штук. На 2-м варианте, где семена кукурузы были посеяны 30 июня, высота стебля составила 228,6 см. Листьев 16,8 штук. По сравнению со 2-вариантом в 1-варианте высота стебля кукурузы была выше, а количество листьев на 0,4 штук больше.

192,4 см 55 см. В 3-м варианте опыта высота стебля кукурузы составила 16 листьев. По сравнению с 3-вариантом в 1-варианте высота стебля кукурузы была выше, а листьев на 1,2 штук больше. Как видно из вышеприведенных данных, чем раньше были посеяны семена повторной кукурузы, тем лучше был рост стебля и больше было сформировано листьев.

Урожайность кукурузы зависит от множества взаимосвязанных факторов. При достаточном обеспечении растения основными жизненными факторами создается возможность для получения высокого урожая сорта или гибрида. Среди агротехнических мероприятий по возделыванию кукурузы важное значение имеют правильное определение места в севообороте, полив, подкормка и др. Особенно большое влияние на урожайность повторной кукурузы оказывают сроки посева. Для определения урожайности зерна кукурузы по вариантам проведенного нами опыта были собраны початки в каждом варианте. Мы высушили их, растерли и взвесили на весах.

В 1-м варианте опыта, где семена кукурузы были посеяны 20 июня, урожай составил 49,9 ц/га, во 2-м варианте, где семена кукурузы были посеяны 30 июня, 42,5 ц/га и в 3-м варианте, где семена кукурузы были посеяны 10 июля, 32,1 ц/га. Урожайность кукурузы в 1-м варианте была на 17,8 ц, а во 2-м варианте на 10,4 ц выше, чем в 3-м варианте. Из этого видно, что задержка сроков посева повторных семян кукурузы влияет на снижение урожайности.

Список использованной литературы

1. Атабаева Х.Н. Растениеводство. – Ташкент 2018

2. Орипов Р.О., Н.Х.Халилов. Растениеводство. – Ташкент: Национальное общество философов Узбекистана. 2007. – С. 112–218/ 363–367.

3. Турсунов С. Технология выращивания полевых культур. – Ташкент: Бустон тафаккура, 2013. – С. 137–139.

4. Турсунов С. Растениеводство Ташкент, 2019.

5. Турсунов С. Растениеводство и хлопководство. – Ургенч-2023, с. 197–207.

УДК 633.85.03.15.631.5

СОРТ, СРОКИ ПОСЕВА И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Турсунов Сотволди, профессор

Наманганский государственный технический университет, г. Наманган, Республика Узбекистан

Аннотация. В статье рассматривается влияние сроков посева семян на показатели роста, развития и продуктивности сортов озимой пшеницы Крошка и Половчанка. В эксперименте был проанализирован массовый выход на стадии развития обоих культурных сортов. Кроме того, перед уборкой была проанализирована структура урожайности высаживаемых сортов.

Annotation. The article examines the influence of seed sowing dates on the growth, development, and productivity of winter wheat varieties Kroshka and Polovchanka. In the experiment, we analyzed the mass yield at the developmental stage of both varieties. Furthermore, before the harvest, the yield structure of the planted varieties was analyzed.

Ключевые слова: Срок посева, семена, рост, развитие, завязь, продуктивность, колошение, цветение, созревание, сорт, элементы урожая, урожайность.

Keywords: Sowing time, seeds, growth, development, ovary, productivity, ear, flowering, ripening, varieties, crop elements, yield.

Озимая пшеница является одной из ценных зерновых культур, из зерна которой изготавливается мука, из которой готовятся хлеб, хлебобулочные изделия, макароны, вермишель и другие продукты питания. Изготовление хлеба из пшеничной муки считается одним из величайших открытий человечества. Благодаря усилиям руководителей нашей страны по окончательному установлению зерновой независимости в республике, вниманию ученых-зерноводов к сорту, его семеноводству, самоотверженному труду наших дехкан с каждым годом повышается урожайность зерна.

Увеличение производства зерна в нашей стране и повышение эффективности орошаемых площадей напрямую связано с посадкой сортов пшеницы, подходящих для конкретных почвенно-климатических условий, так как сорта озимой пшеницы не в полной мере проявляют свой внутренний потенциал урожайности в почвенно-климатических условиях, расположенных во всех регионах нашей страны.

Если один сорт в определенном регионе полностью проявляет скороспелость, урожайность, устойчивость к болезням, то в другом регионе это может быть наоборот, либо эти свойства могут не про-

являться полностью. Именно поэтому для широко внедряемых растений селекционеры рекомендуют определенный регион. Именно поэтому проводится картирование сортов растений, внедряемых на посевных площадях.

В последние годы в Узбекистане проводится множество научно-исследовательских работ по выращиванию озимой пшеницы. На практике в этой области достигнуты значительные успехи. На орошаемых землях недостаточно изучены высокоурожайные и качественные сорта озимой пшеницы, соответствующие нашим почвенно-климатическим условиям.

Пшеница считается одной из самых распространенных основных зерновых культур. Более половины народов мира используют пшеничный хлеб в качестве пищи. В пшеничном хлебе много белка и крахмала. Пшеничный хлеб высоко ценится за свой вкус, питательность и усвояемость. В составе зерна пшеницы в зависимости от сорта и условий посева содержится от 11,0% до 18-19% белка. Переваримость белка из пшеничного хлеба составляет 95%. Кроме того, из зерна пшеницы изготавливают крупу, а ее муку используют в макаронной и кондитерской промышленности. Солома и солома пшеницы используются в качестве корма для скота, а отходы, образующиеся при обмолоте, считаются высококачественными кормами. В технике из зерна пшеницы получают спирт, крахмал, клейковину, декстрин, клей и различные другие продукты. Качество зерна пшеницы, то есть содержание в нем белка, клейковины, изменяется в зависимости от почвенно-климатических условий региона, где выращивается пшеница.

Выявление сортов озимой пшеницы, соответствующих условиям орошаемых земель, обладающих высокой продуктивностью и качественными показателями зерна, устойчивых к неблагоприятным природным факторам, и совершенная разработка технологий их выращивания имеет важное значение. Важную роль в повышении урожайности пшеницы и качества зерна играет отбор сортов интенсивного типа, обладающих высоким урожайным потенциалом. Это, в свою очередь, требует разработки технологий выращивания посевных сортов (Халилов 2002, Эрназаров 2006, Турсунов 2013, 2019).

220 мм Для изучения влияния сроков посева на урожайность различных сортов озимой пшеницы проводились полевые опыты в

следующих вариантах. Научно-исследовательские работы проводились в условиях луговых почв Чартакского района Наманганской области. Почва опытного поля представляет собой предварительно орошаемые луговые почвы, слабозасоленные. Климат этого региона резко континентальный, самая высокая температура в июле до +43°С, минимальная температура в январе до -12°С. Основная часть осадков приходится на зимние и весенние месяцы. Годовое количество осадков составляет в среднем 200.

Для изучения влияния сроков посева на урожайность пшеницы были проведены полевые опыты по следующей схеме. Семена озимой пшеницы сортов Крошка и Половчанка высевали 20 сентября, 10 октября и 30 октября.

Полевой опыт проводился в 4 повторениях. Площадь, занимаемая каждым вариантом в эксперименте, составляет 108 м2 (3,6 м х 30 м), из которых расчетная площадка составляет 54 м2 (1,8 м х 30 м).

Проведены наблюдения за всеми стадиями развития сортов озимой пшеницы, посеянных на опытном поле, в период от всхожести до созревания.

Достижение требуемой густоты стояния озимой пшеницы является одним из основных факторов получения высокого урожая. Учет густоты стояния саженцев проводился в течение всего вегетационного периода в 3 срока. Первый период до зимовки, т.е. в период полного прорастания, второй период ранней весной, когда растение выходит из зимовки, в стадии полного кущения, а третий период до уборки пшеницы, т.е. в период полного созревания.

Урожайность сельскохозяйственных культур определяется количеством растений на единице площади и продуктивностью каждого растения. Продуктивность каждого растения и урожайность поля зависят от правильного определения количества саженцев и способа посадки. Основными факторами, определяющими урожайность зерновых, являются урожайность и густота стояния растений. Поэтому при оценке качества культур большое значение имеет определение густоты растительности или количества растений, приходящихся на единицу площади. Плотность растений впервые определяется на стадии прорастания проростков, до кущения. Тогда можно будет определить, насколько полностью проросли всходы, т. е. какой процент проросших растений по сравнению с семенами, пригодными для посева. Безупречный выход всходов, в свою

очередь, говорит о правильности и агротехнической подготовке почвы, соблюдении сроков и норм посева, а также о влиянии почвенных и метеорологических условий.

Полноценность всходов массовых зерновых культур определяется путем выделения из производственных или опытных культур 4 расчетных площадок размером 1 $м^2$ каждая. В каждом варианте опыта берут по два таких участка. При больших площадях и неравномерном рельефе поля количество вычислительных площадок увеличивается. Вычислительные площадки выделяют из равных промежутков по диагонали поля.

Подсчитав количество трав на вычислительных площадках, находят среднее количество по отношению ко всем площадкам и определяют, сколько трав вышло без ошибок.

Из полученных экспериментальных данных видно, что устойчивость сортов озимой пшеницы, посеянных в опытах, к неблагоприятным зимним условиям практически одинакова. В вариантах с посевом семян озимой пшеницы 20 сентября и 10 октября количество растений на 1 $м^2$ было значительно выше, чем в варианте с посевом семян пшеницы 30 октября.

Из экспериментальных данных видно, что количество продуктивных стеблей, образовавшихся на площади 1 $м^2$ перед сбором урожая, составило 524 штук в варианте с посевом семян сорта Половчанка 20 сентября, 512 штук в варианте с посевом 10 октября и 380 штук в варианте с посевом 30 октября.

После посева семян зерновых культур в почву растение прорастает, растет, развивается и проходит определенные периоды развития в индивидуальном развитии до образования новых семян, то есть периоды полных морфологических изменений и образования новых органов. Озимая пшеница на протяжении всего вегетационного периода проходит фазы прорастания, кущения, трубкования, колошения и созревания.

При посеве озимой пшеницы в оптимальные сроки рост и развитие растений будут в необходимой норме. В подтверждение вышеизложенного, в первый срок опыта сроки прорастания семян были короткими, а их развитие было выше по сравнению с другими сроками посева.

В опытах учитывались все стадии развития сортов озимой пшеницы от всхожести до созревания.

Как видно из данных таблицы ниже, в вариантах, где семена сорта Крошка были посеяны 20 сентября и 10 октября, пшеница проросла через 6 дней, а в варианте, где семена пшеницы были посеяны 30 октября, проросла через 12 дней. Причиной этого является понижение температуры воздуха и почвы. Также фазы кущения, трубкования, колошения и цветения пшеницы были практически одинаковыми в вариантах, где семена пшеницы были посеяны 20 сентября и 10 октября. В варианте с сроком посева 30 октября эти стадии задерживались на 6-7 дней. В вариантах опыта, где семена пшеницы были посеяны 30 октября, из-за низких вышеперечисленных показателей всхожесть пшеницы была длительной, кущение продолжалось и весной, растение развивалось медленно, созревание зерна совпало с жаркими днями лета. Отсрочка сроков посева до 30 октября задержала полное вступление пшеницы в стадию созревания на 8 дней. Влияние сроков посева на показатели продуктивности сортов озимой пшеницы биологический урожай массовых зерновых культур определялся в преддверии уборки урожая. Основными показателями биологического урожая являются количество растений на единице площади, их продуктивное кущение, количество зерен в колосе и масса 1000 штук.

Влияние сроков посева на массовый выход сортов озимой пшеницы на стадии развития.

Этапы развития	Сроки посева		
	20.09	10.10.	30.10
Крошка			
Прорастание	26.09	16.10.	12.11.
Скопление	18.10.	4.11.	30.11.
Обмотка трубки	21.03.	23.03.	29.03.
Колошение	18.04.	18.04.	25.04.
Цветение	24.04.	24.04.	01.05.
Созревание	10.06.	10.06.	18.06.

103,7 см Из экспериментальных данных видно, что количество продуктивных стеблей, образовавшихся на площади 1м2 перед сбором урожая, составило 524 штук в варианте с посевом семян сорта Половчанка 20 сентября, 512 штук в варианте с посевом 10 октября и 380 штук в варианте с посевом 30 октября. Высота стебля составила 99,2 см и 85,8 см соответственно. Длина колоса в 1-м варианте составила 9,3 см, во 2-м варианте - 9,0 см и в 3-м варианте

- 7,5 см. Количество зерна, полученного в одном колосе, в 1-м варианте составило 42,1 штук. Во 2-м варианте этот показатель составил 38,9 штук, а в 3-м варианте - 31,9 штук. Вес 1000 зерен в 1-м варианте составил 41,4 г, во 2-м варианте - 41,8 г, в 3-м варианте - 36,3 г. Такая же закономерность наблюдалась и у озимой пшеницы сорта Крошка – 2,8 см. Как видно из вышеприведенных данных, перед уборкой урожая наблюдалось превосходство сорта Крошка над сортом Половчанка по количеству продуктивных стеблей на 1 $м^2$ площади. По высоте стебля сорт Половчанка оказался выше сорта Крошка. Кроме того, по таким показателям, как длина колоса, количество образовавшихся зерен в одном колосе и масса тысячи зерен, сорт Крошка оказался выше сорта Половчанка.

Главной задачей полевых опытов, проводимых в сельском хозяйстве, является научное обоснование влияния изучаемого мероприятия или фактора на урожайность растений. Поскольку урожайность является главным критерием сельскохозяйственного производства, истинная цель выращивания культур направлена на повышение урожайности, получаемой с единицы площади.

Определена урожайность пшеницы по вариантам опыта. При посеве сорта "Крошка" 20 сентября урожай составил 64,4 ц с гектара. В варианте, где семена пшеницы были посеяны 10 октября, урожай составил 66,6 ц с гектара. В варианте, где семена пшеницы были посеяны 30 октября, урожай составил 55,8 ц с гектара. В опыте самый высокий урожай был получен в варианте, где семена пшеницы были посеяны 10 октября. Задержка сроков посева семян озимой пшеницы до 30 октября снизила урожайность на 8,6 ц/га. Закономерность урожайности, полученная из вариантов опыта с посевом сорта Половчанка, также была схожа с сортом Крошка. В условиях Чартакского района рекомендуем сеять семена озимой пшеницы сортов "Крошка" и "Половчанка" с 20 сентября по 10 октября. По нашему мнению, в условиях Чартакского района оба сорта озимой пшеницы хорошо растут, развиваются и дают высокий урожай. Поэтому предлагаем усовершенствовать технологии их ухода.

Список использованной литературы:

1. Халилов Н., Кобилов А. "От чего зависит урожайность озимой пшеницы?." Узбекский сельскохозяйственный журнал. 2002 год. - С. 27-27. No.

2. Эрназаров И. "Сорт не любит риска." Узбекский сельскохозяйственный журнал. 2006 год - ## 12. No 11 стр.

3. Турсунов С. Технология выращивания полевых культур. Ташкент 2013. С. 77-80.

4. Турсунов С. Растениеводство. Ташкент, 2019. С. 100-107.

УДК 633.32+631.531.027

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ТОПИНАМБУРА СОРТА СКОРОСПЕЛКА

С.А. Кшникаткин, д-р с.-х. наук, профессор,
Д.А. Суменкова, магистр,
Ю.Д. Курмашев, А.В. Беликов, студенты
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Российская Федерация
kshnikatkin@yandex.ru

Аннотация: В статье представлены результаты исследований применения регуляторов роста в технологии возделывания топинамбура сорта скороспелка.

Abstract: The article presents the results of research on the use of growth regulators in the cultivation technology of the 'Skorospelka' Jerusalem artichoke variety.

Ключевые слова: регулятор роста, топинамбур, возделывание, сорт скороспелка.

Keywords: growth regulator, Jerusalem artichoke, cultivation, early-maturing variety.

Актуальность

Для получения максимальной урожайности, обеспечения качества полученного урожая, а также снижения затрат на производство продукции, в настоящее время исследователей привлекают различные методы стимуляции роста и развития растений без которых невозможно представить современное выращивание сельскохозяйственных культур. Применение регуляторов роста являются одним из эффективных факторов формирования высокопродуктивных посевов полевых культур и к одним из самых востребованных относят препараты Эпин-Экстра и Агат-25 Супер.

Целью исследований являлось изучение влияния препаратов на развитие и обеспечение стабильного и качественного урожая топинамбура сорта Скороспелка под влиянием обработки клубней, некорневой обработки и комплексной обработки клубней с двукратной фолиарной обработкой растений регуляторами роста Эпин-Экстра, Агат-25 Супер. Высота растений варьировала от 165-187,6 см, наибольшая масса надземной части составила 911,5 г, клубней 1237,1 г, средняя урожайность – 22,58 т/га. Сорт Скороспелка хорошо приспособлен для выращивания. Эффективными и экологически безопасными приемами повышения урожайности и улучшения качества топинамбура является обработка клубней перед посадкой с последующей двукратной некорневой подкормкой расте-

ний регуляторами роста увеличение урожайности наблюдается в среднем на 5,16 т/га, преобладание доли крупных клубней на 43,78 %.

Результаты исследований

Условия увлажнения в период вегетации оказывает существенное влияние на урожайность клубней топинамбура, но изучаемый сорт отзывчив к применению регуляторов роста Эпин-Экстра и Агат-25 Супер. Масса надземной части растений достигала 911,5 г и при комплексной обработке клубней и растений регуляторами роста Эпин-Экстра и Агат-25 Супер, высота их составила 187,6 см.

От обработки клубней перед посадкой препаратом Эпин-Экстра и Агат-25 Супер отмечено увеличение массы клубня на 25,4%, при этом средняя масса одного клубня достигала 57,3 г.

Наибольшее число клубней, 21,9 шт., образовалось при обработке посадочного материала и двукратной некорневой обработкой растений препаратом Эпин-Экстра и Агат-25 Супер. Здесь же отмечена максимальная продуктивность каждого растения 1237,1 г.

Проведенный множественный регрессионный анализ показал, что масса клубней с одного растения находится в прочной зависимости от массы одного клубня (1) и их количества.

Статистическая модель массы одного клубня (средняя) представлена на рисунке 1:

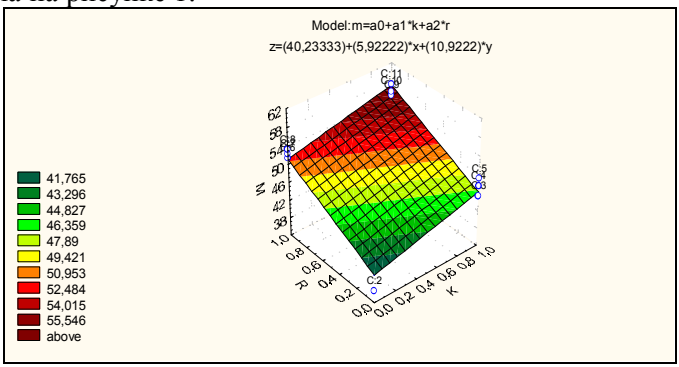


Рисунок 1 – Поверхность отклика модели массы одного клубня, г.

Модель статистическая массы одного клубня (средняя), г:

$$Mm = 38.169 + 4.546 \cdot K + 9.546 \cdot R + 2.446 \cdot E + 3.746 \cdot A, \quad (1)$$

где Е – обработка регулятором роста Эпин-Экстра;

А – обработка регулятором роста Агат-25 Супер.

Величина погрешности не превышает 1,5 г. Коэффициент корреляции Пирсона при этом составляет R=0,988661, что говорит о

хорошей сопоставимости тенденций реального процесса и модели. Величина F-тест=0,973454 свидетельствует об адекватности математической модели с доверительной вероятностью 97,3%. Поэтому указанная модель имеет основания для использования.

Использование стимуляторов роста оказалось эффективным приемом повышения урожайности клубней топинамбура. Так, по годам исследований сбор клубней находился на уровне 18,1 т/га … 27,7 т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность клубней топинамбура сорта Скороспелка, 2020-2022гг. (т/га)

Способ обработки препаратами		Урожайность				Прибавка т/га
		2020 г	2021 г	2022 г.	среднее	
Обработка клубней	Контроль	20,30	18,10	22,40	20,27	-
	Эпин-Экстра	20,80	19,60	22,80	21,07	0,80
	Агат-25 Супер	21,10	20,10	23,40	21,53	1,27
	Эпин-Экстра+ Агат-25 Супер	21,70	20,80	23,70	22,07	1,80
Двукратная обработка растений	Контроль	20,50	18,40	22,50	20,47	-
	Эпин-Экстра	22,40	21,40	24,10	22,63	2,17
	Агат-25 Супер	22,80	22,30	24,80	23,30	2,83
	Эпин-Экстра+ Агат-25 Супер	23,40	22,60	25,50	23,83	3,37
Обработка клубней + двукратная обработка растений	Контроль	20,10	18,00	22,10	20,07	-
	Эпин-Экстра	23,90	23,40	26,30	24,53	4,47
	Агат-25 Супер	24,50	24,00	26,90	25,13	5,07
	Эпин-Экстра+ Агат-25 Супер	25,60	24,70	27,70	26,00	5,93
	22,26	**21,12**	**24,35**	**22,58**	**3,08**	
Среднее по сорту		**2,99**	**4,97**	**3,26**		

Заключение

Топинамбур сорта Скороспелка хорошо приспособлен для выращивания в условиях Среднего Поволжья для клубневого направления. При его возделывании в условиях Пензенской области урожайность клубней составила 22,58 т/га. Эффективным и экологически безопасным приемом повышения урожайности и улучшения качества топинамбура является обработка клубней перед посадкой с последующей двукратной некорневой обработкой растений регуляторами роста. При этом урожайность клубней увеличивается в

среднем на 5,16 т/га, в фракционном составе доля крупных клубней преобладает и достигает 43,78 %.

Список использованной литературы

1. Кшникаткина А.Н., Аленин П.Г., Кшникаткин С.А., Воронова И.А., Увеличение биоразнообразия – важнейший фактор устойчивого развития растениеводства в лесостепи Среднего Поволжья. Нива Поволжья, 2016, № 4 (41), с. 36-42.

2. Зеленков В.Н., Кочнев Н.К., Шелкова Т.В. Топинамбур (земляная груша) – перспективная культура многоцелевого назначения. Новосибирск, 1993, с. 32.

3. Усанова З.И., Павлов М.Н. Фотопериодическая реакция разных по скороспелости сортов топинамбура. Агропродовольственный сектор экономики страны в условиях глобализации и интеграции: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. 7-9 июня 2016 г. Тверь: ЦНиОТ, 2016, с. 7–12.

4. Агротехнологические основы технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А. Н. Арефьев, С. В. Богомазов, В. А. Гущина [и др.] ; Пензенский государственный аграрный университет; Под общей редакцией: С.В. Богомазова, А.А. Галиуллина. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2018. – 267 с.

5. Гущина, В. А. Оценка состояния лекарственного растениеводства в Пензенской области / В. А. Гущина, Н. В. Фаюстова // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. Том I. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 22-25.

УДК 631.171:004.8

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РОБОТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ВНЕСЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА И БЕЛАРУСИ

А.Р. Расулжонов[1], д-р техн. наук, с.н.с., руководитель проекта,
С.Г. Суюнов[2], канд. техн. наук, старший преподаватель
[1]Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, п. Гульбахор, Республика Узбекистан,
[2]Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. Оценена актуальность и перспективы применения роботизированных систем для внесения гербицидов в посевах зерновых культур в условиях Узбекистана и Беларуси и определены основные направления дальнейших исследований.

Abstract. The relevance and prospects of using robotic systems for herbicide application in cereal crops under the conditions of Uzbekistan and Belarus have been evaluated, and the main directions for further research have been identified.

Ключевые слова: роботизация, внесение гербицидов, посев.

Keywords: robotization, herbicide application, sowing.

Актуальность

Контроль сорной растительности является необходимой агротехнологической операцией при возделывании зерновых культур. При химическом способе защиты эффективность обработки определяется своевременностью внесения гербицидов, соблюдением нормы расхода рабочей жидкости и устойчивостью технологического процесса. Традиционные тракторные опрыскиватели обеспечивают высокую производительность, однако их применение связано с участием механизатора в потенциально опасной зоне, значительной массой энергетического средства и ограниченными возможностями автономного выполнения операции.

Для Узбекистана повышение эффективности таких процессов особенно актуально вследствие масштабов зернового производства. По данным Национального комитета Республики Узбекистан по статистике, в 2025 г. производство зерновых и зернобобовых культур превысило 10,1 млн т [1]. Под урожай 2025 г. зерновые возделывались на площади более 1 млн га почти в 38 тыс. фермерских хозяйств и 147 зерновых кластерах в 156 сельскохозяйственных районах [2]. Поэтому технические решения, позволяющие автоматизировать внесение средств защиты растений и снизить зависимость от оператора, представляют научный и практический интерес.

В Беларуси накоплен научно-технический задел в области сельскохозяйственной робототехники: разработан экспериментальный образец мобильной роботизированной платформы для автономного внесения пестицидов и исследованы элементы ее системы управления [3]. Современные работы по пшенице подтверждают возможность интеграции машинного зрения, глубокого обучения и управляемых форсунок для целевого опрыскивания [4, 5]. Вместе с тем эффективность роботизированной системы определяется также параметрами ходовой части, привода, навигации и исполнительных механизмов.

Цель работы – оценить актуальность и перспективы применения роботизированных систем для внесения гербицидов в посевах зерновых культур в условиях Узбекистана и Беларуси и определить основные направления дальнейших исследований.

Результаты исследований

Анализ научных источников показывает, что наземную роботизированную транспортную систему целесообразно рассматривать

как единый технический комплекс, включающий мобильную платформу, силовую установку, навигационные средства, бортовую электронику, программное обеспечение и технологическое оборудование. Для работы в зерновых культурах ключевыми являются устойчивое движение по заданной траектории, соответствие колеи и габаритов агротехнологическим условиям, достаточные тяговые свойства и запас энергии для выполнения операции опрыскивания.

Применение машинного зрения расширяет функциональность такой платформы. В исследовании [4] для пшеницы в фазе кущения камера, алгоритм глубокого обучения и исполнительные элементы опрыскивания были объединены в единую цепь управления. В полевых испытаниях другой системы при скорости 0,2 м/с показатель обнаружения сорных растений составил 91,2 %, а показатель опрыскивания – 96,1 % [5]. Эти данные относятся к конкретным условиям опытов, но подтверждают техническую реализуемость селективного подхода.

Для проектирования роботизированной платформы необходимо обосновать ее габариты, ширину технологической колеи, массу, колесную схему, грузоподъемность и рабочую скорость. Эти параметры взаимосвязаны с устойчивостью движения, тяговым усилием, мощностью привода и точностью навигации, поэтому их выбор должен основываться на совместном анализе агротехнических и энергетических требований.

Для электрического привода требуемые мощность двигателей и емкость аккумуляторной батареи должны определяться с учетом сопротивления движению, массы платформы, рабочей скорости и продолжительности операции. Расчетные значения целесообразно проверять измерениями тягового усилия, скорости, мощности и энергии на лабораторно-экспериментальной платформе.

Система управления должна согласовывать работу навигации, приводов движения, датчиков и опрыскивающего оборудования. При использовании машинного зрения необходимо также учитывать время обработки данных и задержку срабатывания исполнительных механизмов [4, 5]. Это требует построения единой модульной аппаратно-программной архитектуры.

Для Узбекистана и Беларуси одинаковые параметры платформы без экспериментальной проверки принимать нецелесообразно, поскольку почвенные условия, технология посева, состояние поверхности и метеорологические факторы различаются. Рациональ-

ная последовательность исследований включает анализ агротехнических требований, разработку концепции НРТС, теоретическое обоснование конструктивных и тягово-энергетических параметров, формирование архитектуры управления, лабораторную проверку и ограниченные полевые испытания.

Экспериментальная платформа на данном этапе должна рассматриваться как средство верификации расчетных зависимостей и технических решений, а основным результатом исследований – научно обоснованные диапазоны параметров и технические требования для последующей разработки прикладных образцов.

Заключение

Роботизация внесения гербицидов в посевах зерновых культур является перспективным направлением развития технического обеспечения растениеводства. Для Узбекистана ее актуальность связана с масштабами зернового производства и необходимостью повышения безопасности операций, а для Беларуси – с имеющимся опытом создания автономных платформ для внесения пестицидов.

Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на разработке концепции НРТС, обосновании конструктивных и режимных параметров, тягово-сцепных характеристик и силовой установки, построении архитектуры управления и экспериментальной проверке принятых решений. Итогом должны стать научно обоснованные параметры и технические требования, пригодные для последующего создания опытных образцов.

Список использованной литературы

1. Национальный комитет Республики Узбекистан по статистике. В 2025 году объем производства зерновых культур превысил 10,1 млн тонн. Ташкент, 2026.

2. Инспекция по контролю за агропромышленным комплексом Республики Узбекистан. Официальные данные о возделывании и уборке зерновых культур под урожай 2025 года. Ташкент, 2025.

3. Goldyban V.V. et al. Robotic Platform for Autonomous Application of Pesticide // V International Conference on Agriculture Digitalization and Organic Production (ADOP 2025). 2025. Vol. 3, No. 1.

4. Wang H., Chen Y., Zhang S., Guo P., Chen Y., Hu G., Ma Y. Deep learning-based target spraying control of weeds in wheat fields at tillering stage // Frontiers in Plant Science. 2025. Vol. 16. Art. 1540722. DOI: 10.3389/fpls.2025.1540722.

5. Li B., Guo P., Chen Y., Chen J. et al. Design and trial of precision spraying system for weeds in winter wheat field at tillering stage // Smart Agricultural Technology. 2025. Vol. 12. Art. 101159. DOI: 10.1016/j.atech.2025.101159.

Секция 4 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»

УДК 361.363

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕШЕНИЮ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБЫХ КОРМОВ, СТИМУЛИРУЮЩИХ ПОЕДАНИЕ КРУПНЫМ РОГАТЫМ СКОТОМ

А.Р. Горгодзе[1], руководитель направления внешней кооперации,
М.А. Керимов[2], д-р техн. наук, профессор,
профессор кафедры «Технические системы в агробизнесе»
[1]АО «Петербургский тракторный завод»,
[2]ФГБУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В статье передставлены предложение по техническому решению приготовления грубых кормов, стимулирующих поедание крупным рогатым скотом.

Abstract. The article presents a proposal for a technical solution for preparing roughage that stimulates consumption by cattle.

Ключевые слова: корма, техническое решение, барабан, ножи.

Keywords: feed, technical solution, drum, blades.

Актуальность

Наиболее энергоемкими составляющими при выращивании КРС, в том числе, ведении молочного животноводства, является приготовление кормов к скармливанию, предусматривающими измельчение. Измельчение, в том числе грубых кормов, важное из условий для оптимального усвоения животными питательных веществ, определяемое зоотехническими требованиями, основанными на физиологических особенностях КРС. Зоотехнические требования нормируют, как степень измельчения кормов, так и наличие нежелательных примесей. Независимо от вида корма и его назначения он должен содержать максимальное количество питательных веществ, доступных для переваривания и усвоения животными; отличаться высокими вкусовыми качествами и хорошей поедаемостью [1]. Достижение этих требований создаёт оптимальные условия протекания биологических и химических процессов в

пищеварительном тракте животных, что способствует лучшей усвояемости кормов.

Из открытых данных следует, что уровень потребления сухого вещества рациона закономерно связан со скоростью поедания корма. При кормлении КРС грубыми кормами скорость поедания корма максимальна при размере частиц 5–8 см. При этом животное минимально сортирует корм и показатели потребления питательных веществ рациона ближе к запланированным, что становится основополагающим для достижения лучших показателей затрат кормов на единицу молочной продукции. [2]

Приготовление грубых кормов, в том числе из тюков и рулонов, в животноводстве осуществляется механизировано с помощью измельчителей кормов. Рабочий процесс таких машин, состоит из ряда технологических операций, что соответствует их названиям: измельчитель-смеситель, измельчитель-раздатчик и т. д.

Наше предложение основано на опциональной доработке раздатчика-выдувателя соломы РВС-1500 [3,4].

Раздатчик-выдуватель соломы РВС-1500 предназначен для измельчения рулонов и тюков сена и соломы, с подачей измельченной массы: на кормовой стол при беспривязном содержании скота; в бурт для дальнейшего использования в миксерах или кормораздатчиках; на подстилку при беспривязном содержании скота. В базовой комплектации степень измельчения: 50-150 мм, количество загружаемых рулонов: 2шт. [3].

Отличительной особенностью конструкции раздатчика-выдувателя соломы РВС-1500 является измельчающий фрезерный барабан, снабжённый специальным брусом с ножами, положение которого с помощью гидроцилиндров регулирует размер резки [4].

Так как наиболее оптимальными для средних и крупных хозяйств являются измельчители-раздатчики, загружающие два и более тюка соломы (сена, сенажа) с последующим их измельчением и подачей для подстилки или корма с измельчением в пределах 50-80 мм, что обеспечит наибольшую продуктивность молочного поголовья КРС [2], решением задачи по степени предлагается изменение конструкции измельчающего барабана с изменением количества ножей, а также схемы их установки.

В нашем предложении по оптимизации размера доминирующей фракции при измельчении на РВС-1500 изменена конструкция рабочего органа (фрезерного барабана).

Изменения заключаются в следующем:

- уменьшено расстояние между режущими ножами: было – 120 мм чередовались с 40 мм (рисунок 1), стало 70 мм по всей ширине (рисунок 2), что позволяет иметь более мелкую фракцию:

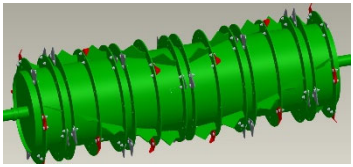


Рисунок 1 - Базовый барабан

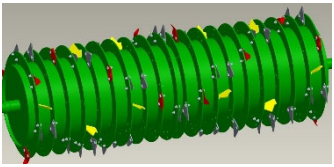


Рисунок 2 - Новый барабан

- предусмотрена возможность установки большего количества дополнительных ножей (рисунок 3). В зависимости от измельчаемого материала, требований к конечному продукту и требуемой производительности вместо ножей могут устанавливаться зацепы или их комбинация (рисунок 4).

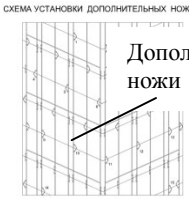


Рисунок 3 – Схема установки ножей

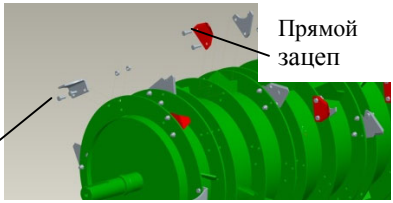


Рисунок 4 – Типы ножей и захватов

Результаты исследований

По итогам проработки были проведены опыты по исследованию скорости и кондиций измельчения тюков и рулонов соломы, и сена в зависимости от изменений режущего аппарата измельчающего (фрезерного) барабана.

Первоначально была зафиксирована средняя производительность измельчения и разбрасывания прямоугольных тюков соломы весом 200-250 кг за 2,5 – 3,0 мин. При непрерывном процессе загрузки с помощью навесного погрузчика производительность за час достигает до 3,5 тонн. Длина резки сильно варьируется в зависимости от исходного материала, влажности и температуры окружающего воздуха.

Дополнительная установка на измельчающий барабан 18 ножей изогнутой формы (рисунок 5 и рисунок 6) прибавила производи-

тельность, однако на размер измельчения и на соотношения фракций измельчения значительно не повлияла.



Рисунок 5 – Установка ножей



Рисунок 6 – Установка ножей

Последующая замена на ножи прямой формы уменьшила размер измельчения основной фракции (до 75% от вороха) на 15-20%, при этом объём фракции с размером сечки, стимулирующей кормление (40-80 мм) составлял до 50%.

Выводы

По итогам опытов достижение необходимого для стимулирующего кормления результата рекомендовано путём двойного измельчения тюка, что на РВС-1500 возможно направлением выгрузного хобота обратно в бункер на время измельчения тюка. Целесообразно продолжить отработку воспроизводимого техпроцесса приготовления корма с размером сечки 40-70 мм в 70-75% фракции.

Список использованной литературы

1. Горгодзе, А. Р. Обзор мобильных измельчителей-раздатчиков грубых кормов и подстилки / А. Р. Горгодзе, С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, Д.Н. Тришин // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства: сб. науч. тр. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2015. – С. 99–101.

2. Солома тоже едома... [Качество резки тюков и рулонов различными машинами для крупного рогатого скота]. Подобед Л.//Животноводство России. 2013. N 12. С. 56-58.

3. Отчет по результатам базовых испытаний серийного образца РАЗДАТЧИКА-ВЫДУВАТЕЛЯ СОЛОМЫ РВС-1500. Отчет № 10-65-14 (5020053) от 25 ноября 2014 года. ФГБУ "СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ Государственная зональная машиноиспытательная станция".

4. Подобед Л.И., Добышев А.С., Пузевич К.Л., Федюкович А.Н., Организация производства полнорационных кормовых смесей для КРС. Методические указания. - УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», Минск: 2015, 88с.

УДК 637.116:681.518

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ВАКУУМНО-ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕЖИМА ДОИЛЬНЫХ СИСТЕМ

И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент,
Д.А. Григорьев, канд. техн. наук, доцент,
К.В. Король, старший преподаватель,
И.О. Шулейко, аспирант
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Обоснован непрерывный мониторинг вакуума, молочного потока и пульсации непосредственно при доении. Предложен цифровой паспорт доильного поста для раннего выявления технических отклонений и перехода к обслуживанию оборудования по фактическому состоянию.

Abstract. Continuous monitoring of vacuum, milk flow and pulsation during milking is substantiated. A digital passport of each milking stall is proposed for early fault detection and condition-based maintenance.

Ключевые слова: машинное доение, вакуум, молочный поток, цифровой мониторинг, диагностика, предиктивное обслуживание.

Keywords: machine milking, vacuum, milk flow, digital monitoring, diagnostics, predictive maintenance.

Введение

При интенсивной молокоотдаче фактический вакуум под соском зависит от молочного потока, сопротивления коллектора и шлангов, поступления воздуха и состояния оборудования. Поэтому контроль давления только в центральной системе не всегда характеризует работу конкретного поста. Цель работы – обосновать непрерывный мониторинг вакуумно-гидравлического режима и принцип цифрового паспорта доильного поста.

Основная часть

Рост молочного потока в системах с верхним молокопроводом сопровождается дополнительными потерями вакуума; их компенсация улучшает характеристики молоковыведения [1]. Уровень вакуума и его падения влияют также на состояние тканей сосков [2]. Поэтому диагностические параметры целесообразно измерять непосредственно под рабочей гидравлической нагрузкой.

Для каждого поста предлагается регистрировать вакуум, молочный поток, продолжительность доения, пульсацию, спадания аппарата и повторные подключения. Эти данные формируют циф-

ровой паспорт доильного поста – динамическую запись технического состояния и статистики работы под нагрузкой.

Таблица 1 – Диагностические признаки при мониторинге доильного поста

Наблюдаемое изменение	Вероятная причина	Рекомендуемое действие
Частые падения вакуума	Подсос воздуха, негерметичность	Проверить соединения и шланги
Падение вакуума при высоком потоке	Недостаточная пропускная способность	Проверить коллектор и молочную линию
Увеличение времени доения на одном посту	Техническое отклонение	Проверить пульсатор и вакуумный режим
Повторные спадания аппарата	Нестабильный вакуум, износ резины	Проверить подвесную часть

Диагностически важно сравнивать данные в динамике: отклонение у одной коровы на разных местах чаще связано с животным, а повторяющееся отклонение у разных коров на одном посту указывает на техническую причину. Это позволяет разделять влияние животного и оборудования.

Подход соответствует предиктивному обслуживанию: постепенный рост нестабильности вакуума или отклонений пульсации может служить ранним признаком износа резины, пульсаторов, клапанов и шлангов. Для апробации целесообразна непрерывная регистрация параметров нескольких постов в течение 2–3 месяцев с фиксацией ремонтов и замен узлов.

Перспективно рассчитывать интегральный индекс устойчивости доения по стабильности вакуума, критическим падениям давления и спаданиям аппарата. После накопления базы подтвержденных неисправностей эти данные могут использоваться для машинного обучения и прогнозирования отказов.

Заключение

Стабильность вакуумно-гидравлического режима является одним из основных условий эффективного и физиологичного машинного доения. При увеличении молочного потока гидравлические потери возрастают, поэтому давление непосредственно под соском может существенно отличаться от установленного значения в вакуумной системе [1, 2].

Зарубежные исследования показывают, что регулирование вакуума и пульсации в зависимости от молочного потока позволяет одновременно повысить эффективность выдаивания и ограничить нежелательное воздействие оборудования на ткани сосков [3].

Для дальнейшего развития технологии предложено использовать данные, формируемые непосредственно во время доения, для непрерывной диагностики технического состояния оборудования.

Концепция цифрового паспорта доильного поста предусматривает накопление и анализ данных о вакууме, молочном потоке, пульсации, продолжительности доения и нештатных событиях. Сравнение этих параметров для разных животных и доильных постов позволяет более обоснованно разделять технические и физиологические причины отклонений.

Практическая значимость предлагаемого подхода состоит в возможности раннего обнаружения технических нарушений, сокращения аварийных ремонтов и перехода от обслуживания оборудования по календарному графику к обслуживанию по фактическому состоянию.

Перспективным направлением дальнейших исследований является экспериментальное определение диагностических признаков, предшествующих отказам отдельных элементов доильной системы, разработка интегрального индекса устойчивости доения и последующее применение методов машинного обучения для прогнозирования неисправностей.

Список использованной литературы

1. Ambord S., Bruckmaier R. M. Milk flow-dependent vacuum loss in high-line milking systems: effects on milking characteristics and teat tissue condition // Journal of Dairy Science. 2010. Vol. 93, No. 8. P. 3588–3594.

2. Besier J., Bruckmaier R. M. Vacuum levels and milk-flow-dependent vacuum drops affect machine milking performance and teat condition in dairy cows // Journal of Dairy Science. 2016. Vol. 99, No. 4. P. 3096–3102.

3. Reinemann D. J., van den Borne B. H. P., Hogeveen H. et al. Effects of flow-controlled vacuum on milking performance and teat condition in a rotary milking parlor // Journal of Dairy Science. 2021. Vol. 104, No. 6. P. 6820–6831.

УДК 636.5.033 / 636.085

ПТИЦЕВОДСТВО В АЗЕРБАЙДЖАНЕ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И КОНЦЕПЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ

М.Г. Гаджиев, доктор философии по аграрным наукам,
А.Я. Мамедова, учёный секретарь
Научно-исследовательский институт животноводства и рыбоводства
г. Гёйгёль, Азербайджанская Республика
aysulam71@mail.ru

Аннотация. В работе проведен комплексный анализ современного состояния и исторического развития птицеводства в Азербайджанской Республике на основе

статистических данных за 2020–2024 годы**.** Выявлены ключевые тенденции интенсификации производства, а также определены системные проблемы отрасли, связанные с импортозависимостью по племенному материалу и кормовой базе. Сформулирована концепция устойчивого развития сектора за счет локализации репродукторных мощностей и вовлечения в кормопроизводство вторичных ресурсов агропереработки.

Abstract. The paper provides a comprehensive analysis of the current state and historical development of the poultry industry in the Republic of Azerbaijan based on statistical data for 2020–2024. Key trends in production intensification are identified, and systemic challenges related to import dependence on breeding material and feed components are determined. A concept for the sustainable development of the sector is formulated through the localization of reproductive capacities and the integration of agricultural processing by-products into feed manufacturing.

Ключевые слова: птицеводство, бройлеры, яичные кроссы, государственная поддержка, кормовая база, племенное дело, импортозамещение, экономическая безопасность.

Keywords: poultry farming, broilers, egg crosses, state support, feed base, breeding, import substitution, economic security.

Введение

Птицеводство – наиболее динамичная и скороспелая отрасль животноводства Азербайджана, развитие которой стимулируется государственными программами диверсификации ненефтяного сектора. До середины XX века отрасль развивалась экстенсивно, что характеризовалось сезонностью, низкой продуктивностью и высокими затратами кормов и труда. Переход к промышленным методам содержания и государственная поддержка последних десятилетий обеспечили качественный технологический рывок и интенсификацию отечественного птицеводства.

Промышленный переход 1960-х годов повысил производство мяса птицы с **6,9 тыс. до 13,1 тыс. тонн**, а яиц – с **308,4 млн до 412,5 млн штук**. Сегодня в республике функционируют около **60 крупных птицефабрик**, оснащенных современным оборудованием и полностью обеспечивающих продовольственную безопасность Азербайджана по данной продукции [2; 3].

Анализ показателей. Современный этап развития птицеводства Азербайджана (**2020–2024 гг.**) характеризуется качественной интенсификацией: объемы производства готовой продукции стабильно растут на фоне оптимизации общего поголовья птицы, что подтверждает повышение эффективности менеджмента и конверсии корма [1; 3]. Основные статистические параметры отрасли систематизированы в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика поголовья птицы и производства основных видов продукции в Азербайджанской Республике (2020–2024 гг.)

Годы	Поголовье птицы, млн голов	Производство яиц, млн штук	Производство мяса птицы (в убойном весе), тыс. тонн
2020	30,17	1906,2	115,4
2021	29,62	1838,8	124,4
2022	29,79	2018,1	130,1
2023	28,69	2188,2	137,5
2024	28,10	2300,8	141,9

За пятилетний период сбор яиц увеличился на **20,7%** (до 2300,8 млн шт.), а производство мяса птицы – на **22,9%** (до 141,9 тыс. тонн), несмотря на снижение поголовья с 30,17 млн до 28,10 млн голов. Это доказывает высокую эффективность современных кроссов. Значительный вклад в обеспечение продовольственной безопасности регионов вносят крестьянско-фермерские хозяйства и ЛПХ, где сосредоточена существенная часть поголовья **кур, индеек, гусей и уток**.

Долгосрочная устойчивость птицеводства Азербайджана ограничивается импортозависимостью по племенному материалу и волатильностью кормовой базы, критически зависящей от зарубежного сырья (до 70% себестоимости). С целью нивелирования этих рисков и локализации отечественной селекционной базы Министерством экономики Азербайджана реализуется программа финансирования строительства 12 новых репродукторных птицефабрик.

Кормовая база и Заключение. Государственные льготы по НДС и пошлинам стабилизируют затраты, однако коренное решение проблемы требует вовлечения в комбикорма местных вторичных ресурсов, в частности пшеничной сухой барды (DDGS), замещающей импортный соевый шрот.

На основе проведенного исследования сформулированы следующие **выводы**:

1. Птицеводство Азербайджана за 2020–2024 гг. продемонстрировало интенсивный рост: производство мяса птицы увеличилось на 22,9%, яиц – на 20,7%.

2. Стратегические приоритеты отрасли – локализация племенного птицеводства (создание репродукторов) и оптимизация комбикормов за счет внедрения местных побочных продуктов агропереработки.

Список использованной литературы

1. Сельское хозяйство Азербайджана: Статистический сборник. – Баку: Государственный комитет по статистике АР, 2020. — 609 с.
2. Гаджиев М.Г . Птицеводство Азербайджана; перспектива развития/// Аграрная Наука Азербайджана.-2009.- № 5,-С. 70-71.
3. В Азербайджане увеличились объемы производства мяса птицы и яиц [Электронный ресурс] // Информационный портал Fins.az. — Режим доступа: https://fins.az/aqro/311295/ (дата обращения: 09.09.2026).

УДК 636.39.034

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОЗОВОДСТВА В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ В КОНТЕКСТЕ ОБЩЕРОССИЙСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ

О.Е. Никитина, канд. с.-х. наук, доцент,
А.А. Лукин, студент
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Калужский филиал, г. Калуга, Российская Федерация

Аннотация. В работе проведен анализ современного состояния и перспективы развития козоводства в Калужской области в контексте общероссийских тенденций.

Abstract. The study analyzes the current state and development prospects of goat farming in the Kaluga Region within the context of nationwide trends.

Ключевые слова: анализ, козоводство, тенденции.
Keywords: analysis, goat farming, trends.

Актуальность

Козоводство в России переживает этап структурной трансформации. По данным ВНИИплем, общее поголовье коз в 2024 году сократилось на 12,2 % и составило 1,43 млн голов – минимальный показатель за последние сто лет. При этом рынок козьего молока и продукции из него расширился с 3,8 млрд руб. до 10,2 млрд руб. за 2020-2025 гг. На этом фоне Калужская область занимает особое положение. За последние 5 лет поголовье коз в регионе выросло вдвое и достигло 26 тыс. голов. Основная порода – зааненская (82,2 %), которая обеспечивает удои 600-2000 л молока за лактацию. Спрос на козье молоко формируют отечественные сыроварни и производители детского питания. Рентабельность молочного козоводства достигает 40-50 %, что существенно выше традиционного животноводства. Вместе с тем отрасль сталкивается с проблемой

сбыта – наценка розничных сетей доходит до 330 %, что делает конечную цену недоступной для массового потребителя. Актуальность исследования обусловлена необходимостью анализа отрасли козоводства в контексте общероссийских трендов – для выявления факторов роста, барьеров развития и перспектив повышения эффективности в Калужской области.

Результаты исследований

Козоводство представляет собой значимый сектор животноводства, обеспечивающий население ценными диетическими продуктами, такими как молоко и мясо, а также поставляющий сырье для легкой промышленности, включая пух и шерсть. Тем не менее, в последние годы отрасль демонстрирует существенные структурные преобразования. Целью настоящего исследования является оценка современного состояния козоводства в Российской Федерации и определение роли Калужской области в развитии племенного молочного козоводства.

По состоянию на начало 2026 года общая численность коз в хозяйствах всех категорий Российской Федерации составила 1 433,9 тыс. голов, из которых 849,3 тыс. голов приходилось на козоматок. В сегменте сельскохозяйственных организаций поголовье насчитывало 104,9 тыс. голов, включая 76,0 тыс. козоматок.

Анализ динамики поголовья выявил отрицательный тренд: по сравнению с предыдущим годом общее поголовье в хозяйствах всех категорий сократилось на 12,2 %, а численность козоматок – на 10,4%. В сельскохозяйственных организациях снижение составило 12,0% и 7,3% соответственно.

В сельскохозяйственных организациях Российской Федерации представлено 11 пород коз. Структура стада по направлениям продуктивности распределяется следующим образом:

• Молочные породы (5 пород): 45,4 % от общего поголовья данной категории.

• Пуховые породы (4 породы): 16,1 %.

• Шерстная порода (1 порода): 11,4 %.

• Грубошерстная порода (1 порода): 0,4 %.

Наблюдается разнонаправленная динамика по породам: поголовье молочных коз снизилось на 3,3 %, шерстных – в 2,1 раза, в то время как по пуховым породам отмечается рост на 1,5%. Грубо-

шерстные породы, составляющие незначительную долю, показали увеличение поголовья на 2,8 %.

Калужская область занимает важное место в развитии молочного козоводства, что подтверждается деятельностью ООО «ЗААНА», являющегося племенным репродуктором. По данным на 2024 год, средняя молочная продуктивность козоматок в ООО «ЗААНА» составила 1050 литров молока за лактацию, при этом средний удой от одной козоматки в племенных хозяйствах РФ находится на уровне 850 литров. Жирность молока в хозяйстве ООО «ЗААНА» составила 3,8 %, что соответствует средним показателям по племенным хозяйствам РФ. Содержание белка в молоке – 3,2 %, что также сопоставимо со средними значениями.

Высокая молочная продуктивность животных в ООО «ЗААНА» обусловлена применением современных технологий кормления и содержания, а также эффективной селекционно-племенной работой. Однако, несмотря на положительные показатели, общеепоголовье молочных коз в хозяйстве за последний год сократилось на 5,2 %, что отражает общую тенденцию снижения численности поголовья в сельскохозяйственных организациях.

Проблемы и перспективы пухового и шерстного козоводства

Пуховое и шерстное козоводство в Российской Федерации находится в кризисном состоянии. Резкое сокращение поголовья шерстных коз в 2,1 раза свидетельствует о низкой рентабельности данной отрасли, обусловленной, вероятно, падением спроса на шерсть и пух, а также высокой себестоимостью производства. Рост поголовья пуховых коз на 1,5% является позитивным сигналом, однако он недостаточен для кардинального изменения ситуации.

Для стабилизации и развития пухового и шерстного козоводства необходима комплексная государственная поддержка. Это может включать:

1. Субсидирование закупок племенного молодняка.
2. Разработку и внедрение программ по стимулированию спроса на продукцию (пух, шерсть).
3. Поддержку перерабатывающих предприятий.
4. Организацию информационных кампаний, направленных на повышение осведомленности потребителей о преимуществах натуральных материалов.
5. Развитие кооперации между производителями.

В Калужской области, где традиционно развито молочное козоводство, также существует потенциал для развития пухового и шерстного направлений, особенно в условиях диверсификации сельскохозяйственного производства.

Заключение

Анализ современного состояния козоводства в Российской Федерации выявил ряд негативных тенденций, связанных с общим сокращением поголовья. Однако, молочное козоводство демонстрирует определенную устойчивость, особенно в специализированных племенных хозяйствах, таких как ООО «ЗААНА» в Калужской области, где достигаются высокие показатели молочной продуктивности.

Кризисное состояние пухового и шерстного козоводства требует незамедлительного принятия мер государственной поддержки. Разработка и реализация целевых программ, направленных на стимулирование производства и потребления продукции, а также на повышение конкурентоспособности отрасли, являются ключевыми задачами для обеспечения устойчивого развития козоводства в России. Калужская область, обладая развитой племенной базой молочного направления, может стать площадкой для апробации новых подходов к поддержке и развитию всех направлений козоводства.

Список использованной литературы

1. Влияние возраста и сезона года на молочную продуктивность коз альпийской породы / И. Н. Сычева, У. А. Махамат, О. В. Бузина [и др.] // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2025. – № 4. – С. 27–30. – DOI 10.26897/2074-0840-2025-4-27-30.

2. Динамика численности коз зааненской породы в Российской Федерации и их молочная продуктивность / Е. Д. Карпова, А. И. Суров, В. Р. Алимова, А. М. Фирсова // Сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 4(17). – С. 54–63. – DOI 10.48612/FARC/2687-1254/006.4.17.2024.

3. Косимов, М. А. Состояние козоводства в России и Республике Таджикистан: методы ведения племенной работы в фермерских хозяйствах / М. А. Косимов, Ю. А. Юлдашбаев // Международный журнал аграрной науки и образования. – 2025. – № 3(7). – С. 46–49.

4. Лукин, И. И. Технологические показатели козьего молока / И. И. Лукин, Ю. А. Юлдашбаев, Н. И. Кульмакова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 5(85). – С. 227-230. – DOI 10.37670/2073-0853-2020-85-5-227-230

5. Шувариков, А. С. Молочная продуктивность и некоторые показатели качества молока коз зааненской, альпийской и нубийской пород / А. С. Шувариков, В. В. Брюнчугин, О. Н. Пастух // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2011. – № 4. – С. 30–33.

УДК 636.2.034:637.115

О РАЗВИТИИ РОБОТИЗАЦИИ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ НА ПРИМЕРЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Г. Черемуха, канд. биол. наук, доцент,
О.В. Бузина, канд. биол. наук, доцент,
Д.А. Карев, студент
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Калужский филиал, г. Калуга, Российская Федерация

Аннотация. В статье преведен опыт Калужской области в развитии роботизации в молочном скотоводстве.

Abstract. The article presents the experience of the Kaluga Region in the development of robotization in dairy cattle farming.

Ключевые слова: молочное скотоводство, роботизация, развитие, эффективность.
Keywords: dairy cattle farming, robotization, development, efficiency.

Актуальность

Молочное скотоводство Калужской области является одной из значимых отраслей регионального агропромышленного комплекса. Внедрение роботизированных доильных систем на территории области происходит неравномерно и сопровождается как успешными, так и проблемными практиками. При этом региональный опыт внедрения роботизированных ферм в условиях Калужской области не получил достаточного уровня обобщения и анализа. Актуальность исследования обусловлена необходимостью оценки текущего состояния и перспектив развития роботизации в молочном скотоводстве области, выявления факторов, влияющих на эффективность применения роботизированных доильных систем в конкретных хозяйствах, и определения условий, при которых роботизированные технологии показывают наивысшую результативность.

Результаты исследований

Калужская область занимает одно из ведущих мест среди регионов Российской Федерации по уровню развития и модернизации молочного скотоводства. Регион устойчиво удерживает второе место в Центральном федеральном округе по надою молока на 1 корову, а доля молочной продукции в валовом объеме животноводческой продукции составляет 39 %. Во многом этот

результат обусловлен политикой областного руководства по внедрению роботизированных технологий доения. История создания роботизированных молочных ферм в области началась в 2012 году, а в 2014 году запустили ведомственную целевую программу «Создание 100 роботизированных молочных ферм». Программа предусматривала государственную поддержку сельскохозяйственных товаропроизводителей в форме субсидий на приобретение доильных молочных роботов и сопутствующего оборудования. В 2019 году в Калужской области уже функционировало 36 роботизированных молочных ферм, было введено в эксплуатацию 128 роботизированных установок различных фирм и модификаций. Поголовье коров на роботизированных фермах достигло 5331 голов, что составило 11,7 % от дойного поголовья в сельскохозяйственных и фермерских хозяйствах области. В дальнейшем программа была продлена на 2023–2025 г.г. с плановым вводом 15 дополнительных единиц оборудования и общим объемом финансирования около 134,7 млн рублей из областного бюджета.

По состоянию на 2026 год в Калужской области функционируют 37 роботизированных ферм с более чем 130 роботизированными доильными установками. Среди хозяйств, продемонстрировавших наибольшую эффективность внедрения роботизированных доильных систем можно отметить ЗАО «Кривское» Боровского района и КФХ Тарасенкова г. Калуги. Анализ показателей ЗАО «Кривское» продемонстрировал, что в период внедрения роботизации доения коров (2015-2020 г.г.) производство молока выросло на 64 %, а коэффициент эффективности использования государственных средств варьировал в пределах от 110 до 276 %. В КФХ Тарасенкова надой на 1 голову вырос с 5400 кг до 7500 кг (+38,9 %) за период с 2015 г. до 2025 г. В целом производство молока в сельскохозяйственных организациях и КФХ Калужской области выросло на 212,6 % в сравнении с 2015 годом.

Производственный опыт в Калужской области показал, что приучение коров разного возраста и породы к доению на роботизированных доильных установках происходит без осложнений в течение 3-4 недель и не требует специальной селекции стада по пригодности. Количество коров на один

доильный станок в хозяйствах области варьировало от 25 до 60, среднесуточный удой находился в диапазоне 12-21 кг, средний удой за одно доение – от 6 до 10,8 кг, скорость молокоотдачи – 1,60-1,75 кг/мин.

Исследования распределения доений по часам суток показали, что коровы одинаково доятся как днем, так и ночью, с пиком с 9 до 13 часов. Частота доений была выше в первые 100 дней лактации (период раздоя), чем в последующий период.

При проведении исследований на крупных животноводческих комплексах было отмечено снижение заболеваемости маститом у высокопродуктивных коров почти в три раза. Использование роботизированных доильных систем способствовало ускорению отбора коров по форме вымени – ваннообразное, с учетом того, что на фермах без роботизированных установок предпочтение отдается коровам с чашеобразной формой вымени. Среднее увеличение удоя за 305 дней лактации за 5 лет использования роботизированных доильных систем составило 18,7 %.

Анализ экономической эффективности, проведенный в хозяйствах Калужской области, показал, что доение коров на роботизированных установках позволило снизить себестоимость 1 л молока на 1,51 руб. (~10 %), по сравнению с доением на установке «Карусель»; автоматизировать операции при доении и сократить объемы ручного труда на ферме на 40 % и более; повысить рентабельность производства на 15 % за счет увеличения продуктивности коров и снижения себестоимости молока. Окупаемость роботизированных установок при рациональной организации ресурсов и процессов наступает через 5-7 лет.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение роботизированных технологий сталкивается с рядом проблем:

- высокая стоимость оборудования – стоимость одной установки в среднем составляет 7-9 млн рублей;
- требования к стаду – не все породы по морфо-функциональным признакам пригодны к доению на роботе и уровень продуктивности должен соответствовать минимальным требованиям 6500-7000 кг за лактацию;
- кадровый дефицит – с одной стороны на роботизированной ферме требуется меньшее количество работников, с другой – уровень квалификации должен быть намного выше;

- импортозависимость – до 2022 года российский рынок доильных роботов полностью зависел от импорта. В 2023 году в эксплуатацию было введено 15 отечественных и 200 зарубежных роботов. Развитие собственного производства является стратегической задачей.

Заключение

Опыт Калужской области демонстрирует, что системный подход к роботизации молочного скотоводства, сочетающий государственную поддержку, технологическую модернизацию и селекционно-племенную работу, обеспечивает устойчивый рост производства молока, повышение продуктивности и улучшение качества продукции. Дальнейшее развитие роботизации в регионе связано с расширением отечественного производства оборудования, совершенствованием селекционно-племенной работы и подготовкой высококвалифицированных кадров.

Список использованной литературы

1. Бузина, О. В. Использование возможностей роботизированной доильной установки для оптимизации отбора коров / О. В. Бузина, Е. Г. Черемуха, А. В. Блинова // Техника и технологии в животноводстве. — 2024. — Т. 14, № 2. – С. 11–15. – DOI 10.22314/27132064-2024-2-11.

2. Бузина, О. В. Молочное скотоводство Калужской области : монография / О. В. Бузина, Е. Г. Черемуха, Е. В. Гайдукова, О. Е. Никитина. — Калуга : Бузина О. В., 2026. – 150 с. – ISBN 978-5-605-55911-5.

3. Бузина, О. В. эффективность производства молока на роботизированной ферме / О. В. Бузина, Е. Г. Черемуха // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : материалы II Международной научно-практической конференции, Курск, 26 мая 2022 года. Том Часть 2. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2022. – С. 218–223.

4. Кузнецова, Л. В. Результативность реализации ВЦП "Создание 100 роботизированных молочных ферм в Калужской области" / Л. В. Кузнецова, В. Н. Мазуров // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 7(222). – С. 79–90.

5. Непомнящая, С. А. Инновационные решения в молочном скотоводстве: селекция, автоматизация и экология / С. А. Непомнящая // Биоэкономика и биотехнологии - драйверы развития АПК и сельских территорий : Сборник I Всероссийской научно-практической конференции, Новосибирск, 30 апреля 2026 года. – Новосибирск: ИЦ Университет биотехнологий "Золотой колос", 2026. – С. 438–442.

6. О перспективах и проблемах роботизации отечественного АПК (на примере доильных роботов) / А. С. Дорохов, В. В. Кирсанов, Д. Ю. Павкин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2025. – Т. 39, № 8. – С. 103–112.

7. Санова, З. С. Использование новых технологий в молочном скотоводстве и темпы изменения молочной продуктивности коров / З. С. Санова, В. Н. Мазуров, Л. В. Евстафьева // Владимирский земледелец. – 2024. – № 2(108). – С. 52–56. – DOI 10.24412/2225-2584-2024-2108-52-56.

УДК 631.363

ОБОСНОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СПОСОБА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА В НАВОЗОХРАНИЛИЩАХ

И.М. Швед, старший преподаватель

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье обосновывается энергоэффективный способ перемешивания жидкого навоза в навозохранилищах. Актуальность описываемой проблемы обусловлена высокими энергозатратами применяемых способов перемешивания жидкого навоза в навозохранилищах.

Abstract. The article substantiates an energy efficient method for mixing liquid manure in manure storage facilities. The relevance of the problem described is due to the high energy consumption of the current methods used to mix liquid manure in manure storage facilities.

Ключевые слова: жидкий навоз, перемешивание, навозохранилище, миксер, мешалка, осадок, энергозатраты.

Keywords: liquid manure, mixing, manure storage facility, mixer, agitator, sediment, energy consumption.

Введение

Повышение эффективности перемешивания жидкого навоза с использованием миксеров в навозохранилищах требует глубокого анализа существующих способов и конструкций эксплуатируемого оборудования.

Цель данной работы заключается в обосновании энергоэффективного способа перемешивания жидкого навоза в навозохранилище.

Основная часть

Существующие способы перемешивания жидкого навоза в навозохранилищах часто не обеспечивают должного уровня однородности, что приводит к неэффективному использованию ресурсов и увеличению затрат на последующую переработку.

Эффективность функционирования систем удаления и утилизации жидкого навоза на животноводческих фермах и комплексах во многом зависит от качества его гомогенизации перед откачкой. В процессе хранения жидкий навоза разделяется на три выраженные фракции. Для восстановления однородности массы применяются три основных способа перемешивания жидкого навоза: гидравлический, пневматический и механический [1].

Гидравлический способ (рециркуляция насосами) основан на заборе жидкого навоза из навозохранилища и его принудительном возвращении обратно под высоким давлением через направленные сопла.

Основным преимуществом данного способа является дальность перемещения струи навозной массы, а также возможность совмещения функции перемешивания и перекачки навозной массы одним агрегатом.

К недостаткам следует отнести высокую установленную мощность привода рабочих органов (40…110 кВт), низкий КПД при работе с заиленными лагунами, так как гидравлическая струя гасится в вязкой среде.

Пневматический способ перемешивания жидкого навоза осуществляется за счет циклической подачи сжатого воздуха через систему перфорированных трубопроводов, проложенных по дну лагуны или резервуара.

Преимуществом данного способа является то, что отсутствуют движущиеся механические элементы внутри агрессивной среды, что повышает надежность системы и как следствие низкий износ эксплуатируемого оборудования.

Недостатками является интенсивная эмиссия вредных газов (аммиак, сероводород, метан) в атмосферу, что ухудшает экологические показатели. Также данный способ перемешивания жидкого навоза в навозохранилище не эффективен против тяжелого, слежавшегося донного осадка с высоким содержанием сухих веществ (более 8…10 %).

Механический способ перемешивания осуществляется погружными, навесными и стационарными миксерами. Данный способ перемешивания предполагает прямое динамическое воздействие лопастей мешалки на хранящуюся навозную массу.

Стационарные мешалки оптимальны для поддержания однородности жидкой фракции навоза, так как установленный рабочий орган с лопастями большой площади рабочей поверхности в сочетании с его малыми оборотами создают мощный ламинарный поток при минимальном энергопотреблении.

Погружные миксеры имеют большее число оборотов мешалки и могут перемещаться в навозохранилище по направляющей стойке в вертикальной плоскости или по периметру емкости при помощи стрел

установленных на трактора. Также способны выполнять частичное измельчение крупных частиц навозной массы.

Анализ эффективности рассматриваемых способов перемешивания жидкого навоза в навозохранилище представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ эффективности способов перемешивания жидкого навоза в навозохранилище

Параметры сравнения	Способы перемешивания		
	гидравлический	пневматический	механический
Эффективность разрушения корки	Низкая (точечное воздействие)	Средняя	Высокая (за счет изменения угла наклона мешалки)
Размыв донного осадка	Локальный (в зоне действия сопла)	Слабый	Максимальный (при размещении миксера в придонной области хранилища)
Экологическая безопасность (эмиссия газов)	Средняя	Низкая (высокая эмиссия)	Высокая (минимальный контакт с воздухом)
Капитальные затраты	Высокие (дорогостоящее насосное оборудование)	Средние	Относительно низкие (возможность применения мобильных агрегатов)

Заключение

Анализ таблицы 1 показывает, что наиболее эффективным направлением является совершенствование механического способа перемешивания жидкого навоза в навозохранилище погружным миксером. Классические гидравлические и пневматические способы не обеспечивают требуемой эффективности при размыве плотного слежавшегося осадка.

Для повышения эффективности использования механического способа перемешивания жидкого навоза в навозохранилище следует рассмотреть оптимальную схему расстановки погружных миксеров для устранения застойных зон навозной массы.

Список использованной литературы

1. Кольга, Д. Ф. Переработка навоза в экологически безопасные органические удобрения / Д. Ф. Кольга, А. С. Васько. – Минск : БГАТУ, 2017 – 128 с.

УДК 631.116.2

ОЦЕНКА ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ ВАКУУМНОГО РЕЖИМА ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ ТАКТА СЖАТИЯ К ТАКТУ СОСАНИЯ

А.В. Китун, д-р техн. наук, профессор,
С.Н. Бондарев, старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье представлен критический анализ существующих методов стабилизации вакуумметрического давления в подсосковых камерах доильных аппаратов. Экспериментальные данные показывают скачкообразное увеличение давления в подсосковой камере на 10,2–22,7 кПа, что ведет к травмированию сосков и росту заболеваемости маститом на 30–34,5 %. Авторами обоснована необходимость разработки новых механизмов стабилизации давления в переходных процессах.

Abstract. This article presents a critical analysis of existing methods for stabilizing vacuum pressure in the sub-teat chambers of milking machines. Experimental data show a sudden increase in pressure in the sub-teat chamber by 10.2–22.7 kPa, leading to teat trauma and a 30–34.5% increase in mastitis incidence. The author substantiates the need to develop new mechanisms for pressure stabilization during transient processes.

Ключевые слова: машинное доение, доильный аппарат, вакуум, стабилизация вакуумметрического давления, результаты исследований.

Keywords: machine milking, milking machine, vacuum, vacuum pressure stabilization, research results.

Введение

Стабилизация вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного аппарата является критически важным условием для снижения энергоемкости процесса машинного доения и уровня заболеваемости коров маститом. Несмотря на использование различных конструктивных решений для выравнивания давления, в переходный период от такта сжатия к такту сосания всё еще наблюдаются значительные динамические импульсы вакуума. В данной статье проводится оценка основных дестабилизирующих факторов, возникающих в этот критический момент работы оборудования.

Основная часть

Исследованиями стабилизацией вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана при переходе от такта «сосание» к такту «сжатие» занимались В. Ткач и др. [1], которые предложили конструкцию доильного стакана 1 (рисунок 1) со втулкой 2 и специальной вставкой 3.

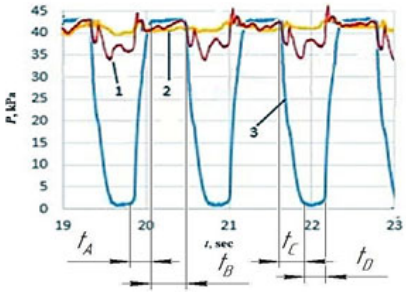
Установка втулки 2 в доильном стакане 1 должно обеспечивать стабилизацию вакуумметрического давления в подсосковой и

межстенной камере доильного стакана во время такта «сосание», а специальная вставка выравнивать давление в доильном стакане при переходе от такта «сосание» к такту «сжатие».



1 – доильный стакан; 2 – втулка; 3 – специальная вставка
Рисунок 1 – Доильный стакан со втулкой и специальной вставкой

По результатам проведенных исследований проведенных исследований авторами получены осциллограммы процесса работы доильного аппарата с установленной втулкой и специальной вставкой (рисунок 2).



1 – осциллограмма вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана; 2 – осциллограмма вакуумметрического давления в молокосборной камере коллектора; 3 – осциллограмма вакуумметрического давления в межстенной камере доильного стакана
Рисунок 2 – Осциллограммы процесса работы доильных аппаратов

Анализ осциллограмм работы доильных аппаратов (рисунок 2, а и б) показал, что в момент перехода от такта «сжатие» к такту «сосание» (фаза tA работы пульсатора) происходит резкое увеличение вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана в среднем на 10–13 кПа как в серийном, так и в предлагаемом варианте доильного аппарата.

Следовательно, при использовании доильного аппарата с доильными стаканами в которых установлены втулки и специальные

вставки не происходит стабилизация вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана при переходе от такта «сжатие» к такту «сосание».

Заключение

Проведенное исследование показало, что существующие конструктивные решения, включая использование специальных втулок и вставок, не обеспечивают эффективной стабилизации вакуумметрического давления в подсосковой камере в критический момент перехода от такта сжатия к такту сосания. Выявленные резкие скачки давления (в среднем на 10–13 кПа) являются основным дестабилизирующим фактором, провоцирующим баротравмы тканей соска и способствующим росту заболеваемости маститом на 30–34,5%. Полученные результаты обосновывают необходимость разработки и внедрения новых высокоточных механизмов управления вакуумным режимом, способных минимизировать динамические импульсы давления в переходные периоды работы доильного аппарата.

Список использованной литературы

1. Croy, D. S. Effect of the short milk tube check valves on milking rate, milk yield, and transfer of bacteria among quarters / D. S. Croy, L. M. Rode, R. C. Phillippe // Journal of Dairy Science. – 1990. – № 5. P. 1232–1238.

2. Карпов, Ю. Н. Доильный аппарат с устройством защиты вымени при холостом доении : дис. … канд. техн. наук : 05.20.01 / Карпов Юрий Николаевич ; ФГБОУ ВО Мичуринский гос. аграрн. ун-т. – Мичуринск, 2015. – 163 л.

3. Besier, J. Dynamics of teat-end vacuum during machine milking: types, causes and impacts on teat condition and udder health – a literature review / J. Besier, O. Lind, R. M. Bruckmaier // Journal of Applied Animal Research. – 2016. – № 1. P. 263 – 272.

УДК 636.2.034:[637.112+637.115]

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО-ДИНАМИЧЕСКОЕ ДОЕНИЕ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ

Д.А. Григорьев, канд. техн. наук, доцент,
К.В. Король, старший преподаватель,
И.О. Шулейко, аспирант

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния дифференцированно-динамического изменения длительности такта сосания на молочную продуктивность и молокоотдачу коров.

Abstract. The article presents the results of studying the effect of differentiated dynamic changes in the suction stroke duration on the milk yield and milk flow rate of cows.

Ключевые слова: машинное доение, скорость молокоотдачи, пульсация, такт сосания, молочная продуктивность.
Keywords: machine milking, milk flow rate, pulsation, suction stroke, milk yield.

Введение

Процесс доения двухкамерным доильным стаканом имитирует сосание вымени телёнком, однако даже самые современные доильные аппараты оказывают негативное воздействие на молочную железу. В начале и конце доения вымя подвергается избыточному действию вакуума, а в середине процесса сжатие сосковой резины при интенсивном потоке молока приводит к его возврату из подсосковой камеры через сфинктер в цистерну соска.

Дифференцированное в зависимости от скорости молокоотдачи динамическое доение обеспечивает увеличение такта сосания при возрастании потока молока и пропорциональное его сокращение при снижении потока. При этом длительность такта сжатия остаётся неизменной.[1].

Основная часть

Цель работы изучить молочную продуктивность и молокоотдачу коров при дифференцированно-динамическом режиме доения. Исследования проводились в Учебно-исследовательском институте животноводства (п. Гросс-Кройц, ФРГ; Lehr und Versuchsanstalt für Tierzucht und Tierhaltung e.V. Groß Kreutz) с использованием систем автоматического машинного доения «Lely Astronaut A4». Научно-хозяйственный опыт выполнялся по методу латинского квадрата 2×2. Достоверность полученных результатов оценивали на основе парных разниц дифференциальным методом. Для проведения эксперимента были сформированы две группы коров, по 24 головы в каждой [2]. Длительность периодов опыта составляла 10 суток, при этом данные первых трёх дней каждого периода исключались из расчётов [3]. В контрольные периоды применялась стационарная пульсация, в опытные - динамическая, при которой такт сосания увеличивался по мере возрастания скорости молокоотдачи. Обобщённые результаты представлены на рисунке 1.

Применение динамической длительности такта сосания в зависимости от интенсивности молочного потока привело к статистически достоверному увеличению удоя коров опытных

групп на 1,12 кг (или 3,59%). При этом средняя скорость молокоотдачи возросла на 0,33 кг/мин (на 12,40%), а максимальная на 0,63 кг/мин (на 15,75%). Статистически достоверного изменения содержания жира и белка в молоке не установлено.

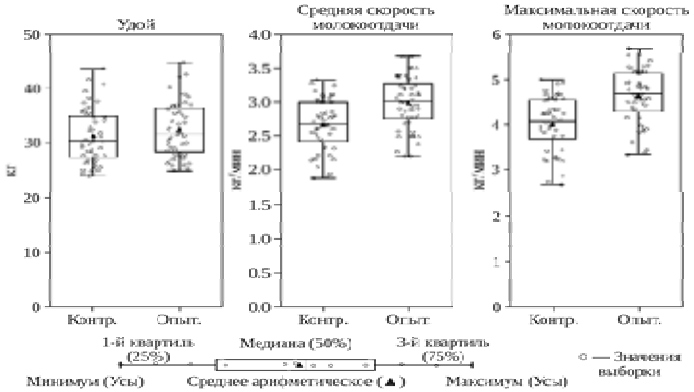


Рисунок 1 – Распределение коров по величине удоя и скорости молокоотдачи

Относительный прирост скорости молокоотдачи оказался выше, чем увеличение удоя. Это подтверждает приоритетность фактора роста скорости извлечения молока, которая за счёт улучшения физиологичности процесса доения является причиной, а не следствием повышения продуктивности [4].

Заключение

1. Применение дифференцированно-динамического режима доения обеспечивает за счёт изменения длительности такта сосания эффективное извлечение молока в пиковый период его выделения, что подтверждается увеличением разницы между максимальной и средней скоростью молокоотдачи.

2. Использование дифференцированной динамической пульсации снижает негативное влияние вакуума в периоды низкого молочного потока (в начале и конце доения), улучшает функциональное состояние вымени и способствует повышению молочной продуктивности коров.

3. Реализация данного подхода формирует технологический резерв для повышения эффективности машинного доения без привлечения дополнительных капитальных затрат исключительно за счёт оптимизации настроек доильного оборудования.

Список использованной литературы

1. Григорьев, Д. А. Технология машинного доения коров на основе конвергентных принципов управления автоматизированными процессами: монография / Д. А. Григорьев, К. В. Король. – Гродно : ГГАУ, 2017. – 216 с.
2. Овсянников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников. - М.: "Колос", 1976. – 304 с.
3. Гарькавый, Ф.Л. Селекция коров и машинное доение: монография / Ф.Л. Гарькавый. – М : "Колос", 1974. – 146 с.
4. Король, К. В. Молочная продуктивность и молокоотдача коров при использовании дифференцированных динамических параметров доения / К. В. Король, Д.А. Григорьев // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов / ГГАУ. – Гродно, 2018. – Т. 41 : Зоотехния. –С. 107–113.

УДК 621.365.5:631.3:537.8

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

О.В. Михайлова, д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», г. Княгинино, Российская Федерация

Аннотация. В статье описан проесс электромагнитной интенсификации в переработке сельскохозяйственного сырья.

Abstract. The article describes the process of electromagnetic intensification in the processing of agricultural raw materials.

Ключевые слова: электромагнитная интенсификация**,** процесс, переработка.

Keywords: electromagnetic intensification, process, processing.

Актуальность

Современные технологии переработки сельскохозяйственного сырья требуют сокращения продолжительности операций, снижения удельного расхода энергии и сохранения качества продукции. Особенно это важно для биологического сырья, характеризующегося неоднородностью состава, изменяющимися влагосодержанием и диэлектрическими свойствами. При традиционном нагреве энергия передается материалу преимущественно от внешней поверхности, поэтому скорость прогрева ограничивается теплопроводностью и может сопровождаться температурной неравномерностью.

Воздействие электромагнитного поля сверхвысокой частоты изменяет механизм энергоподвода: энергия преобразуется в тепло непосредственно в объеме диэлектрического или слабопроводящего материала.

Такой подход применяется в исследованиях при термообработке, обеззараживании, плавлении и переработке вторичного сельскохозяйственного сырья [1–7]. Важным направлением является проектирование системы «генератор – резонатор – сырье» с учетом ее электродинамических характеристик, включая распределение поля и способность рабочего объема эффективно поглощать энергию.

Результаты работы

Физической основой СВЧ-интенсификации являются диэлектрические потери, обусловленные поляризационными процессами. Объемное тепловыделение определяется частотой поля, мнимой частью комплексной диэлектрической проницаемости и квадратом напряженности электрического поля. Поэтому изменение напряженности поля оказывает существенное влияние на интенсивность энерговыделения.

Диэлектрические свойства сельскохозяйственного сырья зависят от содержания воды, температуры, состава и фазового состояния. В ходе обработки эти параметры изменяются, вследствие чего меняются условия поглощения СВЧ-энергии. Следовательно, расчет установки только по исходным характеристикам сырья не обеспечивает полного описания процесса и должен дополняться оценкой динамики электромагнитного и теплового состояний.

Объемный характер СВЧ-нагрева способствует ускорению тепломассопереноса. Внутреннее выделение энергии вызывает изменение температуры и формирование градиентов давления и концентрации, что облегчает перемещение влаги и жидких фракций. Для жиросодержащего сырья это создает возможность одновременно воздействовать на структуру материала и ускорять выделение жировой фазы. Практическая реализация данного принципа рассмотрена при разработке установок для измельчения и плавления жиросырья с СВЧ-энергоподводом.

Определяющее значение имеет конструкция резонатора. Форма и размеры рабочей камеры, взаимное расположение излучателей, замедляющих и отражающих элементов должны обеспечивать требуемое распределение поля в зоне обработки. В исследованиях СВЧ-установок с квазирезонаторами компьютерное моделирование применялось для анализа распределения электрического поля и выбора рациональных конструктивных параметров. Для коаксиального резонатора со спиральным внутренним цилиндром установлено, что основная часть энергии концентрируется в кольцевом

рабочем объеме, а изменение геометрии камеры непосредственно отражается на распределении напряженности поля.

Энергетическую эффективность можно оценивать коэффициентом полезного использования подведенной мощности:

$$\eta = \frac{P_{погл}}{P_{вх}}, \quad (1)$$

где $P_{погл}$ – мощность, поглощенная обрабатываемым материалом, Вт;

$P_{вх}$ – подведенная мощность, Вт.

Из выражения (1) следует, что повышение эффективности связано не только с увеличением мощности генератора, но прежде всего с уменьшением отраженной мощности и увеличением доли энергии, поступающей в сырье. Поэтому при проектировании необходимо согласовывать электродинамические параметры резонатора с физическими свойствами продукта и режимом его перемещения.

Нелинейность процесса определяется изменением диэлектрических свойств сырья при нагреве и фазовых превращениях. В результате пространственное распределение поглощаемой мощности также изменяется во времени. Для повышения точности проектирования целесообразно использовать взаимосвязанные модели электродинамики и тепломассопереноса. Еще одним важным эффектом является ускорение обеззараживания. Интенсивное объемное нагревание сокращает время достижения требуемого температурного уровня и продолжительность обработки продукта. В установках для вторичного мясного сырья СВЧ-воздействие используется как один из элементов комплексной обработки, направленной на термообработку и обеззараживание сырья. Для сельскохозяйственных технологий это позволяет объединять несколько операций в одном рабочем объеме и формировать непрерывные технологические процессы.

Таким образом, результативность СВЧ-обработки определяется совокупностью параметров: частотой и мощностью источника, геометрией резонатора, распределением электрического поля, свойствами сырья, продолжительностью воздействия и режимом перемещения материала. Максимальная эффективность достигается при их согласованном выборе, а не при простом увеличении мощности генератора.

Заключение

Применение электромагнитного поля сверхвысокой частоты создает условия для объемного подвода энергии к сельскохозяйственному сырью и сокращения продолжительности технологиче-

ских операций. Эффективность воздействия определяется одновременно диэлектрическими характеристиками материала и электродинамическими параметрами рабочей камеры.

Исследования подтверждают перспективность использования нестандартных резонаторов, замедляющих и отражающих элементов, а также компьютерного моделирования при разработке СВЧ-установок. Системный учет распределения поля, поглощенной мощности, тепломассопереноса, производительности и удельных энергозатрат позволяет обоснованно выбирать конструктивные и режимные параметры оборудования.

Дальнейшее развитие электромагнитных технологий в АПК связано с повышением равномерности поля, снижением отраженной мощности и разработкой адаптивных режимов, учитывающих изменение свойств сырья непосредственно в процессе обработки.

Список использованной литературы

1. Воронов Е. В., Новикова Г. В., Михайлова О. В. [и др.]. СВЧ установка для термообработки вторичного мясного сырья // Тракторы и сельхозмашины. 2024. Т. 91, № 1. С. 113–122. DOI: 10.17816/0321-4443-622763.

2. Воронов Е. В., Новикова Г. В., Суслов С. А., Михайлова О. В., Просвирякова М. В. Моделирование электродинамических процессов СВЧ-установок с квазирезонаторами для термообработки послеубойных мясных конфискатов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2024. № 3 (71). С. 100–111. DOI: 10.31563/1684-7628-2024-71-3-100-111.

3. Шевелев А.В. Согласование электродинамических параметров с объемом резонатора СВЧ-воскотопки // Вестник НГИЭИ. 2024. № 5 (156). С. 70-81. – DOI: 10.24412/2227-9407-2024-5-70-81

4. Шевелев А.В. Обеспечение электромагнитной безопасности проектируемой СВЧ-воскотопки // В сборнике: Социально-экономические проблемы развития муниципальных образований. материалы и доклады Международной научно-практической конференции. 2021. С. 168-170.- EDN: HNTNUI.

5. Шевелев А.В. Определение эффективных режимов работы СВЧ воскотопки // В сборнике: Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продовольствия. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 725-728. - EDN: LVJUYF.

6. Шевелев А.В. Моделирование установки для разделения забруса на фракции // Интернаука. 2020. № 20-2 (149). С. 59–62. – EDN: CXTUIX.

7. Шевелев А.В. Повышение эффективности вытопки воска на основе диэлектрического нагрева в полусферических резонаторах // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. материалы международной научно-практической конференции. Йошкар-Ола, 2026. С. 785–792. – EDN: LXWXVL.

УДК 621.365.5:637.12:638.1

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАБРУСА НА ОСНОВЕ ОБЪЕМНОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАГРЕВА

А.В. Шевелев, канд. техн. наук

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», г. Княгинино, Российская Федерация

Аннотация. В статье описан процесс повышающий энергоэффективность переработки забруса на основе объемного диэлектрического нагрева.

Abstract. The article describes a process that improves the energy efficiency of cappings processing based on volumetric dielectric heating.

Ключевые слова: энергоэффективность, нагрев, СВЧ-установка.

Keywords: energy efficiency, heating, microwave system.

Актуальность

Забрус является ценным многокомпонентным сырьем, содержащим воск, мед, прополис и другие компоненты, что усложняет его переработку. Традиционные способы характеризуются длительным нагревом, повышенными энергозатратами и образованием водно-восковой эмульсии. Перспективным решением является СВЧ-нагрев, обеспечивающий объемное и более интенсивное воздействие. Различия в диэлектрических свойствах компонентов забруса позволяют последовательно разжижать медовую фракцию и плавить воск, а непрерывно-поточная схема способствует сокращению продолжительности процесса и повышению производительности.

Исследование опирается на результаты разработки и анализа СВЧ-установок непрерывного действия для термообработки, измельчения, плавления и извлечения сельскохозяйственного сырья, представленные в работах [1-7], что позволяет обосновать выбор конструктивных решений, режимов СВЧ-нагрева и оценку энергетической эффективности предлагаемой технологии.

Результаты работы

Для переработки забруса рассмотрена двухстадийная организация процесса в объемном полусферическом резонаторе. На первой стадии обеспечивается нагрев медовой фазы до 45-50 °С. При этом мед разжижается и может быть отделен без достижения температуры плавления воска. На второй стадии энергетическое воздействие увеличивается, а температура восковой составляющей доводится

до 62-65 °С и выше, что обеспечивает переход воска в жидкое состояние. При последующем нагреве до 70-75 °С одновременно создаются условия для снижения микробной обсемененности. Такая последовательность позволяет разделить технологические операции и уменьшить нежелательное термическое воздействие на медовую фракцию.

Теоретическая оценка интенсивности объемного нагрева выполняется по зависимости

$$q = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon'' \cdot E^2, \qquad (1)$$

где q – объемная плотность мощности тепловыделения;

f – частота электромагнитного поля;

ε_0 – электрическая постоянная;

ε'' – мнимая часть комплексной диэлектрической проницаемости;

E – напряженность электрического поля.

При частоте $2{,}45 \cdot 10^9$ Гц интенсивность нагрева определяется диэлектрическими свойствами компонентов забруса. Влажная медовая фаза поглощает СВЧ-энергию интенсивнее воска, поэтому режим обработки зависит от мощности, продолжительности воздействия и состава сырья.

Рабочая зона включает загрузочное устройство, дозатор, шнековый транспортер, резонатор, магнетронный источник и систему отвода продукта. Полусферический резонатор диаметром 400–600 мм и шнековое перемещение сырья обеспечивают равномерность нагрева и непрерывность процесса.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика технологий переработки забруса

Показатель	Традиционная схема	СВЧ-схема
Продолжительность цикла	90-120 мин. и более	3-5 мин
Удельные энергозатраты	180-220 Вт·ч/кг	110-130 Вт·ч/кг
Температурные градиенты	до 20-30 °С	около 5-7 °С
Выход товарного воска	85-90 %	92-95 %
Снижение ОМЧ	40-50 %	60-75 %
Производительность	периодический режим	до 80-120 кг/ч

Сопоставление показателей (таблица 1) показывает эффективность объемного СВЧ-нагрева: удельные энергозатраты составляют 110-130 Вт•ч/кг, что на 35–40 % ниже традиционной технологии, а продолжительность цикла сокращается до 3-5 мин. Выход товарного воска достигает 92-95 % против 85-90 % при традиционной переработке.

Численное моделирование показало преимущества полусферической рабочей камеры: коэффициент неравномерности поля составляет 0,09-0,11 против 0,18-0,22 для цилиндрической, коэффициент вариации температурного поля - 0,08-0,10. Это снижает вероятность локального перегрева неоднородного сырья.

При удельной мощности 0,8-1,2 Вт/г медовая фаза нагревается до 45-50 °С за 60-90 с. После ее отделения повышение мощности до 1,5 Вт/г обеспечивает плавление воска. При 72 ± 3 °С в течение 180-240 с микробное число снижается на 60-75 %. Стабильность процесса обеспечивается автоматическим регулированием мощности с учетом влажности сырья.

При переработке 1000 кг забруса энергозатраты составляют 120-130 кВт•ч против 200-220 кВт•ч при паровой схеме, экономия - 70-90 кВт•ч/т. Исключение воды снижает образование эмульсии и технологических стоков.

Производительность линии достигает 80-120 кг/ч при коэффициенте загрузки 0,75-0,85. Для установки мощностью 3-5 кВт при переработке 2-3 т/год расчетный срок окупаемости составляет 2-3 года. Снижение затрат достигается за счет экономии энергии, повышения выхода воска и уменьшения трудоемкости.

Качество воска сохраняется: температура плавления – 62-65 °С, кислотное число – 17-19 мг КОН/г, выход – 92-95 %. Снижение потерь и предварительное отделение меда способствуют сохранению характеристик продукции.

Для выбора режимов применялись планирование эксперимента и регрессионный анализ. Для первого резонатора изменяли удельную мощность 0,6-0,9 Вт/г, время 1,1-1,7 мин и содержание меда 5-7 %. Наибольшее влияние на температуру имели мощность - 45 % и продолжительность - 38 %, взаимодействие факторов - 12 %, содержание меда - менее 5 %. Для второго этапа влияние мощности и времени становится более сопоставимым вследствие изменения диэлектрических свойств сырья.

Заключение

Применение объемного диэлектрического нагрева обеспечивает интенсификацию переработки забруса, разделение медовой и восковой фракций, снижение энергозатрат и микробной обсемененности. Полусферический резонатор и шнековое перемещение способствуют равномерному и непрерывному нагреву. Рациональный ре-

жим включает нагрев меда до 45-50 °С, воска - до 62-65 °С, кратковременную обработку при 70-75 °С; продолжительность цикла составляет 3-5 мин, энергозатраты – 110-130 Вт•ч/кг, выход воска – 92-95 %, производительность – 80-120 кг/ч. Технология перспективна для малых и средних пчеловодческих хозяйств; дальнейшие исследования целесообразно направить на уточнение диэлектрических характеристик сырья, автоматизацию управления и моделирование при масштабировании установки.

Список использованной литературы

1. Новикова Г.В., Тихонов А.А., Михайлова О.В., Просвирякова М.В., Воронов Е.В., Сторчевой В.Ф., Фёдоров М.Е., Коршиков Д.Д. СВЧ-установка с коническим резонатором для термообработки при измельчении жиросодержащего мясного сырья в непрерывном режиме. Патент на изобретение RU 2831716 C1, 12.12.2024. Заявка № 2023132692 от 05.12.2023. - EDN: DSKUBK.

2. Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Тихонов А.А., Михайлова О.В., Басонов О.А., Сторчевой В.Ф., Фёдоров М.Е. Измельчитель-плавитель жиросырья непрерывно-поточного действия с СВЧ-энергоподводом в тороидальный резонатор. Патент на изобретение RU 2828678 C1, 16.10.2024. Заявка № 2023113463 от 23.05.2023.- EDN: SBLDZH.

3. Новикова Г.В., Тихонов А.А., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Басонов О.А., Фёдоров М.Е., Меженина Е.И. СВЧ-плавитель жирового сырья с барабанным резонатором. Патент на изобретение RU 2828404 C1, 11.10.2024. Заявка № 2023120304 от 01.08.2023.- EDN: GVNUGU.

4. Поручиков Д.В., Просвирякова М.В., Тихонов А.А., Федоров М.Е. Микроволновая установка для термообработки мышечных желудков птиц в непрерывном режиме // Тракторы и сельхозмашины. 2024. Т. 91. № 6. С. 834-842.- DOI: 10.17816/0321-4443-629341.

5. Тихонов А.А., Новикова Г.В., Просвирякова М.В., Михайлова О.В., Басонов О.А., Фёдоров М.Е., Коршиков Д.Д. СВЧ-установка непрерывно-поточного действия для извлечения жира из костей убойных животных. Патент на изобретение RU 2825331 C1, 26.08.2024. Заявка № 2023120303 от 01.08.2023. - EDN: MBTIXI.

6. Тихонов А.А., Просвирякова М.В., Федоров М.Е., Коршиков Д.Д., Монев А.А. Анализ вторичного мясного сырья убойных животных, выбор способа его термообработки и обеззараживания // В сборнике: Современные тенденции развития аграрной науки. Сборник трудов по итогам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, приуроченной к 10-летнему юбилею факультета перерабатывающих технологий. Нижний Новгород, 2024. С. 64–71. – EDN: UNETJS.

7. Федоров М.Е., Тихонов А.А., Михайлова О.В. Электродинамические аспекты СВЧ-вытопки гусиного жиро-сырья в резонаторной установке // В сборнике: Приоритетные направления развития науки и практики: вызовы и перспективы XXI века. Сборник статей по материалам 77-й международной научно-практической конференции ФГБОУ ВО Костромской ГСХА. Караваево, 2026. С. 523–530.- EDN: SHWRPI.

УДК 664.8.047

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СНЕКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

И.А. Кучерова, канд. с.-х. наук, доцент,
Е.А Зенина, канд. с.-х. наук, доцент,
М.А. Денисова, канд. техн. наук, доцент,
К.Н. Евсикова, студент
Волгоградский государственный аграрный университет
г. Волгоград, Российская Федерация
Avet.K05@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследования подтверждающие перспективность использования ботвы и дикорастущих съедобных растений как нетрадиционного, но технологически ценного сырья для производства снековой продукции.

Abstract. The article presents research results confirming the potential of using plant tops and wild edible plants as non-traditional yet technologically valuable raw materials for the production of snack products.

Ключевые слова: технология, ресурсосбережение, сырье, снеки.
Keywords: technology, resource conservation, raw materials, snacks.

Актуальность

Рынок привычных снеков и закусок перераспределяется: потребитель отдаёт предпочтение низкокалорийным альтернативам с высоким содержанием белка – капитал уходит из стагнирующего сегмента картофельных чипсов в перспективный сектор с ежегодным приростом 7-9%. [1] Параллельно существует проблема переработки ботвы свёклы при свекловичном производстве, теоретически пригодна для кормовых целей, однако на практике такой способ сопряжён с трудностями и не приносит прибыли. [2] Эти факторы создают предпосылки для разработки снековой продукции за счёт использования нестандартного сырья. Технология производства чипсов из крапивы и ботвы свёклы позволят расширить ассортимент низкокалорийных снеков, но и вовлечь вторичные ресурсы в производственный цикл, снизив экологическую нагрузку. Таким образом, разработанный продукт одновременно ориентирован на запросы покупателей, выгоден для перерабатывающих предприятий и способствует снижению отходов производства.

Результаты исследований

Рост спроса на низкокалорийные белковые снеки и нерешенная проблема утилизации ботвы свёклы обосновывают разработку ресурсосберегающей технологии чипсов из альтернативного сырья.

Объект исследования – крапива двудомная *(Urtica dioica L.)* и ботва столовой свёклы *(Beta vulgaris L.)*. Макронутриентный состав крапивы содержит 4 г белка на 100г свежего сырья (23-30% в сухом веществе), что сопоставимо с зернобобовыми и значительно превышает показатели картофеля [3].

Ботва свёклы отличается низкой калорийностью 22 ккал на 100 г, в сухом веществе ботвы свёклы содержание пищевых волокон достигает 30%, что делает её эффективным источником клетчатки. [4] Установлена сортоспецифичная вариабельность содержания железа в листьях: степень удовлетворения суточной потребности варьируется от 1,3% до 9,8%

Для сравнительной оценки влиянии сырьевого состава на свойства готового продукта разработано три варианты рецептур представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав рецептур альтернативных чипсов

Кол-во содержания продукта на 1 порцию	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Яблоко, кг.	0,2	0,2	0,2
Листья крапивы, кг.	0,15	0,15	0
Ботва свёклы	0,15	0	0,15
Оливковое масло, кг.	0,01	0,01	0,01
Соль, кг.	0,01	0,01	0,01

Технологический процесс включал следующие этапы. Приём и контроль качества сырья. Мойка в проточной воде при температуре 18-20 °С в течении 5-7 минут. Варка растительных компонентов при 98-100 °С в течении 20 минут для размягчения волокон. Измельчение и гомогенизация с добавлением оливкового масла. Формование слоя толщиной 2-3 мм. Сушка в расстоечном шкафу с принудительной конвекцией при 60±2 °С в течении 4-5 часов до остаточной влажности менее 10%. Внесение соли за 60 минут до окончания сушки. Охлаждение до 20-22 °С. Контроль качества по согласно ГОСТ 35059-2024, ТР ТС 021/2011. Упаковка в трёхшовный пакет флоу-пак (flow-pack).

Пищевая ценность готовых образцов представлен в таблице 2.

Анализ показал, что все три рецептуры характеризуются низкой калорийностью. Наибольшее содержание белка в рецептуре 1, что обусловлено максимальной долей крапивы.

Таблица 2 – Пищевая ценность на 100 грамм продукта

Питательные вещества	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Белки, г.	1,12	0,88	0,72
Жиры, г.	1,34	1,62	1,55
Углеводы, г.	10,0	11,33	11,4
Калории, ккал.	50	56	56

Все исследованные образцы полностью соответствуют требованиям ГОСТ 35059-2024 «Чипсы. Общие технические условия» [5]. Массовая доля влаги не превышает нормативного значения 8%, что обеспечивает микробиологическую стабильность продукта. Содержание жира: при допустимом уровне 35% фактическое значение в образцах составляет 12,4–12,6%, то есть в 2,8 раза ниже предельного. Достигнуто это благодаря применению щадящей конвекционной сушки при 60°С вместо традиционной обжарки во фритюре. Столь низкое содержание жира является весомым конкурентным преимуществом на фоне традиционных картофельных чипсов, где этот показатель нередко достигает 30–35%. Содержание хлоридов во всех образцах также находится в пределах нормы. Установленный срок годности для рецептур составляет 6 месяцев, что обеспечено низкой остаточной влажностью, а также соответствует требованиям ТР ТС 021/2011.

Органолептическую оценку трёх образцов чипсов проводили по пятибалльной шкале (внешний вид, цвет, запах, вкус, консистенция). Рецептура №1 получила максимальную сумму баллов – 18 из 20, достоверно превосходя образцы №2 (15) и №3 (13) ($p < 0,05$); наибольший вклад внесли показатели «консистенция» и «вкус». Опрос фокус-группы (n=20) подтвердил: 50% респондентов предпочли рецептуру №1, что в 2,5 раза выше выбора образцов №2 (20%) и №3 (30%). Комбинирование крапивы и ботвы свёклы обеспечивает вкусовой баланс, что обосновывает выбор рецептуры №1 для промышленного производства.

Расчёт выполнен для рецептуры №1 на порцию 180 г [6]. Себестоимость составила 23,58 руб. При отпускной цене 60 руб. прибыль с единицы – 36,42 руб. Полученные данные подтверждают целесообразность внедрения разработки на предприятиях, располагающих доступной сырьевой базой вторичных ресурсов [7].

Заключение

Результаты исследования подтверждают перспективность использования ботвы и дикорастущих съедобных растений как нетрадиционного, но технологически ценного сырья для производ-

ства снековой продукции. Разработанный продукт отвечает устойчивому тренду роста сегмента полезных снеков (7–9% годовых) [1] и отличается высокой пищевой ценностью: крапива служит источником белка (до 4%) [3], а ботва свёклы – клетчатки [4]. Оптимальная рецептура №1, получившая 50% предпочтений фокус-группы и соответствующая ГОСТ 35059-2024 [5], имеет себестоимость порции 180 г – 23,58 руб. [6]

Список использованной литературы

1. Анализ рынка снеков в России в 2021–2025 гг, прогноз на 2026–2030 гг [Электронный ресурс] / BusinesStat // РБК Магазин исследований. – 2026. – Режим доступа: https://marketing.rbc.ru/research/ (дата обращения: 13.03.2026).
2. Дайджест «Плодоовощная продукция»: в России выросло производство тепличных овощей [Электронный ресурс] / Центр Агроаналитики. – 2025. – Режим доступа: https://specagro.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).
3. Алиева, С. М. Природное сырье в рационе кур-несушек / С. М. Алиева, Р. Ш. Ибрагимов, Р. Р. Ахмедханова // Евразийский Союз Ученых. – 2014. – № VI. – С. 82–83.
4. Врач рассказала о пользе листьев свеклы [Электронный ресурс] // ФАРМКОНТРОЛЬ. – 2025. – Режим доступа: https://www.pharmcontrol.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).
5. ГОСТ 34146–2017. Чипсы. Общие технические условия. – М. : Стандартинформ, 2017. – 12 с.
6. Анализ рынка картофельных чипсов в России – 2026. Показатели и прогнозы [Электронный ресурс] / Tebiz Group. – 2026. – Режим доступа: https://tebiz.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).
7. Донской сельхозпроизводитель поставляет чипсовый картофель в Москву, Петербург и другие города России [Электронный ресурс] // Эксперт ЮГ. – 2026. – Режим доступа: https://expertsouth.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).

УДК 636.4.087.61

АНАЛИЗ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОДОДВИГАНИЯ КОРМОВ

М.А. Керимов, д-р техн. наук, профессор,
В.И. Ветушко, старший преподаватель,
К.В. Горецкий, аспирант

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
г. Пушкин, Российская Федерация
martan-rs@yandex.ru

Аннотация. Современные технологии автоматизации в аграрной сфере стремительно развиваются, и одним из ключевых направлений является роботизация

процессов животноводства, в том числе систем пододвигания кормов. Для повышения эффективности выполнения этих задач принципиально важным является внедрение систем позиционирования, которые обеспечивают точность, надежность и безопасность работы роботизированных установок.

Abstract. Modern automation technologies in the agricultural sector are rapidly evolving, and the robotization of livestock farming processes – including feed-pushing systems – represents a key area of development. To enhance the efficiency of these tasks, the implementation of positioning systems is crucial, as they ensure the accuracy, reliability, and safety of robotic unit operations.

Ключевые слова. пододвигание кормов, автоматизация животноводства, системы позиционирования.

Key words. feed pushing, livestock farming automation, positioning systems.

Актуальность

Системы позиционирования играют ключевую роль в автоматизации процессов в сельском хозяйстве, особенно в контексте роботизированных установок для пододвигания кормов [1, 2]. С увеличением потребностей в эффективном управлении ресурсами и оптимизации процессов кормления животноводческих комплексов, разработка и внедрение высокоточных систем позиционирования становится ключевым фактором, определяющим производительность и экономическую целесообразность роботизированных систем (рисунок 1) [3, 4].

Результаты исследований

В современных роботизированных комплексах, предназначенных для пододвигания кормов, применяются различные системы позиционирования, выбор которых определяется условиями эксплуатации и требуемой точностью навигации. Классификация таких систем охватывает как глобальные, так и локальные методы определения координат. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) обеспечивают высокую точность позиционирования на открытых пространствах за счет приема сигналов со спутников, однако их эффективность снижается в условиях закрытых помещений или на территориях с плотной застройкой [5, 6]. Альтернативой выступают инерциальные навигационные системы (ИНС), которые рассчитывают перемещение на основе показаний акселерометров и гироскопов; будучи полностью автономными, они подвержены накоплению погрешности в процессе длительной работы. Для работы в ограниченных пространствах предпочтительны системы локального позиционирования, использующие

стационарно установленные датчики – лазерные дальномеры, ультразвуковые сенсоры, индуктивные элементы (взаимодействующие с металлическими пластинами) или техническое зрение, что позволяет достичь субсантиметровой точности в пределах малой зоны [7]. Наибольшую надежность демонстрируют комбинированные системы, интегрирующие данные разных технологий, например, ГНСС и ИНС, что позволяет взаимно компенсировать их недостатки и минимизировать ошибки позиционирования [8].

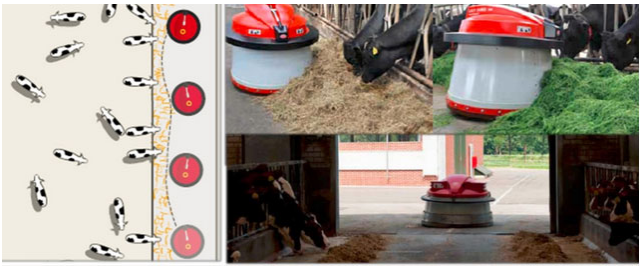


Рисунок 1 – Робот-пододвигатель корма
и траектория его проезда по кормовому столу [5, 6, 8]

При проектировании таких установок необходимо учитывать специфику рабочей среды: габариты помещения, поголовье животных, физико-механические свойства корма и конфигурацию препятствий. Применение систем позиционирования открывает ряд технологических преимуществ. В первую очередь, это оптимизация маршрутов движения: использование точных навигационных данных позволяет роботу строить энергоэффективные траектории, причем инерциальные системы способны адаптировать маршрут в реальном времени к изменениям обстановки. Интеграция с компьютерным зрением наделяет робота способностью распознавать и обходить препятствия, что особенно актуально для динамичной среды животноводческих ферм. Развитие адаптивных алгоритмов на базе искусственного интеллекта позволяет, анализируя данные о местоположении и поведении животных, прогнозировать потребность в пододвигании корма и своевременно корректировать режим работы [9, 10].

В конечном счете автоматизация процесса снижает долю ручного труда, высвобождая персонал для выполнения других задач, а также способствует сокращению потерь корма за счет его равномерного распределения.

Наряду с очевидными достоинствами, внедрение сложных навигационных систем сопряжено с определенными ограничениями. Ключевым барьером остается высокая стоимость оборудования и интеграции, требующая значительных капиталовложений. Кроме того, существует технологическая зависимость от стабильности внешних сигналов – например, ухудшение приема ГНСС может напрямую влиять на эффективность работы установки. Наконец, для поддержания заявленной точности необходимы регулярное техническое обслуживание и калибровка сенсорного оборудования, что увеличивает эксплуатационные расходы.

Заключение

Системы позиционирования играют ключевую роль в роботизированных установках для пододвигания кормов, обеспечивая высокую степень автоматизации и эффективность выполнения задач. Выбор подходящей системы зависит от множества факторов, включая условия эксплуатации, специфику животноводческой фермы и бюджетные ограничения. Предварительный анализ показывает, что для робота, перемещающегося в пределах животноводческого помещения, наиболее оптимальным подходом является использование ультразвукового датчика и/или сочетания индуктивного датчика и металлических пластин.

Список использованной литературы

1. Михайлов Ф.М. Система автоматического подталкивания корма на фермах КРС / Ф.М. Михайлов, М.А. Керимов // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК: Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, Санкт-Петербург-Пушкин, 24-26 марта 2021 года. Том Часть 1. – СПб.: СПбГАУ, 2021. – С. 317-319.

2. Kerimov M. Convergent technologies as conceptual basis for formation of powder industry in agribusiness / M. Kerimov, O. Ognev, I. Belinskaia // Engineering for Rural Development: 20, Virtual, Jelgava, 26-28.05.2021. – Virtual, Jelgava, 2021. – P. 1317-1324. – DOI 10.22616/ERDev.2021.20.TF290.

3. Кокунова И.В. Цифровизация и интеллектуализация современного сельского хозяйства / И.В. Кокунова, В.А. Ружьев, А.И. Орехов // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии, инновации: материалы международной научно-практической конференции, Великие Луки, 16 октября 2025 г. – В.Луки: ВГСХА, 2025. – С. 87-91.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023612424 РФ. Теоретико-прикладные основы функционирования поточно-технологических линий в животноводстве: заявл. 02.02.2023: опубл. 02.02.2023 / В.А. Ружьев, В.И. Ветушко, Л.А. Кулешова [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО СПбГАУ.

5. Патент на полезную модель № 216972 U1 Российская Федерация, МПК A01K 5/02, A01K 29/00. робот-пододвигатель: № 2023100828: заявл. 17.01.2023: опубл. 13.03.2023 / М.А. Керимов, В.А. Смелик, К.В. Горецкий, Ф.М. Михайлов; заявитель ФГБОУ ВО СПбГАУ.

6. Керимов М.А. Системное описание и схемотехническое решение роботапододвигателя кормов на животноводческих фермах / М.А. Керимов, К.В. Горецкий // Развитие отраслей АПК на основе формирования эффективного механизма хозяйствования: сборник научных трудов IV Международной научно- практической конференции, Киров, 16 ноября 2022 г. – Киров: ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», 2022. – С. 100-104.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025691388 РФ. Сельскохозяйственный ровер: системы технического зрения: заявл. 14.11.2025: опубл. 14.11.2025 / В.А. Ружьев, А.В. Антипов, А.И. Фомичев, К.С. Титов; заявитель ФГБОУ ВО СПбГАУ.

8. Патент на полезную модель № 235112 U1 РФ, МПК A01K 5/02. Роботпододвигатель : заявл. 14.04.2025: опубл. 20.06.2025 / М.А. Керимов, К.В. Горецкий; заявитель ФГБОУ ВО СПбГАУ.

9. Керимов М.А. Оптимизация многосвязных систем с учетом неопределенности исходной информации // Известия Международной академии аграрного образования. – 2020. – № 48. – С. 10-13.

10. Керимов М.А. Разработка и использование моделей биотехнологических систем в прикладных научных исследованиях / М.А. Керимов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2023. – Т. 17, № 4. – С. 19–25. – DOI 10.22314/2073-7599-2023-17-4-19-25.

УДК 631.363

АНАЗИЗ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГЛЮКОЗИНОЛАТОВ В РАПСОВОМ ЖМЫХЕ

С.А. Дрозд, канд. техн. наук, доцент,
Д.С. Кочев, Д.А. Лазаренко
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
drozd.s.a.sm@bsatu.by

Аннотация. Проанализированы современные методы снижения содержания глюкозинолатов в рапсовом жмыхе как белковом компоненте комбикормов.

Abstract. Analyses modern methods for reducing glucosinolate content in rapeseed cake used as a protein component of compound feeds.

Ключевые слова: рапсовый жмых, глюкозинолаты, детоксикация, комбикорма, питательная ценность.

Keywords: rapeseed cake, glucosinolates, detoxification, compound feeds, nutritional value.

Введение

Обеспечение животноводства сбалансированными кормами - стратегическая задача АПК Беларуси. Из-за роста цен на импортные белковые компоненты особенно важно использовать собственные ресурсы – в частности, рапсовый жмых, поскольку валовой сбор семян рапса в стране стабильно превышает 800 тысяч тонн [1]. Однако в жмыхе сохраняются глюкозинолаты, которые при взаимодействии с ферментом мирозиназой образуют токсичные соединения, угнетающие щитовидную железу, снижающие потребление и переваримость корма, вызывающие поражения печени и почек [2]. Поэтому разработка экономически обоснованных методов снижения содержания глюкозинолатов в рапсовом жмыхе - важная научно-практическая задача, решение которой позволит шире использовать это белковое сырьё в рационах сельскохозяйственных животных без ущерба для их здоровья и продуктивности [3].

Основная часть

Проблема снижения содержания антипитательных веществ в рапсовом жмыхе является ключевым условием расширения его использования в комбикормовой промышленности. Существующие методы детоксикации рапсовых кормов можно классифицировать на селекционные, физические, химические, биологические и комбинированные.

Селекционный метод предусматривает создание сортов с генетически обусловленным низким содержанием глюкозинолатов и эруковой кислоты. В Государственный реестр сортов Республики Беларусь включены отечественные сорта озимого и ярового рапса типа «00», обеспечивающие содержание глюкозинолатов в семенах на уровне 15…20 мкмоль/г. Однако даже при использовании таких сортов остаточное содержание глюкозинолатов в жмыхе (20–40 мкмоль/г) в 4…8 раз превышает допустимые нормы для моногастричных животных, что делает селекционный подход необходимым, но недостаточным условием безопасного использования жмыха [4].

Физические методы основаны на воздействии на рапсовый жмых высокой температуры, давления, излучения или их комбинации. Среди них наибольший интерес представляют микронизация, СВЧ-обработка, экструзия, паровой взрыв и пропаривание.

Микронизация – обработка инфракрасным излучением при 195 ºС в течение 90 с – позволяет снизить содержание глюкозинолатов до 70 %. Метод инактивирует мирозиназу, улучшает переваримость и снижает гидролиз глюкозинолатов в желудочно-кишечном тракте, однако его эффективность зависит от исходной влажности сырья.

СВЧ-обработка (с частотой 2450 МГц, 800 Вт) при предварительном кондиционировании снижает содержание глюкозинолатов на 38…67% за 2…6 мин.

Экструзия подразделяется на сухую и влажную. Сухая экструзия снижает содержание глюкозинолатов на 19…42%, влажная (при 150 °С с добавлением 2% аммиака) – на 67%. Сухая экструзия повышает растворимость полисахаридов и доступность ферментов, но мало влияет на глюкозинолаты и активность мирозиназы. Влажная экструзия с аммиаком значительно эффективнее.

Паровой взрыв – обработка перегретым паром под давлением с резким сбросом давления – при давлении ≥1,6 МПа и времени 180 с удаляет до 99% глюкозинолатов, а также токсичные продукты их распада (изотиоцианаты, оксазолидинтионы, нитрилы) на 93…97%. Это один из наиболее эффективных физических методов [5].

Химические методы включают обработку аммиаком или гидроксидом аммония, солями (сульфат меди, сульфат железа) и экстракцию растворителями.

Обработка аммиаком или гидроксидом аммония приводит к реакции с глюкозинолатами с образованием нетоксичных тиомочевин. В комбинации с экструзией эффективность достигает 80 %. Метод более мягкий по сравнению с кислотной/щелочной обработкой, уменьшает горький вкус.

Обработка солями, например замачивание в растворе $CuSO_4$ (6,25 г на 2 л воды на 1 кг жмыха) с последующей сушкой при 60 °С, снижает содержание глюкозинолатов на 36 %…90 %. Механизм основан на хелатировании свободных катионов с гидролизатами антинутриентов. Однако метод может ухудшать питательность и вкусовые качества.

Экстракция растворителями (вода, 75 % этанол, ацетон, метанол/ацетон с 0,2 % хлорной кислоты) обеспечивает снижение глюкозинолатов на 30 %...50 % при этанольной экстракции и до 96 % при

использовании гексана с 10 % аммиака в метаноле. Метод требует больших объёмов растворителя и длительного времени (до 6 ч), а также может денатурировать белки (NaOH в этаноле). Водная экстракция считается наиболее эффективным растворителем для извлечения глюкозинолатов.

Биологические методы представлены ферментативной обработкой, микробной ферментацией.

Ферментативная обработка обеспечивает снижение глюкозинолатов до 80 % и заключается в добавлении мультиэнзимных препаратов (целлюлазы, ксиланазы, фитазы) при 40 °С в течение 4 ч или мирозиназы из ростков рапса (2200 ед/г, 4 ч с аскорбиновой кислотой). Ферментативный гидролиз расщепляет глюкозинолаты; комбинация с щелочной экстракцией (4 % NaOH) усиливает эффект.

Микробная ферментация – наиболее широко исследуемый биологический метод. Твёрдофазная ферментация с использованием дрожжей (Saccharomyces cerevisiae, S. boulardii), бактерий (Bacillus subtilis, Lactobacillus plantarum) или грибов (Rhizopus oligosporus) снижает содержание глюкозинолатов на 47 %…99 % в зависимости от штамма и условий. Одновременно снижается содержание фитатов, танинов, сырой клетчатки и повышается содержание сырого протеина. Совместная ферментация с целлюлазой снижает глюкозинолаты на 77 % и повышает переваримость аминокислот; применение трёх штаммов (*Bacillus subtilis, Saccharomyces cerevisiae и Bacillus amyloliquefaciens*) обеспечивает снижение на 99 %.

Комбинированные методы сочетают термическое воздействие с химической нейтрализацией или ферментативной обработкой. Экструзия с добавлением 5 % щёлочи и 1 % сульфата железа снижает содержание глюкозинолатов на 80 %.

Заключение

Анализ методов показывает, что наибольшей эффективностью обладают паровой взрыв (до 99 %), комбинированные методы (до 80 %) и микробная ферментация (до 99 %). Селекционный метод остаётся необходимым, но недостаточным.

Список использованной литературы

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический буклет / И. В. Медведева [и др.]. – Минск : Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2025 – 36 с.

2. Дрозд, С. А. Применение рапсового жмыха в комбикормовом производстве / С. А. Дрозд, Д. С. Кочев // Техническое обеспечение инновационных технологий

в АПК : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 30-31 октября 2025 г. - Минск : БГАТУ, 2025. – С. 464–466.

3. Байбатыров, Т.А. Оптимизация параметров процесса экструдирования рапсового жмыха / Т. А. Байбатыров, С. А. Дрозд // Агропанорама. – 2024. – № 4. – С. 15–19.

4. Нормы скармливания жмыха и шрота из семян новых сортов рапса молодняку крупного рогатого скота : моногр. / В. Ф. Радчиков [и др.] ; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2019. – 132 с.

5. Gu, X. Detoxification of Rapeseed Meals by Steam Explosion / X. Gu, W. Dong, Y. He // Journal of the American Oil Chemists' Society. – 2011. – Vol. 88. – P. 1831–1838. – DOI: 10.1007/s11746-011-1849-4.

УДК 631.363

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ СПИРАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЁРА ДЛЯ ПОДАЧИ КОМБИКОРМОВ

В.Н. Гутман[1], канд. техн. наук, доцент
С.А. Дрозд[2], канд. техн. наук, доцент,
[1]Учреждение образования
«Барановичский государственный университет»,
г. Барановичи, Республика Беларусь
[2]Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
drozd.s.a.sm@bsatu.by

Аннотация. Обоснованы параметры спирального транспортёра для автоматизированной подачи комбикормов. Получена математическая модель производительности, учитывающая диаметр кожуха, шаг и диаметр спирали, частоту вращения и угол наклона транспортёра. Расчёты для трёх вариантов показали, что вариант с $D_{ТР}$ = 75 мм при 275…350 об/мин обеспечивает 0,958…1,220 т/ч, что соответствует техническому заданию 0,9–1,2 т/ч. Результаты согласуются с экспериментальными данными.

Abstract. The parameters of a spiral conveyor for automated compound feed supply have been substantiated. A mathematical model of productivity has been obtained, taking into account the casing diameter, the pitch and diameter of the spiral, the rotational speed, and the conveyor inclination angle. Calculations for three variants showed that the variant with $D_{ТР}$ = 75 mm at 275…350 rpm provides 0,958…1,220 t/h, which meets the design specification of 0,9–1,2 t/h. The results are consistent with experimental data.

Ключевые слова: спиральный транспортёр, комбикорм, производительность, математическая модель, автоматизация кормления.

Keywords: spiral conveyor, compound feed, productivity, mathematical model, feeding automation.

Введение

При создании современных автоматизированных свиноводческих комплексов стоит задача создания малогабаритных, простых в изготовлении и эксплуатации механизмов для автоматизированной подачи комбикормов в кормоцехах и свинарниках-маточниках. По результатам предварительных исследований в качестве такого механизма предложен спиральный конвейер, рабочий орган которого выполнен в виде плоской пружины, образующей вращающуюся винтовую поверхность. Однако теоретическое обоснование математической модели взаимодействия сыпучих материалов с вращающимися винтовыми поверхностями и методика экспериментальной проверки адекватности модели разработаны недостаточно полно [1-3].

Основная часть

Проведенные теоретические исследования показали, что основным технологическим параметром транспортера является его производительность, которая зависит от следующих показателей: частоты вращения, угла наклона транспортера, диаметра кожуха, шага и диаметра винтовой поверхности.

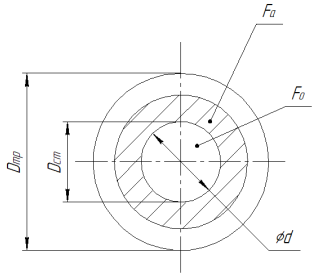


Рисунок 1 – Поперечное сечение трубопровода транспортёра

Формула для определения производительности транспортёра:

$$Q = \left[F_a + \left(\frac{\pi \cdot D^2{}_{mp}}{4} - F_a \right) \cdot K_y \right] \cdot j \cdot S \cdot n \cdot K_1$$

Данная формула производительности является математической моделью, описывающей взаимодействие сыпучих материалов с вращающимися винтовыми поверхностями.

Таблица 1 – Результаты расчётов производительности в зависимости от частоты вращения спирали

n, об/мин	Вариант 1 Dтр=75, Dсп=60 S=45, c=10 (мм)	Вариант 2 Dтр=90, Dсп=70 S=52, c=12 (мм)	Вариант 3 Dтр=55, Dсп=40 S=52, c=12 (мм)
	Q, т/ч	Q, т/ч	Q, т/ч
100	0,348	0,572	0,096
150	0,523	0,859	0,146
200	0,697	1,145	0,193
250	0,871	1,431	0,241
275	0,958	1,577	0,265
300	1,045	1,717	0,289
325	1,132	1,860	0,313
350	1,220	2,003	0,338
375	1,307	2,146	0,362
400	1,394	2,290	0,386

Из таблицы 1 видно, что производительность линейно возрастает с увеличением частоты вращения спирали во всём исследуемом диапазоне. Наибольшую производительность обеспечивает вариант 2 (D_{TP} = 90 мм): от 0,572 до 2,290 т/ч. Вариант 1 (D_{TP} = 75 мм) соответствует требованиям технического задания (0,9–1,2 т/ч) при частоте вращения 275–350 об/мин[4].

Заключение

Полученное математическое выражение производительности транспортирования комбикормов позволяет описать взаимодействие сыпучих материалов с вращающимися спиральными винтовыми поверхностями, дать возможность определять производительность транспортера в зависимости от конструктивных параметров рабочих органов (диаметра кожуха, шага и диаметра винтовой поверхности) и режимов работы транспортера (частоты вращения спирали, угла наклона транспортера), а также условия транспортирования кормового материала.

Список использованной литературы

1. Стратегия развития ультрасовременного свиноводства в Республике Беларусь на 2025–2034 годы // Белорусское сельское хозяйство: ежемесячный научно-практический аграрный журнал / учредитель: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – 2024. – №12. С. 14–17.

2. А.С. СССР № 772951. Способ транспортирования материалов гибкой спиралью и устройство для его осуществления/ Ланге Ю.Б., Будзиковский А.И. и др./1980, БИ N 39.

3. А.С. СССР № 1452765. Спирально-винтовой конвейер. Гутман В.Н., Терпиловский К.Ф., Отто Е.К./1989, БИ №3.

4.Новые технические средства для экологического содержания свиней [Разработка смесителя с весовым дозированием и микропроцессорным управлением, транспортёр для раздачи сухих комбикормов и автокормушка] / В.Н. Гутман, В.Н. Дашков // Экология и с.-х. техника / Сев.-Зап. Науч.- исслед. ин-т механизации и электрификации сел. хоз-ва. – Санкт-Петербург, 2005. – Т.3. – с. 95–99.

УДК 579.67:637.52

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И КОНТРОЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ МЯСА И РЫБЫ

Л.А. Минченко[1], канд.с.-х. наук, доцент,
старший научный сотрудник, зав. лабораторией,
Г.Л. Гиззатова[2], канд. техн. наук, доцент
[1]ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова,
[2]Волгоградский государственный аграрный университет,
г. Волгоград, Российская Федерация
gizzatowagulnara@yandex.ru

Аннотация. В статье произведен микробиологический мониторинг и контроль безопасности желированных продуктов из мяса и рыбы.

Abstract. The article presents the results of microbiological monitoring and safety control of gelled meat and fish products.

Ключевые слова: оценка, контроль, желированный продукт, мясо, рыба.

Keywords: evaluation, control, gelled product, meat, fish.

Актуальность

В соответствии с требованиями СанПиН 2.3/2.4.3590-20 из ассортимента школьных столовых исключены студни и заливные блюда [1]. Микробиологический анализ подтверждает обоснованность данной меры: химический состав этих продуктов создает благоприятную среду для жизнедеятельности микроорганизмов.

Ключевым фактором риска признано ускоренное размножение *Staphylococcus aureus* (золотистого стафилококка). Учитывая физико-химические свойства желированных блюд, их нахождение на линии раздачи в течение стандартной учебной смены формирует условия для накопления бактериальной массы. Это представляет потенциальную угрозу здоровью обучающихся, в особенности детей с патологиями органов пищеварения.

С 1 января 2021 года в России начали действовать новые санитарные правила – СанПиН 2.3/2.4.3590-20, утвержденные Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 27 октября 2020 г. № 32 [1]. Документ существенно обновил требования к организации питания в образовательных учреждениях. Одним из самых обсуждаемых нововведений стал запрет на приготовление и реализацию в школьный столовый ряд традиционных блюд: студней, холодцов и заливных (из мяса, рыбы и птицы).

В основу исследования была положена рабочая гипотеза: основным неблагоприятным фактором при реализации студней и заливных блюд является риск развития патогенной микрофлоры в течение регламентированного срока хранения продукта. Данная гипотеза подлежит верификации на основании результатов микробиологического анализа.

Чтобы проверить безопасность привычных блюд, исследователи воссоздали на кухне обычную смену школьной столовой. По стандартным рецептам они сварили и залили желе мясо, птицу и рыбу – всего получилось четыре группы образцов (по три порции каждого блюда: мясной и куриный холодец, заливное из говядины и рыбы). Для чистоты эксперимента использовалось самое обычное оборудование – такие же электрические плиты и кастрюли, которые стоят в любой школе. Важное условие: все продукты закупались как для детей – со всеми необходимыми сертификатами качества и документами, гарантирующими их свежесть.

Контрольные образцы готовились в строгом соответствии со стандартной рецептурой [3]. Условия хранения были смоделированы на основе реальных производственных циклов школьной столовой: ввиду необходимости обеспечения питанием всей смены (первой или второй), готовые блюда – как плотный холодец, так и заливное – экспонируются на линии раздачи в охлаждаемой витрине не более 5 часов. Именно этот временной интервал был выбран для проведения эксперимента.

Микробиологические показатели определялись стандартизированными методами:

- Бактерии группы кишечных палочек (БГКП) – по ГОСТ ГОСТ Р 50474-93 [4], бактерии рода *Salmonella* – по ГОСТ Р 52814-2007 [6] и коагулазоположительные стафилококки (*Staphylococcus aureus*) – по ГОСТ 31746-2012 [7].
- Определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) проводилось согласно ГОСТ 10444.15-94. Методика включала подготовку исходной суспензии из навески продукта с последующим приготовлением ряда десятикратных разведений. Инкубация посевов осуществлялась в аэробных условиях при температуре (30±1) °С в течение 72 часов [5].

В ходе эксперимента установлено, что показатели содержания БГКП и патогенных энтеробактерий (*Salmonella* spp.) соответствовали нормативным требованиям во всех исследуемых образцах на протяжении всего регламентированного срока хранения. Это свидетельствует об отсутствии условий для репликации данных групп микроорганизмов в течение установленного времени экспозиции при заданном температурном режиме.

Вместе с тем зафиксирована положительная динамика роста общей микробной обсемененности (КМАФАнМ) и популяции *Staphylococcus aureus*. Анализ данных свидетельствует о том, что динамика КМАФАнМ по группе студней (мясной, куриный) не превышает нормативных значений ($2*10^3$ КОЕ/г) на протяжении всего периода хранения. В то же время показатели заливного – преимущественно мясного – демонстрируют экспоненциальный рост к пятому часу экспозиции ($1{,}96*10^3$ КОЕ/г), вплотную приближаясь к предельно допустимой концентрации ($2*10^3$ КОЕ/г). Несмотря на отсутствие прямой эпидемиологической угрозы при соблюдении технологии, выявленная тенденция формирует риск-фактор для детей группы риска, в частности, имеющих сопутствующие патологии желудочно-кишечного тракта.

Выводы:

1. По результатам микробиологического мониторинга установлено, что исследуемые образцы соответствуют нормативным требованиям по содержанию *Salmonella* spp. и БГКП при условии соблюдения технологии термической обработки и регламентированного срока реализации.

2. Показатели КМАФАнМ для плотных студней остаются стабильными в пределах нормы ($2*10^3$ КОЕ/г) на протяжении всего периода хранения. В группе заливных блюд (преимущественно мясных) к пятому часу экспозиции наблюдается выход показателей на верхнюю границу допустимого уровня ($1,96*10^3$ КОЕ/г), что формирует латентный риск для детей с компрометированным состоянием желудочно-кишечного тракта.

Список использованной литературы

1. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 02.06.2026 N 18 "Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил и норм СанПиН 2.3/2.4.4282-26 "Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения" (вместе с "СанПиН 2.3/2.4.4282-26. Санитарно-эпидемиологические правила и нормы...").

2. ППК для общепита с учетом требований СанПиН 01.09.2026.

3. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания / Сост. Л. Е. Голунова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : ПрофиКС, 2003. — 408 с.

4. ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения бактерий группы кишечной палочки (колиформных бактерий). [Электронный документ] / СПС «Кодекс».

5. ГОСТ 10444.15-94 Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов [Электронный документ] / СПС «Кодекс».

6. ГОСТ Р 50480-93 Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода Salmonella. [Электронный документ] / СПС «Кодекс».

7. ГОСТ 31746-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и Staphylococcus aureus [Электронный документ] / СПС «Кодекс».

УДК 664.858

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ПАСТИЛЬНОЙ МАССЫ, ОБОГАЩЕННОЙ МАСЛОМ ГРЕЦКОГО ОРЕХА

Г.Л. Гиззатова, канд. техн. наук, доцент,
М.А. Денисова, доцент,
А.П. Масалыкина, аспирант
Волгоградский государственный аграрный университет,
г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Разработана рецептура пастилы с повышенной пищевой ценностью, предназначенной для диетического (диабетического) питания, в которой использовано масло грецкого ореха и осуществлена замена сахара на сироп топинамбура.

Abstract. A formulation for pastila with enhanced nutritional value, intended for dietary (diabetic) nutrition, has been developed; it incorporates walnut oil and replaces sugar with Jerusalem artichoke syrup.

Ключевые слова: рецептура, пастила, грецкий орех, масло.
Keywords: recipe, pastila, walnut, oil.

Актуальность

В современном мире наблюдается устойчивая тенденция к увеличению объемов потребления функциональных продуктов питания. Покупатели все чаще отдают предпочтение товарам, не содержащим пальмовое масло, синтетические консерванты, красители, ароматизаторы и другие искусственные добавки. Среди населения растет спрос на здоровые продукты и ингредиенты, используемые при их изготовлении.

Маркетинговые анализ последних лет свидетельствует о том, что, несмотря на более высокую стоимость такой продукции, она остается востребованной, а потребители готовы платить за натуральность. Особую роль в питании играет местное сырье, которое пользуется популярностью в конкретном регионе и является более доступным [1].

Грецкий орех и производные от его переработки сравнительно недавно стали предметом изучения и начали активно применяться в пищевой промышленности. Это обусловлено их полезными для здоровья свойствами и привлекательными вкусовыми характеристиками. Ядра грецкого ореха и продукты на их основе широко используются в кондитерском деле (например, при изготовлении конфет, халвы) и в хлебопечении (в таких изделиях, как пряники и торты).

В последние годы сформировалось однозначно отрицательное отношение к рафинированному сахару. Поскольку в кондитерских изделиях его содержание обычно очень высоко, а число пациентов с диабетом растет, сироп топинамбура может выступить в качестве альтернативы сахару и улучшить органолептические свойства новой разрабатываемой пастилы [2].

Разработчиками принято решение о введении в рецептуру пастилы масла грецкого ореха в качестве источника полезных жиров. Это позволит: обогатить продукт биологически активными веществами; повысить пищевую ценность изделия. Несмотря на очевидные преимущества, применение грецкого масла в составе пастилы ранее не практиковалось, что подтверждает новизну и актуальность предлагаемого технологического решения.

При создании нового вида пастилы как продукта функционального питания разработчики предусмотрели замену сахарного песка на сироп топинамбура с целью повышения полезных свойств продукта. Сироп топинамбура содержит фруктозу [3].

Несмотря на калорийность, аналогичную сахарозе, фруктоза обладает лучшей усвояемостью организмом и может применяться в диетическом питании лицами с диабетом в рекомендованной дозировке 0,5–1,0 г на 1 кг массы тела. Исследования также подтверждают ее пользу для здоровых людей и лиц с высокими физическими нагрузками, проявляющуюся в тонизирующем эффекте.

Как заменитель сахара сироп топинамбура позволяет снизить его количество в рецептуре на 50–70 %. Кроме того, ее способность усиливать отдельные ароматы и формировать новые вкусоароматические комбинации позволяет улучшить органолептические показатели пастилы.

Цель работы: разработка рецептуры пастилы функционального назначения, обогащенной маслом грецкого ореха и сиропом топинамбура.

В работе использовалось масло грецкого ореха и сироп топинамбура, купленного на маркетплейсах.

За основу была взята классическая рецептура пастилы, включающая следующие компоненты: сахар-песок, сахарная пудра, патока, яблочное пюре, яичный белок, агар и лимонную кислоту.

Органолептическая оценка пастилы проводилась в соответствии с ГОСТ 6441-2014 «Изделия кондитерские пастильные» по следующим параметрам: вкус и запах, цвет, консистенция, структура, форма и состояние поверхности [4]. Среди физико-химических показателей контролировались массовая доля влаги и кислотность.

Введение в рецептуру масла грецкого ореха и сиропа топинамбура позволяет создать продукт, сбалансированный по химическому составу и энергетической ценности. Эти ингредиенты способствуют нормализации физиологических функций и метаболических процессов в организме человека, а также снижают риск развития алиментарно-зависимых заболеваний. Разработанная пастила соответствует требованиям ГОСТ Р 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные» [5].

В ходе подбора оптимальной композиции были изготовлены три опытных образца пастилы функционального назначения по разработанным рецептурам.

По результатам органолептического анализа наивысшую оценку экспертов получил образец пастилы с добавлением 5% масла грецкого ореха.

Таблица 1– Рецептурные композиции опытных образцов пастилы

Показатель качества	Число участников дегустации	Оценка изделия в баллах по вариантам		
		№1, 3%	№2, 5%	№3, 10%
Вкус и аромат	20	5	6	9
Вид на изломе	20	7	5	8
Цвет и внешний вид	20	6	7	7
Поверхность, форма	20	6	8	6
Суммарная оценка		24	26	30

Таблица 2– Органолептические показатели пастилы с добавлением масла грецкого ореха и сиропа топинамбура

Показатель качества	Пастила с добавлением грецкого масла и сиропа топинамбура
Вкус и аромат	Ясно выраженные, соответствующие виду плодов и ароматизированных добавок
Цвет	Равномерный
Внешний вид	Соответствующий изделию, без заметных искривлений граней, ребер и деформаций
Поверхность, форма	Сухая, равномерно обсыпанная сахарной пудрой, корочка тонкая, мелкокристаллическая, без трещин
Вид на изломе	Структура мелкопористая по всему излому

Рецептура с 5% содержанием масла грецкого ореха и полной заменой сахара на сироп топинамбура является оптимальной для производства пастилы функционального назначения и рекомендуется для внедрения в производство.

Выводы

Разработана рецептура пастилы с повышенной пищевой ценностью, предназначенной для диетического (диабетического) питания, в которой использовано масло грецкого ореха и осуществлена замена сахара на сироп топинамбура. Экспериментальным путем установлена оптимальная дозировка масла грецкого ореха – 5%, которая позволяет улучшить органолептические характеристики продукта и повысить его пищевую ценность.

Список использованной литературы

1. Бочкова И.А., Масалыкина А.П., Гиззатова Г.Л., Андреенко Л.В. Разработка рецептуры мармелада из регионального сырья // В сборнике: Научное обоснование стратегии цифрового развития АПК и сельских территорий. Материалы Национальной научно-практической конференции. Волгоград, 2025. С. 240–246.
2. Бочкова И.А., Филимонова Н.А., Гиззатова Г.Л., Андреенко Л.В. Разработка рецептуры варенья из ягод паслена черного и плодов хеномелиса с грецким орехом // В сборнике: Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации. Материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 2022. С. 262-267.
3. Гиззатова Г.Л., Денисова М.А., Масалыкина А.П., Бочкова И.А. Разработка рецептуры зефира из ягодного пюре и подсластителя // В книге: Достижения и перспективы в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Материалы VI национальной научно-практической конференции. Майский, 2025. С. 244-247.
4. ГОСТ 6441-2014. Изделия кондитерские пастильные. Общие технические условия. М., 2014.
5. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые функциональные. Термины и определение. М., 2005.

УДК 664.014:633.367

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЛЮПИНОВОЙ ПАСТЫ ИЗ ЗЕРНА МАЛОАЛКАЛОИДНЫХ СОРТОВ

А.А. Хлопов, канд. с.-х. наук, доцент,
С.А. Емелев, канд. с.-х. наук, доцент,
Е.С. Лыбенко, канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет», г. Киров, Российская Федерация
akhlopov@yandex.ru

Аннотация. Произведена сравнительная оценка люпиновой пасты, полученной из зерна малоалкалоидных сортов люпина узколистного.

Abstract. A comparative evaluation was conducted of lupin paste obtained from the seeds of low-alkaloid narrow-leaved lupin varieties.

Ключевые слова: оценка, качество, паста, зерна, сорт.

Keywords: rating, quality, paste, beans, variety.

Актуальность

Зерно люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) отличается высоким содержанием протеина и сбалансированным аминокислотным составом [1, 2]. В последнее время рассматривается возможность использования зерна этого растения в пищевой промышленности [3, 4]. Широкому использованию в пищевой промышлен-

ности препятствовало наличие в семенах люпина значимого количества алкалоидов, которые придают продуктам горький привкус. На современном этапе развития селекции создан ряд малоалкалоидных сортов [5]. Однако содержание алкалоидов в зерне определяется не только сортовыми различиями, но и агроклиматическими условиями, а также технологическими свойствами сырья.

Цель работы – сравнительная оценка физико-химических и органолептических показателей качества люпиновой пасты, полученной из зерна малоалкалоидных сортов люпина узколистного, выращенного в условиях Кировской области (Россия).

Результаты исследований

Исследования проводили на зерне сортов Белозерный 144 и Кристалл, выращенных в Кировской области в 2025 г. Содержание алкалоидов составило 0,033 и 0,036 % на а.с.в. соответственно. Подготовку зерна осуществляли по единой схеме. Очищенное зерно замачивали в воде при 60 °С (4 ч, гидромодуль 1:3). Далее осуществляли 2-кратную водную экстракцию (гидромодуль 1:5, 2 ч). Затем проводили измельчение до пастообразной консистенции. Влажность пасты определяли по методике высушивания до постоянной массы при 105 °С (ГОСТ 13496.3-92 «Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги»). Органолептическую оценку – по ГОСТ 31986–2012 «Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания».

Массовая доля влаги является одним из ключевых технологических параметров. Она определяет пластичность, однородность и стабильность пищевых дисперсий. Результаты определения влажности представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Массовая доля влаги в люпиновой пасте (n = 3)

Сорт	Влажность, %
Белозерный 144	67,2 ± 0,47
Кристалл	68,5 ± 0,34

Влажность пасты составила 67,2-68,5 %. Такой уровень вполне соответствует стандартным показателям для влажных паст из бобовых. Различия между сортами составляют 1,3 процентных пункта и обусловлены, вероятно, сортовыми особенностями гидратационной способности белково-полисахаридного комплекса. Получен-

ный диапазон влажности обеспечивает пластичность и однородность массы. Пасту впоследствии можно использовать без дополнительной гидратации. Исключение этапа сушки из технологии изготовления продукта переработки зерна люпина (люпиновой пасты) приведет к экономии энергии и снижению себестоимости. Для сохранения микробиологической стабильности люпиновой пасты при такой влажности требуется хранение в условиях не превышающих ≤ 4 °С.

Органолептические свойства пищевых ингредиентов непосредственно влияют на восприятие готового продукта потребителем. Органолептические показатели пасты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептическая оценка люпиновой пасты (5-балльная шкала)

Критерий	Белозерный 144	Кристалл
Цвет	4,8	5,0
Запах	4,6	4,8
Консистенция	5,0	5,0
Вкус (горечь)	5,0	5,0
Средний балл	4,85	4,95

Цвет обоих образцов был светло-бежевый, без серого или желтоватого оттенка. Это говорит о минимальной окислительной деградации полифенолов. Средний балл оценки по цвету составил 4,8 для пасты зерна сорта Белозерный 144 и 5,0 для пасты из Кристалла. Запах отмечен дегустаторами как слабо выраженный бобовый. Горькие, затхлые или кислые тоны не отмечены. Слабый аромат свидетельствует об эффективности экстракции летучих алкалоидов и продуктов липоксигеназной реакции при подготовке зерна. Средние баллы по запаху – 4,6 и 4,8 соответственно. Консистенция изучаемого продукта однородная, без комочков и включений. Вязкость пасты сметанообразная (оба образца по 5,0 баллов). Такая вязкость обеспечит ее равномерное распределение в тесте или фарше.

Наиболее значимым критерием являлось отсутствие горечи во вкусе. Ни один из членов дегустационной комиссии не отметил наличие горького привкуса в исследуемых образцах. Это свидетельствует о снижении содержания алкалоидов ниже порога восприятия (≤ 0,002 %). Оба сорта получили максимальные баллы по вкусу. Средняя органолептическая оценка составила 4,85 балла для пасты из зерна сорта Белозерный 144 и 4,95 балла для пасты из зерна сорта Кристалл.

Выводы

Сравнительная оценка люпиновой пасты, полученной из зерна малоалкалоидных сортов люпина узколистного, позволяет сделать следующие выводы:

1. Массовая доля влаги в пасте, полученной из обоих сортов люпина узколистного, составляет 67,2 и 68,5 %. Продукт с такой влажностью является пригодным для последующего использования в технологическом процессе. Уровень влажности обеспечивает пластичность и однородность люпиновой пасты. Исключение стадии сушки позволит снизить затраты на производство. Различия по влажности между сортами (1,3 %) несущественны.

2. Органолептический профиль пасты характеризуется высокими показателями по всем критериям. Цвет анализируемых продуктов светло-бежевый без серых оттенков, запах – слабо бобовый без посторонних тонов, консистенция – однородная, сметанообразная. Горечь во вкусе отсутствует.

3. Паста, полученная из зерна сорта Кристалл, отличалась несколько более высокими результатами органолептической оценки по сравнению с пастой из зерна сорта Белозерным 144. Различия отмечены по цвету (5,0 против 4,8) и запаху (4,8 против 4,6), что отразилось на среднем суммарном балле (4,95 против 4,85). Оба сорта могут быть рекомендованы для промышленного использования в пищевых целях. При этом выбор конкретного сорта может определяться доступностью сырья и спецификой конечного продукта.

Таким образом, применение малоалкалоидных сортов люпина узколистного в сочетании с водной экстракцией при гидромодуле 1:5 обеспечивает получение пасты, которая может быть пригодна для внесения при изготовлении пищевых продуктов (хлебобулочных изделий, котлетных фаршей и растительных мясных аналогов) без использования маскирующих добавок.

Список использованной литературы

1. Персикова Т. Ф., Радкевич М. Л. Сортовая отзывчивость люпина узколистного на условия питания при возделывании на дерново-подзолистых почвах Северо-Востока Беларуси //Агрохимический вестник. – 2015. – №. 4. – С. 9–12.

2. Руцкая В. И., Гапонов Н. В. Опыт использования люпина и продуктов его переработки в пищевой промышленности (Обзор) //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – №. 1 (37). – С. 83–89.

3. Тимошенко Е. С. Возможность использования отечественных сортов люпина для производства бобовой пасты //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – №. 3 (75). – С. 122–130.

4. Тимошенко Е. С., Руцкая В. И., Яговенко Г. Л. К вопросу о возможности использования люпина в производстве продуктов питания // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – №. 2 (66). – С. 71-81.

5. Зубова Е. В., Залетова Т. В., Капитанова Г. И., Терехова О. Б., Родыгина Н. В. Пищевая ценность белого люпина и перспективы его использования в производстве продуктов питания из растительного сырья // Аграрная наука. – 2023. – № 4. – С. 137–144. – DOI: 10.32634/0869-8155-2023-369-4-137-144.

УДК: 631.36

РОЛЬ МОЙКИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ В ПРЕДРЕАЛИЗАЦИОННОЙ ИХ ПОДГОТОВКЕ

А.С. Воробей[1], докторант, канд. техн. наук, доцент,
Д.И. Шуляковский[2], директор
[1]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Руспублика Беларусь
[2]ООО «Дамика - Про», г. Минск, Руспублика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены способы предреализационной подготовки корнеклубнеплодов. Основной упор сделан на мокрый способ, поскольку больше всего рассматривается технология мойки корнеклубнеплодов.

Annotation. In article were described methods beforerelease corntubes. Mail moment was done to the method of wash, because to describes of technology to wash corntubes.

Ключевые слова: предреализационная подготовка, корнеклубнеплоды, мойка.

Key words: beforerelease, corntubes, the wash.

Введение

Существует два способа очистки картофеля: сухой и мокрый. Наибольшее применение получил первый способ очистки, так как после него картофель меньше травмируется и лучше сохраняется. Мокрый способ очистки применяют в основном на картофеле, который после мокрой очистки идёт на корм для скота [1].

В условиях жесткой конкуренции на внутреннем и внешнем продовольственных рынках для повышения конкурентоспособности отечественных производителей на первое место выходят вопросы снижения себестоимости и повышения качества отечественной продукции.

Основная часть

В структуре производимой продукции сельского хозяйства плодоовощная занимает немаловажное значение. Вопросы ее пере-

работки также являются актуальными, а операция предварительной обработки – определяющей. В связи с этим проведение исследований (мойка и т. д.) являются значимыми для формирования качества конечного продукта.

От свойств сырья зависит технология очистки поверхности, технология разделения в потоке по качественным характеристикам, производительность и эффективность работы технологического оборудования, качество готовой продукции, потери [2].

Качественное проведение мойки сырья в технологических процессах имеет важное значение, так как эффективность ее проведения положительно сказывается как на показателях качества конечного продукта, так и в целом на экономике производства. В этой связи для сырья, обладающего сложной «неправильной» геометрической формой (топинамбур, картофель и др.) и, соответственно, характеризующегося повышенным уровнем загрязнения операцию мойки осуществляют в две ступени.

На первой ступени проходит грубая мойка с отделением камней и тяжелых примесей. На второй – происходит доочистка поверхности сырья за счет интенсивного взаимодействия с рабочими органами моечной машины.

На центнер произведенной животноводческой продукции в Республике Беларусь затрачивается в 1,5-2 раза больше кормовых единиц, чем на Западе, при традиционном составе рационов. Однако, передовые хозяйства имеют экономические показатели не ниже западных. В большинстве хозяйств произведённая продукция не может выступать конкурентоспособной как на внутреннем, так и на внешнем рынках, в то время как наука и практика доказали, что корнеклубнеплоды являются самыми дешевыми и физиологически совместимыми с организмом животного кормами, а полученная от них продукция, соответственно – с организмом человека. Однако, они имеют загрязненность до 20 %, и скармливать их в таком виде опасно для здоровья животных. **Именно поэтому перед скармливанием корнеклубнеплоды очищают на специальных мойках, большинство из которых сегодня морально и физически устарели, а новые аналоги отличаются высокой стоимостью.** В первую очередь это касается серийных корнеклубнемоечных машин. Их неэффективная работа и высокие эксплуатационные за-

траты существенно снижают общую экономическую выгоду от использования сочных кормов в рационе животных [3].

Заключение

Таким образом, технологические схемы машин для приготовления корнеклубнеплодов должны предусматривать выполнение двух и более операций: очистка – мойка – измельчение; измельчение – запаривание – смешивание; запаривание – смешивание – дозирование.

Список использованной литературы

1. Воробей, А. С. Предреализационная подготовка картофеля машиной сухой очистки картофеля с профилированными вальцами: дис. … к.т.н.: 05. 20. 01 / А. С. Воробей. – Минск, 2013. – 9 с.

2. Ловкис, З.В. Исследование построения рабочих характеристик моечной машины щеточного типа / З.В. Ловкис, А.А. Шепшелев, С.А. Арнаут, А.А. Литвинчук. А.С. Данилюк // Наука и технологии. – РУП «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию». – раздел 4. – Минск. – 2011. – с. 280-281.

3. Овчинников, В. А. Повышение эффективности барабанной корнеклубнемойки обоснованием конструктивно-режимных параметров: дис. … к.т.н.: 05. 20. 01 / В.А. Овчинников – Минск, 2014. – 8 с.

УДК 621.798

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОВОЩЕЙ И КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

А.С. Воробей[1], докторант, канд. техн. наук, доцент,
А.Л. Боричевский[2], аспирант

[1] РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь,
[2] Учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены инновационные технологии упаковки овощей и фруктов. Больше всего рассмотрена самая экологически чистая инновационная технология упаковки овощей и фруктов в биоразлагаемую бумагу.

Annotation. In article were described innovations technologies the packers of vegetables and fruits. More all to describe more ecology clean technology of packer the vegetables and fruits in biodecomposer paper.

Ключевые слова: инновационная технология, упаковка, овощи, фрукты, биоразлагаемая бумага.

Keywords: innovative technology, packaging, vegetables, fruits, biodegradable paper.

Введение

Сегодня проблема состоит не в том, как произвести картофель, а в том, как его реализовать с максимальной выгодой для производителя. Рыночные отношения предъявляют повышенные требования к качеству продаваемого картофеля, его товарному виду, упаковке [1].

За последние годы понятие "eco-friendly" не слышал разве что человек, которого насильно держали подальше от компьютера, газет и интернета. Быть за «зеленое движение» становится очень модно, и все большее количество компаний с удовольствием втягиваются в этот тренд.

Проблем с экологией действительно много, например, засорение мирового океана или мусорный кризис. Из них самая близкая к отрасли упаковочных материалов – пластиковая катастрофа, которая за последние несколько лет достигла небывалого масштаба. По словам Джульет Филипс из неправительственной организации «Агентство экологических расследований», ни одна система переработки мусора в мире не сможет справиться с количеством пластика, которое сейчас используется каждый день.

Основная часть

Выбор упаковки зависит от продукта и цели: сохранить товарный вид, продлить срок годности, обеспечить транспортировку или выделиться на полке. Упаковка – это часть бренда, а грамотная фасовка помогает сохранить не только продукт, но и доверие клиента.

Вакуумная упаковка позволяет значительно продлить срок хранения овощей, фруктов, зелени, сохранить влагу, витамины и вкус. Подходит для свежих, нарезанных, термически обработанных или замороженных продуктов. Для фасовки продуктов используют термоусадочную плёнку и вакуумные пакеты.

Вакуумная упаковка применяется на производстве, в торговых сетях, а также в кафе и кулинариях – при помощи настольных, напольных или автоматических вакуумных машин.

Технология опоясывания упаковки бумажной или плёночной лентой. Метод Ultra Clean Seal (UCS) позволяет сваривать ленту внахлёст без клея. Это не только фиксация, но и возможность брендирования продукции. Часто используется для овощей и фруктов в лотках.

Популярная технология трёх шовной упаковки – два поперечных и один продольный шов. Используется на горизонтальных или вертикальных упаковщиках. Подходит для фасовки свежих, сушёных и замороженных овощей и фруктов, а также для смесей и зелени.

Материал – термосвариваемая рулонная плёнка, может использоваться с лотками (в том числе перфорированными), в сочетании с печатью или обандеролем.

Классическое решение для розничной торговли. Овощи, фрукты, грибы упаковываются в лотки и оборачиваются пищевой ПВХ-плёнкой на автоматических машинах или горячем столе. Продукты остаются свежими и привлекательными.

Технология МАР (модифицированной атмосферы) и вакуумирование в барьерных лотках позволяет сохранить продукты дольше. Подходит для нарезанных, очищенных и целых овощей и фруктов. Используются трейсилеры, а также специальные лотки и плёнка с барьерными свойствами.

Сетка-клипса, мешки, упаковка «домик» и Д-ПАК остаются популярным решением. Особенно для картофеля, лука, яблок и других устойчивых к механике плодов. Упаковка проста, дёшево обходится и узнаваема потребителем.

В зависимости от масштабов – применяются ручные, полуавтоматические и автоматические линии фасовки.

Использование биоразлагаемой упаковки для фруктов приносит много ключевых преимуществ для окружающей среды и экономики. Во-первых, эти материалы разлагаются естественным образом, тем самым уменьшая количество образующихся пластиковых отходов и воздействие на окружающую среду и свалки. Более того, такая упаковка помогает поддерживать качество фруктов и их срок годности, поскольку многие недавно разработанные биоразлагаемые материалы ограничивают чрезмерное удержание влаги, оставляя при этом пространство для дыхания. Кроме того, многие из ее ингредиентов являются возобновляемыми, например, растительные волокна или крахмалы, что снижает зависимость от ископаемого топлива. Наконец, использование биоразлагаемых материалов может повысить устойчивость организации, что соответствует пожеланиям клиентов относительно экологически чистых методов и помогает озеленить цепочку поставок продовольствия [2].

Целью экологичной упаковки является включение биоразлагаемых, перерабатываемых или любых устойчивых материалов таким образом, чтобы обеспечить минимальное воздействие на окружающую среду. Согласно исследованиям, основным преимуществом является снижение загрязнения за счет естественного разложения или переработки. В свою очередь, это значительно снижает вероятность неправильного обращения с отходами, что приводит к проблемам с окружающей средой. Материалы, поддающиеся термической переработке, такие как бамбук, кукурузный крахмал или переработанная бумага, выбираются вместо ископаемого топлива. Это идет рука об руку с меняющимся сценарием, поскольку все большее число клиентов переключается на продукты, нацеленные на устойчивость. В целом, такие решения приносят пользу в плане смягчения круговой экономики, позволяя фирмам эффективно выполнять экологические и отраслевые требования.

Заключение

Уникальное преимущество материалов на растительной основе заключается в том, что они позволяют создавать более экологичную упаковку, поскольку являются возобновляемыми и биоразлагаемыми и не истощают ресурсы Земли. К таким материалам относится полимолочная кислота (PLA), получаемая путем ферментации растительного крахмала, например, кукурузного или сахарного тростника, которая известна как биоразлагаемый пластик , способный заменить обычные пластиковые изделия. Кроме того, PLA имеет температуру стеклования около 60 градусов Цельсия и температуру плавления около 150–160 градусов Цельсия, что делает ее важным компонентом в качестве термопластичного криолита в различных видах упаковки, где необходимы низкие или умеренные температуры для сохранения целостности структуры.

Список использованной литературы

1. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2026. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org. – Дата доступа: 17. 09. 2026 г.

2. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2026. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org. – Дата доступа: 17. 09. 2026 г.

УДК 637.5:621.365.5

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЧ-ПЛАВИТЕЛЯ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ГУСИНОГО ЖИРОСЫРЬЯ

М.Е. Федоров, аспирант

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

maxim-fedorovnn@yandex.ru

Аннотация. Разработан непрерывно-поточный СВЧ-плавитель, обеспечивающий нагрев, вытопку и обеззараживание сырья при рациональном использовании электромагнитной энергии.

Abstract. A continuous-flow microwave melter has been developed that ensures the heating, melting, and sterilization of raw materials while making efficient use of electromagnetic energy.

Ключевые слова: непрерывно-поточный СВЧ-плавитель, нагрев, вытопка, обеззараживание сырья, электромагнитная энергия.

Keywords: continuous-flow microwave melter, heating, melting out, raw material decontamination, electromagnetic energy.

Введение

Переработка побочных продуктов птицеводства является перспективным направлением повышения ресурсной эффективности производства. Применение СВЧ-энергии позволяет интенсифицировать нагрев, сократить продолжительность обработки и повысить эффективность извлечения жира.

Цель работы – обоснование конструктивно-технических и энергетических параметров непрерывно-поточного СВЧ-плавителя, обеспечивающего нагрев, вытопку и обеззараживание сырья при рациональном использовании электромагнитной энергии. Перспективность применения СВЧ-технологий для термообработки различного сырья подтверждена многими исследованиями [1–10].

Основная часть

Исследования выполнялись применительно к системе «генератор–резонатор–сырье». В качестве рабочей частоты принята частота 2450 МГц, для которой в установке использованы три магнетрона типа 2М253К (JT) мощностью по 800 Вт. Суммарная номинальная выходная СВЧ-мощность составляет 2,4 кВт. Источники расположены симметрично с угловым смещением 120°, что способ-

ствует формированию интерференционного распределения электромагнитного поля в рабочем объеме. Рабочей камерой служит перфорированный усеченный конический резонатор объемом 64,9 л, размещенный внутри экранирующего цилиндрического корпуса.

Для выбора режима транспортирования учитывалась глубина проникновения СВЧ-волны в жиро-сырье. По расчетным данным, при повышении температуры от 25 до 120 °С глубина проникновения уменьшается от 4,4 до 0,6 см, тогда как тангенс угла диэлектрических потерь возрастает от 0,05 до 0,24. Следовательно, по мере нагрева способность сырья поглощать электромагнитную энергию увеличивается, а зона преимущественного энерговыделения становится более поверхностной. Поэтому шаг нагнетательного шнека согласован с условием формирования слоя сырья, не превышающего двух глубин проникновения волны. Конструктивная схема объединяет подачу, СВЧ-нагрев, вытопку и разделение сырья. В усеченном коническом резонаторе объемом 64,9 л осуществляется основной нагрев, а фторопластовый шнек внутри перфорированного цилиндра транспортирует шквару, извлекает остаточный жир и участвует в замедлении электромагнитной энергии. Цилиндрический керамический отражатель возвращает часть энергии в рабочую зону. При суммарной мощности трех источников 2400 Вт расчетная рекуперация составляет 173 Вт, или 7,2 %. Совместно с тремя выпуклыми керамическими зеркалами радиусом 100 мм он обеспечивает наиболее интенсивное расчетное поле.

В CST Microwave Studio плотность потока мощности составила 884,84–8848,34 Вт/м², среднее значение – около 4866,59 Вт/м², напряженность электрического поля – до 1,68 кВ/см. При частоте 2450 МГц и трех магнетронах по 800 Вт температура 100 °С достигается за 6 мин. Температура около 80 °С достаточна для вытопки жира, 100 °С – для термообработки и обеззараживания, а повышение до 120 °С нежелательно из-за возможного пригорания шквары и ухудшения товарных свойств продукта.

Расчетная масса единовременной загрузки определяется при заполнении резонатора на уровне 20 % его объема. При объеме 64,9 л (таблица 1) и плотности гусиного жиросырья 925 кг/м³ формируется партия, перерабатываемая за один шестиминутный цикл. При непрерывной работе это соответствует расчетной производительности до 120 кг/ч. Полученный показатель связан не только с объемом рабочей

камеры, но и с согласованием шага шнека, времени термообработки и режима СВЧ-воздействия.

Таблица 1 – Основные расчетные показатели СВЧ-плавителя

Показатель	Значение
Объем резонатора, л	64,9
Количество магнетронов, шт..	3
Мощность одного магнетрона, Вт	800
Суммарная СВЧ-мощность, Вт	2400
Напряженность электрического поля, кВ/см	1,68
Время достижения 100 °С, мин	6
Производительность, кг/ч	до 120
Удельные энергетические затраты, кВт·ч/кг	0,0589
Рекуперируемая СВЧ-мощность, Вт	173
Коэффициент рекуперации, %	7,2

Энергетическая оценка установки учитывает непосредственное электропотребление магнетронов, электроприводов, вентиляторов охлаждения и цепей сигнализации. Для трех магнетронов анодная мощность принята равной 3,6 кВт, мощность цепей накала – 0,104 кВт, а непосредственно подводимая к магнетронам мощность – 3,704 кВт. С учетом двух электродвигателей суммарной мощностью 3,0 кВт, трех вентиляторов по 120 Вт и четырех сигнальных индикаторов расчетная мощность учтенных потребителей составляет 7,066 кВт. При производительности 120 кг/ч удельные энергетические затраты без учета потерь высоковольтных блоков питания равны 0,0589 кВт·ч/кг.

Экспериментальная программа предусматривала контроль температуры сырья, частоты вращения шнека, мощности СВЧ-установки, массы перерабатываемого материала и плотности потока электромагнитной энергии. Для этого использовались фототахометр DT-2234B, измеритель ПЗ-33-М, тепловизор UNI-T PRO Professional Thermal Imager, пирометр Testo 835 и электронные весы. Обработка результатов проводилась с использованием методов математической статистики и регрессионного анализа, включая планы второго порядка. В совокупности результаты расчетного и экспериментального этапов показывают, что рациональность конструкции определяется не отдельным параметром, а согласованностью электродинамической, теплотехнической и транспортной частей установки. Наибольший эффект достигается при сочетании

объемного СВЧ-нагрева, симметричного расположения генераторов, ограничения загрузки резонатора 20 % его объема и применения системы переотражения энергии.

Заключение

Разработан и обоснован непрерывно-поточный СВЧ-плавитель с тремя магнетронами по 800 Вт и перфорированным усеченным коническим резонатором объемом 64,9 л. Объемный СВЧ-нагрев в сочетании с диэлектрическим шнеком объединяет нагрев, вытопку и разделение сырья. При частоте 2450 МГц обеспечивается производительность до 120 кг/ч и нагрев до 100 °С за 6 мин, при удельных энергозатратах 0,0589 кВт·ч/кг. Цилиндрический керамический отражатель обеспечивает рекуперацию 173 Вт СВЧ-энергии, что соответствует 7,2 %. Совместное применение отражателя и трех выпуклых зеркал радиусом 100 мм обеспечивает наиболее благоприятное распределение электромагнитного поля.

Список использованной литературы

1. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А.И. Котин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 1 (52). С. 89-93.- DOI: 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726.

2. СВЧ-установки для термообработки яиц / О.В. Михайлова [и др.] . М., 2025. - EDN: SEDSKY.

3. Осокин В.Л., Коробков А.Н., Белов А.А., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме. Патент RU 2641705 C1, 22.01.2018. Заявка № 2016148587 от 09.12.2016.

УДК 637.5:621.365.5

ВЛИЯНИЕ УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ И ФАЗОВОЙ КОРРЕКЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СВЧ-ОБРАБОТКИ ЖИРОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

А.А. Тихонов, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л. Я. Флорентьева», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

tichonov57@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрено влияние удельной мощности, продолжительности обработки и фазовой коррекции на эффективность СВЧ-обработки жиросодержащего сырья.

Abstract. The study examines the influence of specific power, processing duration, and phase correction on the efficiency of microwave processing of fat-containing raw materials.

Ключевые слова: СВЧ-обработка, удельная мощность, фазовая коррекция, эффективность жиросодержащего сырья.

Keywords: Microwave processing, specific power, phase correction, efficiency of fat-containing raw materials.

Введение

Переработка жиросодержащего сырья птицеводства требует снижения микробной обсеменённости при минимальных энергозатратах и продолжительности нагрева. СВЧ-обработка обеспечивает объёмный подвод энергии, позволяя ускорить нагрев и совместить его с обеззараживанием. Основной проблемой остаётся неравномерность распределения электромагнитного поля, вызывающая зоны перегрева и недогрева. Исследования, проведенные различными авторами, посвящены применению СВЧ-энергии при термической обработке различных видов сырья [1–10], что свидетельствует о значительном потенциале данного способа воздействия. Для её устранения исследована фазовая коррекция с использованием диэлектрического керамического зеркала.

Цель работы – определить влияние удельной мощности, продолжительности обработки и фазовой коррекции на эффективность СВЧ-обработки жиросодержащего сырья.

Основная часть

Экспериментальная оценка показала выраженное снижение ОМЧ при переходе от исходного состояния к обработанному продукту. В исследованном диапазоне режимов микроволновое воздействие обеспечивало уменьшение микробной численности на 3–4 порядка, а при сочетании рациональных параметров снижение достигало 4–5 порядков. Таким образом, эффективность процесса определяется не только самим фактом СВЧ-нагрева, но и интенсивностью подвода энергии и условиями её распределения в сырье.

Для количественного описания изменения микробной численности использована экспоненциальная зависимость

$$N = N_0 \cdot e^{-kt}, \quad (1)$$

где N – текущая микробная численность, 10^6 КОЕ/г; N_0 – исходная микробная численность; k – коэффициент инактивации, $с^{-1}$; t – продолжительность обработки, с.

Аппроксимация экспериментальных результатов позволила получить коэффициенты инактивации 0,00619 $с^{-1}$ при 2,67 Вт/г, 0,00883 $с^{-1}$ при 4 Вт/г и 0,0134 $с^{-1}$ при 8 Вт/г. Представленные значения показывают последовательное увеличение скорости инактивации микроорганизмов с ростом удельной мощности. Следовательно, повышение интенсивности энергоподвода сокращает время, необходимое для достижения требуемого санитарного эффекта.

Рисунок 1 позволяет сопоставить полученные коэффициенты непосредственно. В отличие от исходного представления результатов в виде кривых изменения ОМЧ во времени, здесь использовано столбчатое сравнение кинетических характеристик процесса, что наглядно показывает различие эффективности трёх энергетических режимов.

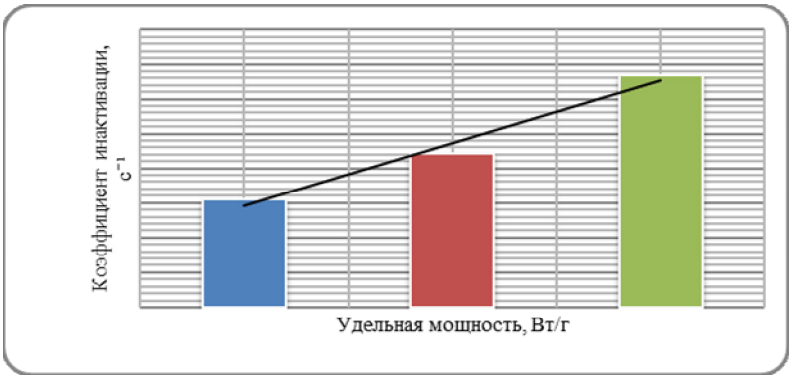


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента инактивации от удельной мощности СВЧ-обработки

Продолжительность обработки также оказывает влияние на санитарный результат, однако после достижения определённого температурного уровня дальнейшее увеличение времени воздействия становится менее эффективным. При длительной обработке возрастает риск ухудшения органолептических характеристик, поэтому предпочтение следует отдавать интенсивному кратковременному нагреву. В исследовании рациональным признан режим около 7 Вт/г при продолжительности 50 с.

Отдельно установлено влияние фазовой коррекции. При отсутствии керамического зеркала разброс температуры по объёму сырья составлял ±18–22 °C. После введения элемента фазовой кор-

рекции данный показатель уменьшался до ±6–8 °C. Таким образом, изменение фазовых соотношений электромагнитных волн сопровождалось более равномерным распределением температуры и устранением выраженных зон недогрева. При одинаковых энергетических параметрах использование фазовой коррекции обеспечивало дополнительное снижение ОМЧ примерно на 1,0–1,5 порядка.

Испытания проводили при толщине слоя продукта 30–50 мм и массе загрузки 0,5 кг. Температуру контролировали тепловизионной камерой и инфракрасным пирометром. Полученные результаты указывают, что управление структурой электромагнитного поля следует рассматривать как самостоятельный инструмент повышения эффективности СВЧ-установки, а не только как конструктивное дополнение к источнику мощности.

С практической точки зрения сочетание повышенной удельной мощности с фазовой коррекцией позволяет уменьшить время достижения необходимого температурного состояния и одновременно снизить вероятность сохранения жизнеспособных микроорганизмов в локальных холодных зонах. Для проектирования оборудования это означает необходимость согласования энергетических параметров с электродинамическими характеристиками резонатора и свойствами перерабатываемого материала.

При рациональном режиме обработки отмечено сохранение органолептических показателей на уровне 4–5 баллов по оценённым характеристикам консистенции, цвета и запаха. Зафиксировано также повышение относительной массовой доли жира и белка, связанное с удалением части влаги при нагревании. Одновременно удельные энергетические затраты, по результатам исследования, снижались на 25–30 % по сравнению с традиционными вариантами тепловой обработки.

Заключение

Проведённые исследования подтверждают возможность применения СВЧ-обработки для ускоренной микробиологической стабилизации жиросодержащего сырья птицеводства. Основным фактором, определяющим скорость снижения ОМЧ, является удельная мощность: увеличение её значения сопровождается ростом коэффициента инактивации с 0,00619 до 0,0134 $с^{-11}$.

Установлено, что применение керамического элемента фазовой коррекции уменьшает температурную неравномерность с ±18–22

до ±6–8 °С и обеспечивает дополнительное снижение ОМЧ на 1,0–1,5 порядка при сопоставимых энергетических условиях. Рациональное сочетание параметров характеризуется удельной мощностью около 7 Вт/г и продолжительностью воздействия 50 с.

Полученные результаты показывают, что совместное управление интенсивностью СВЧ-энергоподвода и пространственным распределением электромагнитного поля позволяет одновременно повысить санитарную эффективность, сократить продолжительность обработки и снизить удельные энергозатраты на 25–30 %. Это может быть использовано при разработке электротехнологических установок для переработки вторичного жиросодержащего сырья.

Список использованной литературы

1. СВЧ-установки для термообработки яиц / О.В. Михайлова [и др.]. М., 2025. - EDN: SEDSKY.

2. Воронов Е.В., Новикова Г.В., Михайлова О.В. [и др.]. Микроволновая установка с тороидальным резонатором для термообработки жиросодержащего вторичного мясного сырья. Патент на изобретение RU 2834683 C1, 12.02.2025. Заявка № 2024104764 от 27.02.2024. - EDN: KHPKEC.

3. Шевелев А.В. Согласование электродинамических параметров с объемом резонатора СВЧ-воскотопки // Вестник НГИЭИ. 2024. № 5 (156). С. 70-81.- DOI: 10.24412/2227-9407-2024-5-70-81

4. Шевелев А.В. Обеспечение электромагнитной безопасности проектируемой СВЧ-воскотопки // Социально-экономические проблемы развития муниципальных образований. материалы и доклады Междун. науч.-практ. конф. 2021. С. 168-170.

УДК 664.942:621.3

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СВЧ-ЭКСТРУДЕРА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ РЫБНЫХ ОТХОДОВ

Д.Д. Коршиков, аспирант

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный аграрно-технологический университет им. Л. Я. Флорентьева», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

tichonov57@mail.ru

Аннотация. Предложена конструкция СВЧ-экструдера для переработки рыбных отходов, использование которого позволит обеспечить одновременное отделение жировой фазы и получение сухого экструдированного продукта.

Abstract. The construction of the SHF-extruder is proposed for the processing of fish waste, the use of which will allow simultaneous separation of the fat phase and the receipt of a dry extruded product.

Ключевые слова: СВЧ-экструдер, переработка, рыбные отходы, жировая фаза, сухой экструдированный продукт.
Keywords: SHF-extruder, processing, fish waste, fatty phase, dry extruded product.

Введение

Переработка рыбного сырья сопровождается образованием отходов, содержащих воду, белки и жир, рациональное использование которых требует технологий, обеспечивающих снижение влажности, отделение жировой фазы и получение кормового продукта. Перспективным решением является совмещение объемного СВЧ-нагрева с транспортированием, уплотнением и экструзией. На этой основе разработан СВЧ-экструдер, рабочая камера которого объединяет функции нагрева, вытопки жира, обезвоживания и подготовки сырья к экструзии. Значительный объем исследований посвящен использованию СВЧ-энергии для термической обработки различных видов сырья [1–10], что подтверждает научно-практический интерес к развитию данного направления.

Основная часть

Анализ электрофизических свойств рыбного сырья показывает, что эффективность СВЧ-обработки зависит от состава и состояния материала. Диэлектрическая проницаемость и электропроводность изменяются в зависимости от температуры, содержания влаги и солей, степени свежести и частоты воздействия. Поэтому при проектировании СВЧ-аппарата необходимо учитывать неоднородность состава перерабатываемой массы.

Предлагаемый СВЧ-экструдер представляет собой непрерывно действующую систему. Основным элементом является рабочая камера-резонатор в виде неферромагнитной перфорированной перевернутой усеченной четырехгранной пирамиды, размещенной внутри наружной неферромагнитной прямоугольной призмы с наклонным основанием. Перфорация обеспечивает отвод жира и водяного пара, а наклонные поверхности – стекание жидкой фазы к патрубку с шаровым краном. В рабочей камере установлен неферромагнитный шнек с переменным шагом, выполняющий транспортирование, перемешивание и уплотнение сырья, а также функции диэлектрической замедляющей системы для формирования распределения СВЧ-поля. Уменьшение шага к выходу повышает механическое воздействие на материал. Подача сырья осуществляется через загрузочную

емкость с электроприводным ячеистым барабаном, обеспечивающим его дозированное распределение.

Для выравнивания распределения электромагнитной энергии предусмотрено керамическое зеркало фазовой коррекции. СВЧ-воздействие обеспечивают три магнетрона, расположенные под углом 120°: один на крышке и два на противоположных боковых стенках резонатора. Такое сочетание источников и шнека обеспечивает более равномерное воздействие электромагнитного поля на движущийся слой сырья. Технологическая последовательность работы аппарата представлена в таблице 1.

При прохождении сырья через рабочую камеру происходит объемный СВЧ-нагрев, сопровождающийся испарением влаги, вытопкой жира и изменением структуры материала. Жир и пар удаляются через перфорацию внутренней камеры, при этом жидкая фаза стекает по поверхностям наружной призмы и выводится из аппарата, а твердая масса продолжает перемещаться шнеком.

В выходной зоне уменьшение шага витков повышает степень уплотнения сырья, после чего оно поступает к ножу и матрице для экструзионного формования. Таким образом, операции «подача – СВЧ-нагрев — отделение жира и пара – уплотнение – экструзия» выполняются в одном технологическом блоке.

Таблица 1 – Технологические функции основных элементов СВЧ-экструдера

Этап	Основной элемент	Реализуемая функция
1	Загрузочная емкость и ячеистый барабан	Дозированная подача рыбных отходов
2	Перфорированная рабочая камера-резонатор	Объемный СВЧ-нагрев, вытопка жира и удаление пара
3	Шнек с переменным шагом	Транспортирование, перемешивание, уплотнение и воздействие на распределение СВЧ-поля
4	Наклонные поверхности наружной призмы	Сбор и отвод отделяемой жировой фазы
5	Нож, матрица и винтовое кольцо	Окончательная экструзия и формование продукта

Отличительной особенностью конструкции является объединение нагрева, дегидратации, отделения жировой фазы и экструзии в непрерывном процессе. В отличие от рассмотренных аналогов, разработанный аппарат сочетает шнековое транспортирование,

СВЧ-обработку, экструзию и отвод жира через перфорированную рабочую камеру.

Взаимодействие электрофизической и механической частей обеспечивает воздействие СВЧ-поля на перемещаемый и уплотняемый материал. Шнек задает время пребывания сырья в зоне обработки и участвует в формировании условий распространения электромагнитной энергии, а керамическое зеркало и трехточечная подача СВЧ-энергии способствуют распределению поля.

Объединение операций позволяет сократить число аппаратов и промежуточных транспортных операций, обеспечить непрерывную переработку и одновременное получение сухого экструдированного продукта и жировой фракции. Количественная оценка производительности, влажности продукта, степени извлечения жира и энергозатрат требует экспериментальных исследований.

Заключение

Разработанный СВЧ-экструдер объединяет в едином рабочем объеме транспортирование, СВЧ-нагрев, вытопку жира, удаление пара, уплотнение и экструзионное формование рыбных отходов. Электрофизическая часть включает перфорированный неферромагнитный резонатор, керамическое зеркало фазовой коррекции и три магнетрона под углом 120°, механическая – шнек с переменным шагом, загрузочный барабан, нож и матрицу. Конструкция обеспечивает одновременное отделение жировой фазы и получение сухого экструдированного продукта. Окончательная оценка эффективности требует экспериментального определения режимов обработки и технологических показателей продукта.

Список использованной литературы

1. Исследование и разработка установки для предпосадочной обработки клубней картофеля воздействием электрофизических факторов / А.И. Котин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 1 (52). С. 89-93.- DOI: 10.12737/article_5cceddba27b897.07399726.

2. СВЧ-установки для термообработки яиц / О.В. Михайлова [и др.] . М., 2025. - EDN: SEDSKY.

3. Микроволновый пастеризатор молока / Г.В. Новикова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 6 (98). С. 126-133.

4. Осокин В.Л., Коробков А.Н., Белов А.А., Михайлова О.В., Новикова Г.В. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме. Патент на изобретение RU 2641705 C1, 22.01.2018. Заявка № 2016148587 от 09.12.2016. – EDN: LFQEUF.

УДК 637.116:681.5

АДАПТИВНОЕ ЦИФРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ МАШИННОГО ДОЕНИЯ

И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент,
Д.А. Григорьев, канд. техн. наук, доцент,
А.В. Король, старший преподаватель,
Т.Н. Матвейчук, зав. лабораторией
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
ktmg@bsatu.by

Аннотация. Обоснована перспективность адаптивного управления вакуумом и пульсацией по фактическому молочному потоку. Зарубежные исследования показывают возможность повышения интенсивности выдаивания и сокращения времени работы аппарата при снижении нежелательной нагрузки на ткани сосков. Предложено формирование индивидуального цифрового профиля доения и создание модульного отечественного контроллера для модернизации действующих установок.

Abstract. The paper substantiates adaptive vacuum and pulsation control according to actual milk flow. Flow-responsive systems can increase milking intensity and reduce unit-on time while limiting undesirable teat tissue loading. An individual digital milking profile and a modular domestic controller for upgrading existing parlors are proposed.

Ключевые слова: машинное доение, молокоотдача, вакуум, пульсация, цифровое управление, прецизионное животноводство.

Keywords: machine milking, milk flow, vacuum, pulsation, digital control, precision dairy farming.

Введение

Молокоотдача является динамическим физиологическим процессом и изменяется как между отдельными животными, так и в течение одного доения, тогда как большинство установок работает при фиксированных значениях вакуума и пульсации. Режим, эффективный при максимальном потоке, может быть избыточным в начале и конце процесса. Цель работы – обосновать адаптивное цифровое управление машинным доением с учетом текущего молочного потока и индивидуальных особенностей животного.

Основная часть

Постоянный вакуум представляет собой компромисс между пропускной способностью системы и физиологичностью воздействия. C. Stauffer [и др.] установили, что повышение вакуума до 48 кПа увели-

чивает средний молочный поток и сокращает продолжительность нахождения аппарата на вымени, а автоматическое снижение вакуума при слабой молокоотдаче уменьшает отрицательное воздействие на ткани сосков [1]. Практическую значимость такого подхода подтвердило исследование D.J. Reinemann [и др.] на молочной ферме с роторной доильной установкой. При использовании вакуума, регулируемого в зависимости от потока молока, пиковая интенсивность молокоотдачи увеличилась приблизительно на 12 %, средняя – на 4 %. По результатам моделирования пропускная способность роторного зала могла увеличиваться примерно на 4,2–6,8 % [2]. Следовательно, резерв эффективности связан не с постоянным повышением разрежения, а с его изменением по фазам процесса.

Адаптация возможна и по пульсационному режиму. В исследовании A. Singh [и др.] на поголовье свыше 5 тыс. голштинских коров совместное регулирование вакуума и пульсации сопровождалось увеличением пиковой скорости потока и снижением вероятности ряда кратковременных неблагоприятных изменений тканей сосков [3]. Это подтверждает принцип динамической системы, параметры которой изменяются вслед за физиологической реакцией животного.

Регулирование только по текущему потоку, не обеспечивает полной индивидуализации: одинаковая скорость молокоотдачи у разных коров может соответствовать различным стадиям процесса. Поэтому предлагается формировать индивидуальный цифровой профиль доения, включающий разовый удой, длительность доения, время достижения максимального потока, среднюю и максимальную интенсивность, продолжительность фаз высокого и низкого потока и характер вакуумного режима. После накопления серии доений система сможет определять нормальную для конкретной коровы кривую и выбирать режим в заранее установленных физиологически безопасных пределах.

Дополнительная практическая ценность профиля заключается в диагностике. Увеличение продолжительности доения или устойчивое снижение максимального потока при сопоставимых условиях может указывать на нарушение подготовки животного, изменение его состояния либо неисправность доильного поста. Следовательно, данные молочного счетчика и датчика вакуума используются одновременно для управления и технологического контроля.

Для Республики Беларусь целесообразна разработка модульного блока адаптивного управления для модернизации действующих доильных залов. Контроллер должен получать идентификатор животного, текущий молочный поток и вакуум, выбирать безопасный режим пульсации и сохранять результаты доения. Производственную проверку следует проводить на сопоставимых контрольной и опытной группах по продолжительности работы аппарата, среднему и максимальному потоку, длительности заключительной низкопоточной фазы, состоянию сосков, а при длительном опыте – также по соматическим клеткам и частоте маститов. Накопленная база данных может стать основой для алгоритмов машинного обучения, выполняющих оптимизацию только в заданных физиологических пределах.

Заключение

Регулирование вакуума и пульсации по молочному потоку является перспективным средством повышения технологической эффективности машинного доения [1–3]. Дальнейшее развитие связано с переходом от усредненного режима стада к индивидуальному цифровому профилю коровы. Практическая реализация возможна в форме отечественного модульного контроллера для существующих установок. Перспективой исследований является производственная апробация адаптивного режима на молочно-товарных комплексах Республики Беларусь и разработка алгоритма прецизионного доения, объединяющего текущий молочный поток с индивидуальной историей животного.

Список использованной литературы

1. Stauffer C., Feierabend M., Bruckmaier R. M. Different vacuum levels, vacuum reduction during low milk flow, and different cluster detachment levels affect milking performance and teat condition in dairy cows // J. Dairy Sci.. 2020. Vol. 103, No. 10. P. 9250–9260.

2. Reinemann D. J., van den Borne B. H. P., Hogeveen H. et al. Effects of flow-controlled vacuum on milking performance and teat condition in a rotary milking parlor // J. Dairy Sci.. 2021. Vol. 104, No. 6. P. 6820–6831.

3. Singh A., Spellman M. E., Somula H. et al. Effects of flow-responsive vacuum and pulsation with early attachment of the milking unit on teat tissue condition and milking performance in Holstein dairy cows // J. Dairy Sci.. 2024. Vol. 107, No. 12. P. 11744–11760.

УДК 636 (476)

ОРГАНИЧЕСКОЕ ЖИВОТНОВОДСТВО В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: СРАВНЕНИЕ С ТРАДИЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

И.Н. Казаровец, канд. с.-х. наук, доцент,
В.П. Бакиновский, аспирант,
А.С. Пырх, ассистент,
Д.А. Лазаренко, студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
ktmg@bsatu.by

Аннотация. Актуальной задачей устойчивого развития сельского хозяйства органическое животноводство выступает перспективной альтернативой традиционным методам. Статья сравнивает органические и традиционные системы по продуктивности, экологическому влиянию, здоровью и благополучию животных, а также экономической эффективности.

Abstract Organic livestock farming is a promising alternative to traditional methods as a current challenge for sustainable agricultural development. The article compares organic and traditional systems in terms of productivity, environmental impact, animal health and welfare, and economic efficiency.

Ключевые слова: органическое животноводство, продуктивность, продовольственная безопасность, экологическое воздействие, потребительский спрос.

Key words: organic livestock farming, productivity, food security, environmental impact, consumer demand.

Введение

Животноводство остается одним из ключевых секторов сельского хозяйства в Республике Беларусь, обеспечивая население качественными продуктами питания, сырьем для промышленности и создавая рабочие места. Согласно данным Национального статистического комитета страны, в 2023 году вклад сельскохозяйственного производства в ВВП составил примерно 6,5%, а объем занятости в отрасли превысил 246 тысяч человек, что составляет около 7% совокупной занятости в экономике.

Основная часть

Однако, наряду с социальной и экономической значимостью, животноводство оказывает существенное негативное воздействие на окружающую среду, вызывая выбросы парниковых газов, дегра-

дацию почв и загрязнение водных ресурсов. В свете этих экологических вызовов концепция устойчивого сельского хозяйства приобретает особую актуальность. В этом контексте органическое животноводство рассматривается как перспективный путеводитель в направлении экологически ответственного и социально устойчивого производства.

Одной из отличительных черт систем является уровень продуктивности животных. В большинстве исследований отмечается снижение удоев коров на органических фермах на 20–30% по сравнению с традиционными системами, что обусловлено более строгими требованиями к рациону, исключая высокопротеиновую концентрированную кормовую базу. Аналогично, среднесуточный прирост массы у свиней в органическом секторе бывает на 15–20% ниже из-за высокой подвижности животных и натуральных кормов. Также органические куры-бройлеры достигают убойного веса на 10–15 дней позже, а их масса при этом может быть на 20% меньше, чем у традиционных аналогов. Тем не менее, некоторые исследования свидетельствуют, что более низкий стресс и возможность свободного выгула способствуют лучшему усвоению кормов и снижению болезней, что частично компенсирует снижение продуктивности.

Эффективность использования кормов также ухудшается – коэффициент конверсии у органических животных ниже, что означает увеличенные затраты на производство единицы продукции. Однако, с другой стороны, меньшая плотность животных и повышение благополучия способствуют уменьшению стресса и распространения заболеваний, что может приводить к снижению затрат на ветеринарное обслуживание.

С экологической точки зрения, по данным мета-анализа Niggli et al. [1], органические фермы сокращают выбросы парниковых газов на гектар на 30–40% по сравнению с традиционными, однако углеродный след на единицу продукции часто выше из-за меньшей продуктивности. Исследования de Boer [2] показывают, что уровень эвтрофикации воды в органическом сельском хозяйстве ниже на гектар, но выше при расчёте на килограмм продукции. Thomassen et al. [3] выявили, что органическое молочное производство требует на 35–45% больше земли на литр молока, при этом снижая энергозатраты за счёт отказа от синтетических удобрений.

Таким образом, органическое животноводство эффективнее использует природные ресурсы на единицу площади, но для снижения экологического воздействия продукции требуется улучшение управления ресурсами и технологиями.

Ключевой аспект устойчивого животноводства – благополучие животных. В органических системах действуют более строгие стандарты: обязательный выгул, запрет тесных клеток, использование естественных методов профилактики заболеваний. Однако ограничения на ветеринарные препараты могут повышать смертность, как показали Lund et al. [4] и Green et al. [5] – несмотря на меньшее число заболеваний, уровень смертности телят в органических хозяйствах Великобритании достигал 8,5% против 4,9% на традиционных.

Эти данные подчеркивают необходимость баланса между естественными условиями и ветеринарным вмешательством для поддержания здоровья стад.

Заключение

С точки зрения экономической и социальной устойчивости, органическое животноводство оправдано за счет более высоких цен – зачастую на 30–100% – а также государственных субсидий и растущего спроса. Кроме того, органическое животноводство способствует развитию сельских районов, создавая рабочие места благодаря трудоемким методам: ручному кормлению, пастбищному содержанию и экологическому уходу за животными.

Список использованной литературы

1. Niggli, U., Fließbach, A., Hepperly, P., & Scialabba, N. (2009). Low Greenhouse Gas Agriculture: Mitigation and Adaptation Potential of Sustainable Farming Systems. FAO.

2. de Boer, I.J.M. (2003). Environmental impact assessment of conventional and organic milk production. Livestock Production Science, 80(1-2), 69–77.

3. Thomassen, M.A., Dalgaard, R., Heijungs, R., & de Boer, I.J.M. (2008). Attributional and consequential LCA of milk production. The International Journal of Life Cycle Assessment, 13(4), 339–349.

4. Lund, V., & Algers, B. (2003). Research on animal health and welfare in organic farming — a literature review. Livestock Production Science, 80(1-2), 55–68.

5. Green, L.E., Leach, K.A., Breen, J.E., Green, M.J., & Bradley, A.J. (2005). National intervention study of mastitis control in dairy herds in England and Wales. Veterinary Record, 156(19), 603–607.

УДК 631.15:636

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СТАДОМ В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ

А.В. Китун, д-р техн. наук, профессор,
А.А. Романович, канд. техн. наук, доцент,
С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
ktmg@bsatu.by

Аннотация. Интеллектуальные системы управления молочным стадом позволяют выявить потенциально больных маститом животных, осуществлять автоматический расчет стимуляции перед доением, организовать выдачу концентратов в зависимости от продуктивности телят, выявлять коров для своевременного осеменения, сравнивать производительности разных смен доярок, автоматически определять экономическую целесообразность каждой коровы.

Abstract. Intelligent dairy herd management systems allow for the identification of animals potentially affected by mastitis, the automatic calculation of pre-milking stimulation, the organization of concentrate distribution based on calf productivity, the identification of cows for timely insemination, and the comparison of productivity between different shifts of milkmaids, automatically determine the economic feasibility of each cow.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, управление стадом, молоко, коровы.
Keywords: intelligent systems, herd management, milk, cows.

Введение

Процесс доения занимает до 50 % времени, расходуемого на обеспечение функционирования животноводческих комплексов [1].

Интеллектуальные технические системы позволяют:

– автоматически накапливать в компьютерной базе данные по каждому отдельному животному, систематизировать их в зависимости от постоянного месторасположения, активности, физического состояния и прочих показателей;

– выдавать информацию о ежедневном, еженедельном, ежемесячном удое. В режиме реального времени контролировать качество молока и при необходимости сортировать его в зависимости от показателей;

– оперативно подавать рекомендации о необходимости изменения кормления коров;

– проводить раннее выявление болезней или опухолей вымени [1, 4].

Основная часть

Интеллектуальная система управления стадом представляет собой комплекс программных решений, позволяющий автоматизировать процессы ухода за животными, контролировать их здоровье и рацион, а также управлять репродуктивной активностью [2; 3].

Цель исследования заключается в оценке особенностей интеллектуальных технических систем управления в молочном животноводстве Dairy Management System 21.

Система управления стадом Dairy Management System 21 (компания GEA Farm Technologies) включает в себя следующий комплекс программ различного направления:

– система управления стадом постоянно регистрирует в реальном времени индивидуальные данные каждого животного и важные показатели через подключенные к сети DPNet компоненты, передает их на центральный компьютер и анализирует с помощью программы Dairy Plan 21;

– DPVet – программа для ветеринарного и зоотехнического планирования, дает возможность устанавливать любые схемы вакцинаций, лечения, обработок, а система управления напомнит, когда и какой корове требуется введение препарата;

– DPHerdStat и DPTableGraf обеспечивают точное измерение показателей выдоенного молока, различные графические анализы данных о животных;

– система DPMeasGraf+датчики Rescounter служит для выявления коров в охоте (по изменению активности) для своевременного осеменения;

– DPSetup осуществляет автоматический расчет стимуляции перед доением и додаивания;

– сравнение производительности разных смен доярок, эффективности работы осеменителей и качества семени, календарь воспроизводства осуществляют программы DPHerdStat и DPEvents;

– DPSystemView выполняет контроль и управление работой танка-охладителя молока;

– DPList составляет отчеты по расходу кормов и медикаментов;

– AutoSelect отвечает за автоматическую сортировку животных после доения по любым заданным пользователем критериям.

Заключение

Для управления молочным стадом разработаны системы управления Dairy Management System 21, позволяющие на всех этапах

содержания животных контролировать и анализировать производственный процесс с целью максимальной отдачи при минимальных затратах. Анализ получаемых данных состояния молочного стада позволяет автоматически определять экономическую целесообразность каждой коровы исходя из результата решения компромиссной задачи «затраты-прибыль».

Список использованной литературы

1. Казакевич П. П., Тимошенко В. Н., Музыка А. А. Технологическая концепция «умной» молочной фермы. – Жодино, 2021. – 245 с.

2. Кирсанов В.В. Направления развития искусственного интеллекта в биомашинных системах для животноводства // Агроинженерия. – 2025. – № 27(3). – С. 15–22. – DOI: 10.26897/2687-1149-2025-3-15-22.

3. Трофимец Г.О., Азиева З.И. Цифровизация в сфере АПК: вызовы и перспективы // Прикладные экономические исследования. – 2025. – № 3. – С. 200-205. – DOI: 10.47576/2949-1908.2025.3.3.026.

4. Яблокова А.А., Калитина В.В., Титовская Н.В., Амбросенко Н.Д., Пушкарева Т.П. Цифровые решения для автоматизации процессов управления животноводческими хозяйствами // Информатика. Экономика. Управление. – 2024. – № 2. – С. 301–316. – DOI: 10.47813/2782-5280-2024-3-2-0301-0316.

УДК 637.115:637.116.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫХОДА МОЛОКА ИЗ СФИНКТЕРА СОСКА ПРИ МАШИННОМ ДОЕНИИ КОРОВ

Д.А. Григорьев, канд. техн. наук, доцент,
К.В. Король, старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: Рассмотрено изменение расхода молока через сосковый канал в зависимости от уровня вакуума, параметров пульсации и объёма молока в цистерне соска. Получены зависимости, позволяющие выбирать рациональный режим доения, который обеспечивает интенсивное извлечение молока без избыточного вакуумного воздействия.

Abstract: The variation in milk flow through the teat canal was examined as a function of vacuum level, pulsation parameters, and the volume of milk in the teat cistern. The obtained dependencies allow choosing a rational milking regime that ensures intensive milk extraction without excessive vacuum exposure.

Ключевые слова: машинное доение, скорость молокоотдачи, уровень вакуума, параметры пульсации, сосковый канал.

Keywords: machine milking, milk flow rate, vacuum level, pulsation parameters, teat canal.

Введение

Машинное доение должно обеспечивать интенсивное извлечение молока при минимальном отрицательном воздействии вакуума на соски и вымя коровы. Обоснование параметров работы доильного аппарата требует комплексного учёта физиологии молокоотдачи, гидравлических закономерностей движения молока, а также действия вакуума в течение пульсационного цикла [1].

Основная часть

Цель работы – теоретически обосновать изменение расхода молока из сфинктера соска под действием вакуумметрического и внутривыменного давлений. В качестве основных регулируемых факторов рассматриваются длительность такта сосания, параметры фаз пульсации и количество молока, находящееся в цистерне соска.

Процесс истечения молока рассмотрен как нестационарное течение жидкости через сосковый канал переменного сечения.

Расход молока зависит от площади живого сечения канала, перепада давлений, гидростатического напора и гидравлического сопротивления движению жидкости:

$$Q = \mu S\sqrt{2gH} \qquad (1)$$

где: Q – расход молока, м^3/с; μ – коэффициент расхода; S – текущее живое сечение соскового канала, м^2; g – ускорение свободного падения, м/с^2; H – напор, создаваемый разностью давлений и высотой молочного столба, м.

Напор и площадь живого сечения S изменяются в течение такта сосания: в начале они возрастают, затем достигают максимального значения и уменьшается при завершении молокоотдачи [2].

Для характеристики процесса использовались максимальный Q_{max}, средний $Q_{ср}$ и минимальный Q_{min} расходы молока. Такой подход позволяет проследить изменение интенсивности молокоотдачи от раскрытия соскового канала до его закрытия.

Продолжительность такта сосания изменяется до 0,8 с. При сопоставлении режимов пульсации учитываются нормативные интервалы продолжительности фазы А – 110…160 мс и фазы В – 425…525 мс. В расчётном варианте длительности фаз составляют соответственно 140 мс для фазы А и 480 мс для фазы В.

Для оценки влияния запаса молока в цистерне соска рассматривались четыре расчётных объёма: 520, 620, 720 и 820·10^{-6} м^3. Увеличение

объёма молока в цистерне изменяет продолжительность участка интенсивного истечения и характер снижения расхода к завершению такта сосания. В начале воздействия вакуума происходит раскрытие сфинктера соска, вследствие чего площадь живого сечения увеличивается и расход возрастает. После достижения максимальной степени раскрытия формируется зона максимальной молокоотдачи.

При дальнейшем протекании такта сосания расход молока снижается вследствие уменьшения объёма молока в цистерне соска, изменения напора и снижения эффективности вакуумного воздействия. Следовательно, увеличение длительности такта сосания должно ограничиваться физиологическими возможностями соска и реальной интенсивностью молокоотдачи [3].

Расчётные данные описывают изменение Q_{max}, среднего расхода и Q_{min} в зависимости от времени. Максимальные значения расхода достигаются при наличии достаточного объёма молока в цистерне соска. При уменьшении его объёма до $520 \cdot 10^{-6}$ м^3 стадия снижения молочного потока проявляется быстрее, тогда как при $820 \cdot 10^{-6}$ м^3 участок интенсивного истечения сохраняется дольше.

Полученные зависимости доказывают, что для повышения физиологичности машинного доения важно регулировать не только величину вакуума, но и продолжительность его действия. Наиболее рациональным является режим, при котором вакуум обеспечивает раскрытие соскового канала и устойчивое истечение молока, но не сохраняется избыточно долго после заметного снижения интенсивности молочного потока.

Заключение

Разработанная математическая модель позволяет описать изменение расхода молока из сфинктера соска в течение такта сосания с выделением его максимального Q_{max}, среднего $Q_{ср}$ и минимального Q_{min} значений.

Основными факторами, определяющими интенсивность молокоотдачи, являются перепад давлений, площадь живого сечения соскового канала, продолжительность такта сосания и объём молока в цистерне соска.

При расчётных объёмах молока в диапазоне (520–820) $\cdot 10^{-6}$ м^3 увеличение его запаса в цистерне способствует более длительному сохранению участка интенсивного истечения жидкости.

Рациональными параметрами пульсационного режима являются продолжительность фазы А в пределах 110–160 мс и фазы В — в пределах 425–525 мс; в расчётном варианте моделирования они составляют 140 и 480 мс соответственно.

Список используемой литературы

1. Establishing the influence of technical and technological parameters of milking equipment on the efficiency of machine milking / E. Aliiev [et al.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. -2022. - February 24. - P. 44-55.

2. Моделирование процесса молоковыведения в системе сосок – доильный стакан [Текст] / Д. А. Григорьев [и др.] // Агропанорама. - 2024. - N 1. - С. 7-11.

3. Григорьев, Д. А. Уравнение равновесного потока жидкости в системе сосок - доильный стакан [Текст] / Д. А. Григорьев, А. М. Кравцов // Агропанорама. - 2023. - N 5. - С. 2-6.

УДК 631.15:636

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖИВОТНЫХ

А.В. Китун, д-р техн. наук, профессор,
А.А. Романович, канд. техн. наук, доцент,
С.А. Костюкевич, канд. с.-х. наук, доцент,
Г.А. Гаврилик, студент АМФ

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
ktmg@bsatu.by

Аннотация. Система контроля физиологического состояния животных (желудочные болюсы) выводит биологические закономерности, позволяющие определять режим кормления, связь с надоями, сделать время кормления более удобным, комфортным, что отражается на здоровье и продуктивности животных.

Abstract. Animal physiological monitoring systems (gastric boluses) identify biological patterns that allow us to determine how feeding regimens relate to milk yield, making feeding times more convenient and comfortable, which impacts animal health and productivity.

Ключевые слова: системы контроля, желудочные болюсы, коровы, кормление.

Keywords: control systems, gastric boluses, cows, feeding.

Введение

Базовым элементом любых систем управления производства молока служат устройства автоматической идентификации (распознавания) каждой отдельной коровы [2]. Применяются различные

физические принципы связи и передачи информации об идентификационных признаках. Идентификационные метки также могут выполняться в виде ушных бирок или желудочных капсул (болюсов) [1, 3].

Основная часть

Желудочная идентификационная капсула вводящийся через ротовую полость животного с помощью специального аппликатора (болюсодавателя) и после попадания в желудок задерживается в рубце, не проходя дальше по пищеварительному тракту. Болюс, впрочем как и другие RFID-метки, не нуждается в источнике питания и содержит нестираемый идентификационный код. Корпус болюса изготавливается из безопасных и устойчивых к воздействию желудочного сока материалов (рис.1, *а*).

Помимо идентификационных желудочных капсул в молочном скотоводстве находят применение активные болюсы, позволяющие, помимо идентификации, отслеживать такие физиологические показатели животного, как температура и кислотность (pH) в рубце. Такой болюс осуществляет измерение показателей с интервалом 10 мин и сохраняет полученные данные в собственной памяти в течение 90–150 дней. Активный болюс имеет встроенную Li-Ion батарею, обеспечивающую его питание в течение 4 лет (рис. 1, *б*).



а *б*

Рисунок 1 – Общий вид желудочных болюсов:
а – идентификационные болюс; *б* – активный болюс smaXtex pH Plus

Передача данных с болюсов осуществляется следующим образом (рис. 2): стационарный сканер излучает электромагнитное поле и, когда животное проходит через него, электромагнитные волны улавливаются антенной болюса, что активизирует электронный чип, находящийся внутри датчика. Сканер считывает с чипа идентификационные данные животного и данные о его физиологиче-

ских показателях. Далее через беспроводное соединение или локальную сеть информация поступает в персональный компьютер, обрабатываются программой управления стадом и представляется в виде графиков или таблиц для ее последующего анализа персоналом фермы.

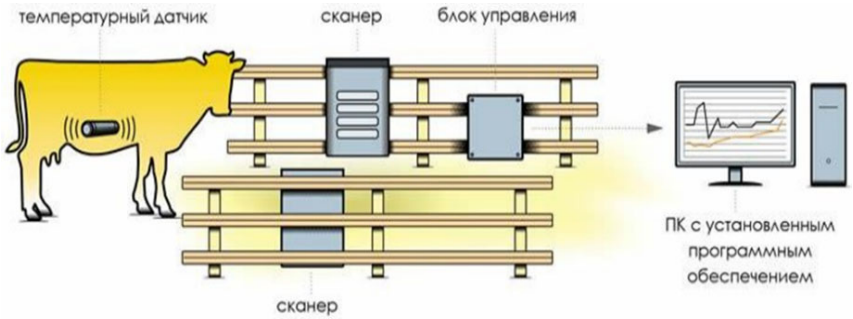


Рисунок 2 – Состав системы для считывания информации с болюсов

Автоматическая идентификация каждой коровы дает возможность реализовать три основные производственные функции автоматизированной системы управления технологическими процессами производства молока: контроль продуктивности скота; индивидуальное нормированное кормление животных; комплексное управление молочным производством на ферме в целом.

Заключение

Система контроля физиологического состояния животных (желудочные болюсы) выводит биологические закономерности, позволяющие определить, как режим кормления связан с надоями, сделать время кормления более удобным, комфортным, что отражается на здоровье и продуктивности животных.

Список использованной литературы

1. Кирсанов В.В. Направления развития искусственного интеллекта в биомашинных системах для животноводства // Агроинженерия. – 2025. – № 27(3). – С. 15–22. – DOI: 10.26897/2687-1149-2025-3-15-22.

2. Трофимец Г.О., Азиева З.И. Цифровизация в сфере АПК: вызовы и перспективы // Прикладные экономические исследования. – 2025. – № 3. – С. 200–205. – DOI: 10.47576/2949-1908.2025.3.3.026.

3. Яблокова А.А., Калитина В.В., Титовская Н.В., Амбросенко Н.Д., Пушкарева Т.П. Цифровые решения для автоматизации процессов управления животноводческими хозяйствами // Информатика. Экономика. Управление. – 2024. – № 2. – С. 301–316. – DOI: 10.47813/2782-5280-2024-3-2-0301-0316.

Секция 5 «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК»

378.147:004.8:631.17

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЫСШЕГО АГРАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ УМНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Н.Г. Серебрякова[1], канд. пед. наук, доцент,
Т.А. Казаченко[2], канд. физ-мат. наук, доцент,
К.С. Шалгимбекова[2], канд. пед. наук,
ассоциированный профессор,
[1]Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
[2]ФГБОУ ВПО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»,
[3]Некоммерческое акционерное общество «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Педагогический институт им. У.Султангазина

Аннотация. Проанализированы риски «имитационного обучения», вызванные экспансией генеративного искусственного интеллекта (ИИ). Предложена трехкомпонентная модель понятийного каркаса, обеспечивающая формирование у будущих инженеров навыков валидации и управления ИИ-системами посредством применения междисциплинарных проектов на основе цифровых двойников.

Abstract. The risks of "imitative learning" caused by the expansion of generative artificial intelligence (AI) are analyzed. The author proposes a three-component conceptual framework model that ensures the formation of proactive competencies in future engineers for the validation and management of AI systems through the implementation of interdisciplinary projects based on digital twins.

Ключевые слова: компьютерные науки, генеративный искусственный интеллект, имитационное обучение, понятийный каркас, цифровые двойники, проактивные компетенции

Keywords: computer science, generative artificial intelligence, imitative learning, conceptual framework, digital twins, proactive competencies.

Введение

Скорость обновления сквозных цифровых значительно превосходит период изменения образовательных программ, создавая разрыв между академическими навыками выпускников и реальными требованиями рынка труда [1].

Экспансия систем генеративного искусственного интеллекта в студенческую среду порождает феномен - бесконтрольного делегирования когнитивных и расчетных функций нейросетям без осмысления алгоритмической сущности процессов. Инженерная дидактика требует перехода от репродуктивного изучения пользовательских ИТ-интерфейсов к формированию инвариантного концептуально-понятийного каркаса знаний.

Основная часть

Ключевым дидактическим условием формирования компетенций является масштабирование и качественная трансформация цикла дисциплин группы «Компьютерные науки» для не-ИТ специальностей АПК [2]. Общий объем часов ИТ-цикла $V_{КН}$ в структуре современного инженерного учебного плана соответствует ограничению:

$$V_{КН} \geq 0{,}10 \cdot V_{ОБЩЕЕ} \quad (1)$$

где $V_{ОБЩЕЕ}$ – суммарный объем академических часов учебного плана.

Дидактический дизайн нового поколения предполагает распределение этого объема времени по трем иерархическим уровням понятийного каркаса (таблица 1).

Таблица 1 – Трехуровневая матрица понятийного каркаса цикла «Компьютерные науки»

Уровень каркаса	Инвариантные базовые понятия инфосферы	Прикладной дидактический контент
Алгоритмизация	Конечные автоматы, циклы обратной связи, логика предикатов	Проектирование алгоритмических блок-схем и логики работы промышленных контроллеров автоматизации АПК
Обработка данных	Жизненный цикл данных, валидность выборки, фильтрация шумов Big Data	Очистка реальных массивов данных с метеостанций и датчиков точного земледелия от аппаратных ошибок
Моделирование	Адекватность модели, граничные условия, критерии оптимизации	Синтез высшей математики и ИТ; математическое описание и виртуальное воспроизведение физических процессов АПК

Практическая реализация предложенной модели на базе БГАТУ базируется на сквозном проектировании цифровых двойников технологических комплексов [3]. В качестве базового верификационного кейса используется цифровая модель тепломассообмена зерносушильного комплекса. Математическая основа модели описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных для плотного дисперсного слоя:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a\nabla^2\theta + \frac{r}{c}\frac{\partial U}{\partial \tau} \quad (2)$$

Кинетика влагоудаления в процессе сушки подчиняется экспоненциальному закону по уравнению кинетики:

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = -K_{arr}\left(U - U_{ravn}\right)\exp\left(-\frac{E_{act}}{R\left(T+273\right)}\right) \quad (3)$$

Уравнения материального и теплового баланса сушильного агента (газовоздушной смеси) по высоте технологической шахты z выражаются как:

$$\frac{\partial G_{vlagi}}{\partial z} = \beta\left(U - U_{poverhn}\right) \quad (4)$$

$$\frac{\partial T_{agent}}{\partial z} = -\frac{\alpha S}{G_{agent}c_{agent}}\left(T_{agent} - \theta\right) \quad (5)$$

В процессе выполнения комплексного задания студент интегрирует полученную систему уравнений с алгоритмом автоматического адаптивного регулирования по принципу обратной связи. Вектор состояния исполнительных механизмов описывается дискретной функцией перехода:

$$S_{t+1} = f\left(S_t, X_t - E_t\right) \quad (6)$$

Для выделения истинного сигнала из зашумленного потока телеметрии и предотвращения ложного аварийного останова оборудования искусственным интеллектом, студент программирует цифровой фильтр Калмана. Алгоритм осуществляет рекуррентное оценивание истинного состояния параметров по уравнениям прогноза и коррекции:

$$\hat{X}_{t|t} = \hat{X}_{t|t\text{-}1} + K_t\left(Z_t - H\hat{X}_{t|t\text{-}1}\right) \quad (7)$$

$$K_t = \mathrm{P}_{t|t\text{-}1}H^T\left(HP_{t|t\text{-}1}H^T + R_{\mathrm{cov}}\right)^{-1} \quad (8)$$

$$P_{t|t} = \left(I - K_tH\right)P_{t|t\text{-}1} \quad (9)$$

Благодаря такой структуре заданий студент защищен от «имитационного обучения». Он выступает не пассивным пользователем интерфейса ИИ, а квалифицированным создателем и валидатором алгоритмической модели, способным верифицировать ошибки программной среды.

Для реализации практического модуля в учебный процесс был также внедрен лабораторный практикум по дисциплине «Цифровые

технологии в растениеводстве». В рамках модуля студенты изучали принципы построения систем компьютерного зрения для автоматического мониторинга фитосанитарного состояния посевов. В качестве базовой архитектуры использовалась нейросетевая модель *YOLOv*8. В ходе выполнения практических задач студенты экспериментальной группы успешно провели дообучение модели YOLOv8 на специализированном датасете изображений фитопатологий озимого рапса, характерных для агроклиматических условий Беларуси.

Основой исследования стал полевой датасет, собранный на экспериментальных полях Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию. Всего было подготовлено 3250 высококачественных снимков, отражающих различные фитосанитарные состояния культуры. Сбор данных производился с помощью мобильных устройств в условиях естественного освещения. Распределение собранного материала представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структура экспериментального датасета озимого рапса

Для оценки качества работы нейросети, разработанной студентами, использовались стандартные метрики качества классификации: точность (*Precision*), полнота (*Recall*) и интегральный критерий F1-score. Данные метрики рассчитываются на основе матрицы ошибок (*Confusion Matrix*) по следующим формулам:

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \tag{10}$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \tag{11}$$

$$F1\text{-}score = \frac{2 \cdot \text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \tag{12}$$

В таблице 2 представлены итоговые показатели метрик эффективности распознавания болезней растений, достигнутые обучающимися в ходе выполнения учебного проекта.

Таблица 2 – Метрики эффективности распознавания фитопатологий озимого рапса моделью YOLOv8

Класс объектов	Точность (*Precision*)	Полнота (*Recall*)	*F1-score*
Здоровые растения рапса	0,95	0,93	0,94
Альтернариоз (черная пятнистость)	0,88	0,86	0,87
Фомоз (сухая гниль)	0,90	0,88	0,89
Среднее значение (mAP@0.5)	**0,910**	**0,890**	**0,900**

Детальный поклассный анализ распознавания представлен на матрице ошибок (рисунок 2). Как видно из графика, основные затруднения модели связаны со взаимным смешением классов альтернариоза и фомоза на поздних стадиях проявления болезней.

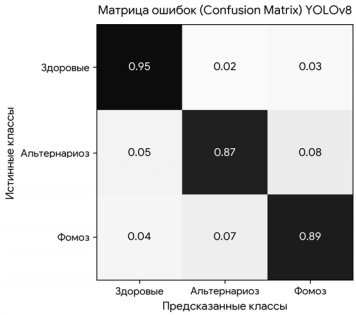


Рисунок 2 – Матрица ошибок дообученной модели YOLOv8

Наряду с техническим проводился педагогический эксперимент, анализ результатов которого показал значительный прирост уровня сформированности цифровых компетенций у студентов экспериментальной группы (ЭГ) по сравнению с контрольной группой (КГ). Педагогический эксперимент проводился в 2025–2026 учебном году на базе Института агробиотехнологий. Были сформированы две группы студентов 4 курса направления «Агрономия»: контрольная группа (КГ, n = 28), обучавшаяся по традиционной программе, и экспериментальная группа (ЭГ, n = 30), в программу которой был встроен сквозной ИТ-модуль. Уровень компетенций оценивался по 100-балльной шкале (включая теоретический тест и

решение практического кейса на Python). Высокие значения метрик (F1-score = 0.905 для усредненного класса) доказывают, что студенты способны освоить сложные инструменты ИИ и применять их для прикладных задач растениеводства.

Распределение студентов по уровням владения технологиями (низкий – до 60 баллов, средний – 61–85 баллов, высокий – более 85 баллов) представлено на рисунке 3.

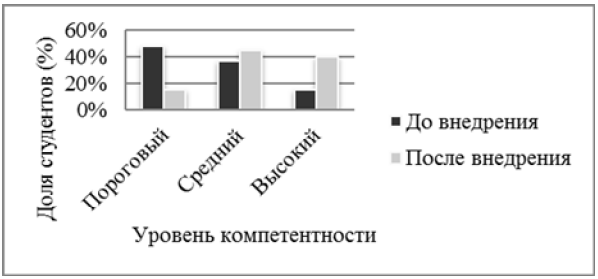


Рисунок 3 – Распределение студентов по уровням цифровых компетенций

Для подтверждения статистической значимости различий между ЭГ и КГ был применен критерий согласия Пирсона $\chi^2_{эмп}$. Расчет производился по формуле:

$$\chi^2_{эмп} = \sum \frac{(f_э - f_к)^2}{f_к} \quad (13)$$

Полученное эмпирическое значение $\chi^2_{эмп} = 18,42$ превышает критическое значение $\chi^2_{крит} = 5,99$ для уровня значимости $p<0,05$ при $df = 2$. Это строго доказывает, что изменения обусловлены именно внедрением разработанной методики обучения.

Заключение

Модернизация инженерно-аграрного образования на основе расширения цикла Computer Science до уровня 10% и внедрения сквозного понятийного каркаса является критическим фактором обеспечения кадровой и технологической безопасности отрасли. Предложенный подход позволяет готовить инженеров-архитекторов, способных управлять сложными интеллектуальными системами.

Список использованной литературы

1. Серебрякова, Н. Г. Повышение качества подготовки инженеров через приобщение учащихся к техническому творчеству на примере изучения динамических характеристик автомобилей / Н.Г. Серебрякова, И.А. Серебряков, А.А. Кли-

мович // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : Сборник научных трудов. В 2 томах, Минск, 06–08 июня 2023 года. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2023. – С. 324-327.

2. Серебрякова, Н. Г. Анализ цикла дисциплин "Компьютерные науки" в инженерном образовании / Н. Г. Серебрякова // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2020. – № 4(138). – С. 39-43.

3. Методология проектирования электронной сервисной программы технического обслуживания и ремонта транспортных средств / Н. Г. Серебрякова, И. А. Серебряков, Д. Н. Коваль [и др.] // Цифровизация агропромышленного комплекса : Сборник научных статей II международной научно-практической конференции в 2-х томах, Тамбов, 21–23 октября 2020 года. Том II. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2020.

4.Серебрякова, Н. Г. Реализация компетентностного подхода в преподавании учебной дисциплины «Информатика» для студентов непрофильных специальностей в контексте образовательных стандартов нового поколения / Н. Г. Серебрякова // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2024. – № 5(163). – С. 7–11.

5.Серебрякова, Н. Г. Инженерное образование нового поколения как инструмент формирования современного специалиста / Н. Г. Серебрякова // Профессиональное образование. – 2024. – № 3(57). – С. 17-23.

6.Серебрякова, Н. Г. Приоритет инфосферы в современном инженерном образовании / Н. Г. Серебрякова // Педагогический журнал. – 2023. – Т. 13, № 11-1. – С. 575–584. – DOI 10.34670/AR.2023.59.14.078.

УДК 378.147:621.43.06

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ АПК В РАМКАХ УЧАСТИЯ В ВЫПОЛНЕНИИ ЗАДАНИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Г.И. Белохвостов, канд. техн. наук, доцент,
Н.Г. Серебрякова, канд. пед. наук, доцент,
А.Г. Драгун, студент,
И.В. Кузнецова, канд. пед. наук, доцент,
[1]Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ярославский государственный аграрный университет»

Аннотация. В статье научно обоснована и представлена методика формирования проектно-исследовательской компетентности будущих инженеров агропромышленного комплекса (АПК) в процессе обучения в БГАТУ. В основу дидактического переноса положены результаты выполнения задания ГПНИ на 2025–2030

годы, направленного на улучшение газодинамических, аэроакустических и экологических характеристик систем выпуска отработавших газов поршневых двигателей. Продемонстрирован опыт интеграции математических моделей нестационарной газодинамики и сопряженного теплообмена в учебный процесс для преодоления разрыва между вузовской наукой и практико-ориентированным обучением.

Abstract. The article provides a scientific substantiation and presents a methodology for developing the project and research competence of future engineers in the agro-industrial complex (AIC) during their training at BSATU. The didactic transfer is based on the implementation results of Task 6.1.10 within the State Program for Scientific Research (SPSR) for 2025–2030, which aims to improve the gas-dynamic, aeroacoustic, and environmental characteristics of exhaust systems in reciprocating engines. The paper demonstrates the experience of integrating mathematical models of unsteady gas dynamics and conjugate heat transfer into the educational process to bridge the gap between university science and practice-oriented learning.

Ключевые слова: проектно-исследовательская компетентность, агроинженерное образование, методика обучения, газодинамика, поршневые ДВС, теплообмен.

Keywords: project and research competence, agro-engineering education, teaching methodology, gas dynamics, reciprocating internal combustion engines, heat transfer.

Введение

Трансляция результатов фундаментальных исследований в образовательный процесс – ключевое положение дидактической прогностики. Выполнение задания 6.1.10 «Улучшение газодинамических, аэроакустических и экологических характеристик систем выпуска отработавших газов поршневых ДВС» подпрограммы «Механика, машиностроение, электротранспортные, роботизированные и беспилотные системы» Государственной программы научных исследований «Механика, машиностроение, роботизированные, беспилотные и интеллектуальные системы» на 2025–2030 годы требует создания адекватных дидактических условий. Эффективным инструментом здесь выступает методика формирования проектно-исследовательской компетентности студентов через сквозное проектирование.

Основная часть

В рамках разработанной методики проектно-исследовательская компонента обучения базируется на интеграции уравнений нестационарной газодинамики и сопряженного теплообмена в выпускных системах ДВС. При моделировании пульсирующего потока газа в каналах сложной геометрии студенты оперируют системой одномерных уравнений Навье – Стокса в форме Эйлера:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u)}{\partial x} + \frac{\rho u}{F}\frac{dF}{dx} = 0,$$

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t}+\frac{\partial\left(\rho u^2+p\right)}{\partial x}+\frac{\rho u^2}{F}\frac{dF}{dx}+\rho f_x=0,$$

$$\frac{\partial(\rho e_0)}{\partial t}+\frac{\partial(\rho u e_0+up)}{\partial x}+\frac{\rho u e_0+up}{F}\frac{dF}{dx}-\rho q=0,$$

где ρ – плотность газа; u – скорость потока; p – давление; $F(x)$ – площадь поперечного сечения канала; f_x – удельная сила трения; e_0 – полная удельная энергия газа; q – удельный тепловой поток через стенку, определяемый как:

$$q=\frac{\alpha\cdot П}{F}\left(T_г-T_c\right),$$

где $П$ – периметр канала; $T_г$, T_c – температуры газа и стенки. Расчет коэффициента теплоотдачи α выполняется через критериальное уравнение Нуссельта, содержащее искомые переменные структуры потока:

$$Nu=C\cdot \mathrm{Re}^m\cdot \mathrm{Pr}^n\cdot\left(1+\varepsilon_{pul}\right)$$

где C – экспериментальный коэффициент, зависящий от геометрии; m – показатель степени при числе Рейнольдса; n – показатель степени при числе Прандтля; ε_{pul} – коэффициент интенсивности пульсаций потока, учитывающий аэроакустическую нестационарность среды.

Педагогическая модель трансформации научного задания 6.1.10 в учебный процесс представлена в виде трехуровневой матрицы формирования компетенций.

Таблица 1. Матрица интеграции научного содержания задания ГПНИ в учебные модули методики

Уровень интеграции науки в дидактику	Физико-техническое содержание задания 6.1.10	Формируемые профессиональные компетенции (13.00.08)
1. Информационно-теоретический	Газодинамика пульсирующих потоков, законы затухания акустических волн	Фундаментализация знаний, способность к системному анализу рабочих процессов ДВС
2. Квазипрофессиональный	Численное моделирование (CFD) геометрии каналов, оптимизация противодавления	Владение методами компьютерного инжиниринга, верификация эмпирических зависимостей
3. Исследовательский	Экологический мониторинг дисперсных частиц и NOx, натурный акустический эксперимент	Готовность к созданию инновационных объектов интеллектуальной собственности для АПК

Для верификации компонентов проектно-исследовательской компетентности будущих инженеров АПК в рамках экспериментального обучения был применен следующий диагностический комплекс:

– для оценки мотивационно-ценностного компонента использовалась методика изучения мотивов учебной деятельности студентов (модификация А.А. Реана и В.А. Якунина, расширенная Н.Ц. Бадмаевой). Данный инструмент позволил выявить ведущие научно-познавательные и профессиональные мотивы обучающихся при их вовлечении в реальные задачи ГПНИ;

– оценка когнитивного и деятельностно-практического компонентов базировалась на концепции поэтапного формирования умственных действий и типовых инженерных задач (по Н.Ф. Талызиной и В.П. Беспалько);

– проверка уровня теоретических знаний и практических умений (патентный поиск, математическое моделирование, проведение технических экспериментов) осуществлялась с помощью критериально-ориентированных тестов и анализа портфолио научно-исследовательских отчетов, подготовленных для ГПНИ;

– для измерения рефлексивно-оценочного компонента была адаптирована методика диагностики уровня рефлексивности А.В.Карпова, с помощью которой была зафиксирована способность будущих инженеров АПК к критическому анализу допущенных ошибок в ходе опытно-конструкторских работ и публичной защите технических решений.

Внедрение разработанной методики формирования проектно-исследовательской компетентности будущих специалистов сельского хозяйства в рамках выполнения заданий ГПНИ показало высокую педагогическую эффективность: данные контрольного этапа эксперимента свидетельствуют о кардинальном качественном перераспределении студентов по уровням готовности: доля обучающихся с критическим пороговым уровнем сократилась более чем в три раза – с 48% до 15%. Наряду зафиксирован интенсивный рост показателей на среднем (45%) и высоком (40%) уровнях, что доказывает прямую взаимосвязь между вовлечением студентов в решение реальных государственных научно-технических задач и развитием их профессионального мастерства.

Положительная динамика объясняется эффектом интеграции академической науки и образовательного процесса. Участие в выполнении заданий госпрограмм трансформировало пассивное усвоение материала в активное научно-производственное проектирование. Будущие инженеры получили уникальный опыт работы на передовом лабораторно-техническом оборудовании, прошли сквозную практику прохождения патентных процедур и оформления стандартизированных отчетов, что существенно сократило адаптационный период перехода выпускника из вуза в реальный сектор АПК.

Заключение

Внедрение разработанной методики, сочетающей систему дифференциальных уравнений газодинамики и сопряженного теплообмена с лекционными курсами и расчетно-графическими работами, обеспечивает переход от репродуктивного обучения к продуктивному научному поиску. Статистически значимое перераспределение студентов в сторону высокого уровня исследовательской компетентности доказывает валидность выносимых на защиту положений докторской диссертации.

Список использованной литературы

1. Миранович, А. В. Национальная рамка квалификаций и профессиональные стандарты: направления апробации / А. В. Миранович, Н. Г. Серебрякова // Техническое обеспечение инновационных технологий в АПК : Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию образования агромеханического факультета, Беларусь, Минск, 30–31 октября 2025 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2025. – С. 49-51.

2. Серебрякова, Н. Г. Системный анализ инженерной деятельности и инженерного образования при современном экономическом укладе / Н. Г. Серебрякова // Вестник педагогических наук. – 2025. – № 5. – С. 222-230.

3. Историко-философские истоки современной инженерной деятельности / Н. Г. Серебрякова, И. А. Серебряков // Современное профессиональное образование. – 2025. – № 6. – С. 115-121.

4. Образовательные стандарты подготовки инженеров-механиков / Н. Г. Серебрякова, А. М. Карпович // Профессиональное образование. – 2018. – № 2(32). – С. 3-11.

5. Серебрякова, Н. Г. Интеграция дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов учебного плана технического вуза / Н. Г. Серебрякова, Л. С. Шабека, Е. В. Галушко // Профессиональное образование. – 2017. – № 2(28). – С. 19-23.

6. Программный модуль администратора для системы управления обучением / Н. Г. Серебрякова, А. П. Мириленко, Р. И. Фурунжиев, В. С. Кацуба // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 21–23 ноября 2018 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2018. – С. 559-563.

УДК 631.158:658.310.8

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА (ЧЕК-ЛИСТА) ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ В СИСТЕМЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В АПК

Н.Л. Ракова, канд. техн. наук, доцент,
О.Н. Кемеш, канд. физ.-мат. наук, доцент,
Ж.И. Пантелеева, канд. физ.-мат. наук, доцент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительного исследования эффективности применения чек-листов при организации управляемых самостоятельных работ (УСРС) студентов. Цель работы заключалась в эмпирической проверке влияния инструментов самоорганизации на качество усвоения учебного материала.

Abstract. The article presents the results of a comparative study of the effectiveness of using checklists in organizing guided independent study (GISW) by students. The aim of the work was to empirically verify the impact of self‑organization tools on the quality of learning the educational material.

Ключевые слова: управляемая самостоятельная работа студентов (УСРС), чек-лист, формирующее оценивание, теоретическая механика, педагогический эксперимент, успеваемость.

Keywords: guided independent student work (GISW), checklist, formative assessment, theoretical mechanics, pedagogical experiment, academic performance.

Современный инженер АПК работает с цифрами: нагрузки на оси, расход топлива, угол склона, прочность сварного шва. Но фундамент этих расчётов закладывается именно в курсах теоретической механики и математики [1]. Разрыв между "высшей" теорией и "низкой" практикой – главный барьер в подготовке кадров. Данная статья предлагает внедрение алгоритмических чек-листов, которые трансформируют абстрактные дифференциальные уравнения в понятный алгоритм инженерного расчёта, повышая успеваемость и сохраняя интерес к предмету.

Мы предлагаем чек-лист как маршрутную карту решения задач: от прочтения условия до проверки ответа. Это не замена знаниям, а "навигатор", который дисциплинирует мысль и снижает тревожность при проведении контроля знаний по учебной дисциплине.

Чек-лист – это точная, пошаговая инструкция для выполнения сложной или объемной задачи. Он служит «внешней памятью»,

разбивая процесс на простые и исчерпывающие действия, чтобы ничего не упустить.

Основные преимущества использования чек-листа в процессе изучения учебной дисциплины:

1. Повышение продуктивности и эффективности, снижение ментальной нагрузки: четкий алгоритм действий, содержащийся в чек-листе дает понимание, что делать дальше и сокращает время решения данной задачи.

2. Улучшение качества работы и снижение количества ошибок: алгоритм чек-листа гарантируют, что важные шаги не будут пропущены, помогают придерживаться структуры, особенно в сложных многошаговых задачах (например, в математических вычислениях).

3. Психологические преимущества и мотивация: наглядность прогресса: физическое заполнения каждого пункта чек-листа дает чувство завершенности и мотивирует двигаться дальше. Снижает тревожность, так как большая, сложная задача, разбитая на мелкие пункты, перестает пугать и казаться невыполнимой. Возрастает уверенность в своих силах и понимание, что работа выполнена правильно и по пунктам, что в свою очередь существенно повышает уверенность студента в себе.

4. Систематизация знаний и навыков: структурирование материала помогает оформить знания в логической последовательности. Студенты учатся декомпозиции – разбиению крупных задач на мелкие подзадачи. Студент берет на себя ответственность за выполнение каждого шага, что способствует развитию ответственности в целом [2].

В ходе исследования был проведен педагогический эксперимент на базе двух академических потоков по двум темам: по статике (определение реакций опор плоской системы сил), по кинематике (преобразование вращательного движения и определение скорости точки при вращательном движении твёрдого тела). Следует отметить, что один из чек-листов, разработанный для тематического контроля по разделу статики, уже был представлен и обоснован в более ранней публикации авторов [1, 2] и при разработке последующих чек-листов для раздела кинематики авторский коллектив опирался на опыт, накопленный в ходе внедрения предыдущего чек-листа.

В настоящей работе данный инструментарий получает свое логическое развитие и адаптируется к задачам кинематики, что позволяет выстроить единую систему контроля на протяжении всего курса. От-

метим, что рефлексия полученных результатов позволила провести ряд содержательных корректировок: во-первых, критерии оценивания были уточнены и дифференцированы с учетом уровневой структуры компетенций; во-вторых, осуществлена более дробная декомпозиция вопросов по отношению к каждому практическому заданию, что обеспечило их однозначную интерпретацию обучающимися; в-третьих, в инструментарий были интегрированы дополнительные позиции, отражающие специфику кинематических расчетов для студентов аграрного вуза и ранее не учтенные аспекты.

В экспериментальной группе (1-й поток группы 20-21 м) изучение разделов статики и кинематики проводились с использованием чек-листа. Данный чек-лист применялся в ходе управляемых самостоятельных работ, результаты которых стали основой для вычисления результирующей оценки. Итоговый балл за модуль выставлялся на основе полученных результатов. В контрольной группе (2-й поток 17-19 м) обучение осуществлялось по традиционной методике без применения данного инструмента.

С целью визуализации эффективности внедряемой методики представим сравнительную диаграмму относительных частот оценок студентов, контроль знаний которых проводился с использованием чек-листов и без них.

Относительные частоты в экспериментальной и контрольной группах рассчитывается по следующей формуле.

$$\omega_i = \frac{n_i}{N}$$

где n_i – количество студентов получивших одинаковую оценку от 0 до 10, а N – количество всех студентов данной группы.

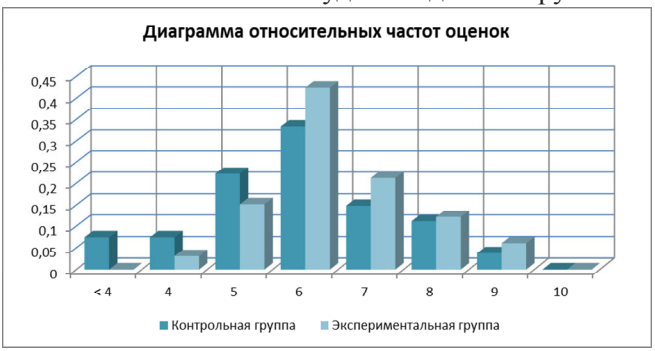


Рисунок 1 – Сравнительная диаграмма

Анализ данной диаграммы показывает, что абсолютная успеваемость в экспериментальной группе стала 100% (все студенты получили оценки четыре и выше).

Качественная успеваемость в экспериментальной группе составила 39,4%, а средний балл 6,42. Для контрольной группы соответствующие показатели равны 29,6% и 5,89.

Использование чек-листов в учебном процессе помогает не только студенту, но и преподавателю. Это существенно сокращает время на проверку заданий и позволяет с максимальной точностью (до сотых) определить общий балл за работу. В процессе анализа чек-листов группы преподавателю становится понятно, на какие моменты данной темы следует обратить дополнительное внимание (решить дополнительные задачи, повторить теорию) [3, 4, 5].

Список использованной литературы

1. Ракова, Н.Л. Теоретическая механика как связующее звено между фундаментальными дисциплинами и дисциплинами инженерного профиля / Н. Л. Ракова, О. Н. Кемеш, Ж. И. Пантелеева // материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию образования факультета «Техни-ческий сервис в АПК» «Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК»: 4-5 июня 2025 года, г. Минск, БГАТУ, С. 637–639

2. Ракова, Н. Л. Использование чек-листа как инструмента формирующего оценивания знаний студента / Н. Л. Ракова, О. Н. Кемеш, Ж. И. Пантелеева, Т. А. Шкляревич// Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 3-4 июня 2026 года).– Минск : БГАТУ, 2026. – С. 508-511.

3. Black, P. Inside the black box: raising standards through classroom assessment / P. Black, D. Wiliam : KAPPAN. Connecting education research, policy, and practice [bibliographic database]. – URL: https://kappanonline.org/inside-the-black-box-raising-standards-through-classroom-assessment/ (дата обращения 03.09.2026).

4. Яковлева, С. В. Что такое чек-лист: шпаргалка и примеры использования : [сайт]. – ROMI Center, 2026 – URL: https://romi.center/ru/learning/article/what-is-a-checklist-and-how-to-use-it-info/ (дата обращения 08.09.2026).

5. Scriven, M. The logic and methodology of checklists / M. Scriven : [bibliographic database]. – Monitoring and Evaluation NEWS, 2026. – URL: http://www.mande.co.uk/wp-content/uploads/2007/2007%20Scriven%20logic%26methodology_dec07.pdf (date of access: 01.09.2026).

6. Summary. When studying the discipline "Theoretical Mechanics", the implementation of the formative approach is most possible through the use of a checklist: it structures the work, reduces the number of errors and helps the teacher to evaluate the results more accurately.

УДК 378.1

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ОТРАСЛИ

А.И. Попов, канд. пед. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Российская Федерация

Аннотация. Разработанна методика развития кадрового потенциала.
Abstract. A methodology for developing human resource potential has been developed.
Ключевые слова: искусственный интеллект, развитие, кадровый потенциал.
Keywords: artificial intelligence, development, human resource potential.

Актуальность

Цифровизация затронула все отрасли народного хозяйства и существенным образом изменила деятельность специалистов. Многие управленческие решения принимаются на основе анализа больших данных, результатов моделирования возможных сценариев развития событий. Активное использование искусственного интеллекта позволяет увеличить долю творческого труда и освободить работника от рутинных трудовых функций [1]. В тоже время внедрение искусственного интеллекта во все сферы деятельности детерминирует ряд негативных последствий. Часть работников стремится доверить искусственному интеллекту все функции по принятию решения, при этом не всегда грамотно может сформулировать проблему, определить условия ее разрешения и критерии достижения цели, проанализировать полученный результат. Особенно часто искаженное восприятие роли искусственного интеллекта встре-чается у молодых специалистов, только закончивших обучение. Система образования должна сформировать у выпускников готовность к оптимальному использованию преимуществ циф-ровизации.

Результаты исследований

Основной целью разработанной методики было повышение уровня интеллектуальной активности обучающихся технических специальностей и развитие их креативности при решении профессиональных задач. Были выявлены психолого-педагогические условия активизации образовательной деятельности при использовании возможностей искусственного интеллекта.

1. Организация обучения в соревновании и широкое распространение олимпиадного движения обучающихся по базовым инженерным дисциплинам [2] посредством как очных творческих конкурсов, так и проводимых в дистанционном формате при использовании цифрового прокторинга для обеспечения информационной безопасности.

2. Активное использование виртуальной реальности и цифровых тренажерных комплексов для совершенствования практических навыков деятельности [3], в т.ч. в условиях стресса, что позволит сохранять творческий настрой при разрешении проблемных ситуаций в деятельности реального субъекта рыночной экономики.

3. Максимальная индивидуализация обучения посредством адаптационного управления образовательным процессом в цифровом пространстве с учётом потребностей конкретного обучающегося и на основе анализа его цифрового компетентностного профиля.

4. Обеспечение возможности выхода за рамки поставленной проблемы посредством анализа различных вариантов технических систем и регламентов технологического процесса при использовании искусственного интеллекта.

Выполнение указанных психолого-педагогических условий возможно при интенсивном развитии математического мышления обучающихся, что позволит им грамотно использовать возможности искусственного интеллекта, критически осмысливая предложенные им решения.

Для выхода обучающихся на эвристический уровень интеллектуальной активности необходимо в цифровом пространстве создать систему творческих задач, отражающих актуальные проблемы предприятий региональной экономики и предполагающих возможность вариативного анализа на основе знаний изучаемой дисциплины. Например, творческие задачи по механике обеспечивают возможность анализа динамических нагрузок и кинематических характеристик при различных геометрических параметрах конструкции и вариантах воздействия внешних факторов. Использование искусственного интеллекта позволит выявить закономерности функционирования технических

систем и более качественно формировать готовность к их проектированию.

Усовершенствованная методика развития творческих способностей специалистов технического профиля включает следующие этапы:

1. Формирование навыков взаимодействия с искусственным интеллектом посредством грамотной постановки запроса и закрепления психологических установок на необходимость критического осмысления полученных результатов при помощи применения знаний в данной области. Реализуется в элективном курсе «Методология творческого саморазвития».

2. Вовлечение всех обучающихся в олимпиадное движение по инженерным дисциплинам в цифровом пространстве при предоставлении возможностей самостоятельно выбирать уровень сложности и пользоваться методическими рекомендациями при самостоятельной подготовке.

3. Включение в олимпиады задач по развернутому анализу проблемной ситуации посредством моделирования процесса функционирования технической системы с использованием технологий искусственного интеллекта.

4. Включение в результаты практической подготовки на предприятиях и в организациях отчета о выявленных проблемных ситуациях в их деятельности, которые предполагают поиск креативных технических или технологических решений.

5. Активизация самостоятельной познавательной деятельности обучающихся после практической подготовки через побуждение к анализу выявленных проблем с использованием искусственного интеллекта.

6. Организация итоговой аттестации по специальности в формате демонстрационного экзамена, когда обучающийся показывает профессиональные навыки по разрешению проблемной ситуации в режиме реального времени, используя возможности цифровых технологий.

Заключение

Использование искусственного интеллекта открывает дополнительные возможности для профессионального становления специалиста и повышения уровня его интеллектуальной активности. Разработанная методика развития кадрового

потенциала ориентирована на становление у обучающихся математического стиля мышления и развитие навыков разумного использования искусственного интеллекта в профессиональной деятельности. Внедрение методики позволит обеспечить максимальную индивидуализацию образовательного трека и сформировать целевые установки на творческое разрешение технических и технологических проблем на предприятиях региональной экономики, обеспечит условия для совершенствования умений разрабатывать новые творческие приемы выполнения профессиональных функций и использовать их в дальнейшем при решении других задач.

Список использованной литературы

1. Драница, В.П. Современные подходы к подготовке специали-стов в условиях цифровой трансформации АПК / В.П. Драница, В.М. Синельников, С.В. Бондарь, А.И. Попов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2022. – №4(86). – С.153-161.

2. Попов, А.И. Методологические аспекты подготовки студентов технических вузов к творческому саморазвитию / Н.П. Пучков, А.И. Попов // Инновации в образовании. – 2013. – №7. – С. 53-60.

3. Попов, А.И. Формирование профессиональной готовности специалиста на адаптивных тренажерных комплексах / А.И. Попов, А.Д. Обухов // Социальная компетентность. – 2022. – №2-3(24-25). – С.191-200.

УДК 631:378:332:339

МИРОВОЙ ОПЫТ В РАЗВИТИИ РЕГИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ХОЗДОГОВОРНЫХ ПРАКТИК

С.А. Радченко, д-р техн. наук, профессор

Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого, г. Тула, Российская Федерация

Аннотация. В статье приведен мировой опыт в развитии регионального образования и хоздоговорных практик.

Abstract. The article presents global experience in the development of regional education and contract-based practices.

Ключевые слова: мировой опыт, развитие, образование.

Keywords: global experience, development, education.

Актуальность

Актуальные проблемы улучшения в регионах технологического образования и массового внедрения и эффективного использования

инноваций, новых достижений и лучшей современной продукции давно и хорошо известны. Их по-прежнему регулярно обсуждают на очень многих научно-практических конференциях в России и Белоруссии [1-7], так как ряд традиционных методов улучшения ситуации в регионах за счет попыток решать каждую проблему независимо от ряда других проблем регионов требует огромных дополнительных финансовых затрат из бюджетов всех уровней и поэтому улучшать ситуацию во всех регионах пока очень трудно.

Результаты исследований

Автор 35 лет изучает лучший опыт самых знаменитых вузов и возможности использовать его в любых регионах, в том числе [1-6]:

1 – на 10-месячной научной стажировке в Великобритании (в Кембридже и Лидском университете) и на стажировке в США по межгосударственной программе «Бизнес для России»;

2 – 20 лет работая на высших руководящих должностях в трех организациях, изучавших лучший мировой опыт и участвовавших в обеспечении его успешного внедрения в регионах России (при участии Федеральных Министерств и их территориальных органов, администраций регионов и городов и ТГПУ им. Л. Н. Толстого) [1];

3 – выполняя три года функции внештатного помощника заместителя Главы города Тулы Ю. Ф. Бухтиярова и ученого секретаря Тульского городского научно-технического совета по энергосбережению и экологическим проблемам (с руководством разработкой двух долгосрочных программ развития города Тулы по энергосбережению и реформированию ЖКХ, одна из которых победила во Всероссийском конкурсе с выделением городу Туле для ее реализации Федеральным бюджетом 500 миллионов рублей);

4 – участвуя в международных программах и в организации для администрации города Тулы и для ТГПУ им. Л. Н. Толстого новых возможностей для сотрудничества с несколькими Федеральными Министерствами и их территориальными органами и с фирмами [1].

Под научным и практическим руководством автора были [1-7]:

1 – проведены многолетние целенаправленные исследования возможностей использования лучшего российского и мирового опыта улучшения обучения и профессиональной ориентации школьников и студентов и массового внедрения инноваций, многих новых достижений и лучших видов современной продукции, а также наименее затратного для всех бюджетов комплексного решения

ряда актуальных проблем регионов и городов с участием ведущих кадров шести кафедр четырех факультетов ТГПУ им. Л. Н. Толстого (по их результатам опубликовано более 100 научных статей и докладов в материалах научно-практических и научно-методических конференций в России, Белоруссии и Узбекистане);

2 – разработаны и успешно использовались в университете 10 лет при обучении студентов многих специальностей 20 электронных интерактивных учебных и учебно-методических пособий, позволяющих сильно повышать качество обучения и интерес к нему за счет его максимальной визуализации и т.д.;

3 – разработаны и ряд лет применялись в городе Туле документы для улучшения сотрудничества ТГПУ им. Л. Н. Толстого с администрацией города и области и с Федеральными органами;

4 – разработан портативный учебно-тренировочный комплекс, применение которого позволит сразу улучшать обучение по многим предметам в школах (включая сельские и малокомплектные) [7].

Автор установил [1-6], что в ряде ведущих стран давно успешно применяют самые эффективные малозатратные способы улучшать обучение в некоторых школах и в ряде знаменитых университетов, которые обеспечивают решение в регионах трех важнейших задач:

1 – максимально ранней профориентации молодежи и сильного повышая ее мотивацию лучше учиться и изучать нужные курсы;

2 – улучшения обучения по техническим и другим предметам;

3 – повышения эффективности использования денег бюджетов.

Автор доказал [1-6], что по ряду объективных причин успешно внедрять в регионах такой мировой опыт можно, если обеспечить:

1 – ведущую роль университетов регионов в этой деятельности, обеспечив их на постоянной основе нужным финансированием (по хоздоговорам с администрацией их регионов и другими способами);

2 – поддержку такой деятельности вуза любой администрацией;

3 – одновременное привлечение к такой работе по бюджетным хоздоговорам ведущих кадров нескольких факультетов и кафедр.

Многие вузы сами обеспечить это в их регионах не могут [1-6].

Поэтому самый реальный способ улучшения подготовки кадров для АПК в России и Белоруссии – международное сотрудничество для использования опыта ряда самых знаменитых университетов и наших разработок, опыта и «ноу-хау» [1-7], которое поможет ряду университетов получать дополнительные деньги и возможности:

- эффективнее сотрудничать с администрациями их регионов;

- сильно улучшать обучение в системе «школа-колледж-вуз» по техническим и естественнонаучным предметам без больших затрат;

- улучшить сотрудничество факультетов и кафедр со школами.

Это сотрудничество позволит ряду факультетов и кафедр [1-6]:

- получать новые бюджетные хоздоговоры с администрацией их регионов (прежде всего с их органами управления образованием и сельским хозяйством) много лет на плановой основе, успешнее участвуя в важных региональных и государственных программах;

- улучшать подготовку кадров для АПК не только при их обучении в вузах, но и эффективнее используя возможности для обучения в школах с учетом лучшего опыта ряда знаменитых вузов.

Для этого автор разработал уникальную 4-этапную программу многостороннего белорусско-российского сотрудничества, которая может позволить всем участвующим в ней университетам быстро и без их затрат получить в их регионах новые возможности улучшать обучение и обеспечивать ряд кафедр хоздоговорами, используя мировой опыт [1-6]. Ее первые три этапа можно выполнить уже за первый год, создав для ряда факультетов и кафедр региональных университетов возможности получать дополнительные деньги для улучшения обучения и развития и повышения доходов их кадров.

Уникальные возможности постоянно финансировать такое сотрудничество, используя деньги из бюджетов их регионов

Использование опыта знаменитых университетов – лучший способ улучшать ситуацию в регионах при бюджетном дефиците.

Нами обеспечена очень большая степень готовности [1-7] быстро и без дополнительных затрат любого университета! создать новые возможности сильно улучшать его доходы и обучение в любых регионах, в том числе за счет использования недоступных ему ранее источников бюджетного и другого финансирования.

Поэтому предлагаемое сотрудничество [1-6] обеспечит быстрое и успешное исправление парадоксальной ситуации, при которой университеты массово готовят кадры для их регионов и городов, но почти не получают дополнительных денег из их бюджетов, так как:

1 – их гуманитарные и фундаментальные исследования обычно очень мало финансируются администрацией их региона и города;

2 – факультетам и кафедрам трудно предложить администрации темы исследований, которые она будет финансировать много дет.

Ведь большое финансирование сотрудничества бюджетными и внебюджетными деньгами можно обеспечивать за счет лучшего использования возможностей университетов и администрации [1-6], зная и используя лучший опыт самых знаменитых университетов.

Больное постоянное целевое бюджетное финансирование такого международного сотрудничества на многие годы можно совместно обеспечивать в любых регионах без дополнительных затрат вузов, используя два самых эффективных варианта для его организации:

- первый вариант – за счет использования преимуществ самых эффективных в любых регионах многосторонних «рамочных» договоров о сотрудничестве университетов с администрацией их регионов и/или региональных центров (бюджеты у них разные), которые может подписать с администрацией любой университет [5] (они позволяют сразу использовать для сотрудничества часть уже имеющихся в бюджете денег и затем обеспечить безотказным способом внесение такого финансирования в бюджет на много лет);

- второй вариант – создание на любом этапе сотрудничества для сильного повышения его эффективности и возможностей для более масштабного и выгодного участия ряда факультетов и их кафедр в всегда хорошо финансируемых региональных, городских, государственных и международных программах и «пилотных» проектах уникального белорусско-российского инновационного научно-производственно-внедренческого предприятия с филиалом в городе Туле, которое будет выполнять многие важные функции для создания для участвующих в сотрудничестве факультетов, кафедр и их ведущих кадров уникальных возможностей улучшать обучение и их законные доходы, которые пока есть лишь в самых знаменитых и процветающих университетов России и ведущих стран мира (автор имеет успешный опыт и комплект документов для создания с участием любых заинтересованных университетов и обеспечения успешной деятельности в регионах таких научно-производственно-внедренческих предприятий для комплексного решения многих важных проблем без больших бюджетных затрат).

Преимущества программы международного сотрудничества

1. Оно не требует никаких дополнительных расходов любого университета и может быть быстро организовано в любых регионах России и Белоруссии при ведущей роли университетов этих регионов всегда безотказными законными методами [1-6].

2. Быстрое совместное обеспечение в любом регионе:

- утверждения программы сотрудничества университета с администрацией региона и города и с работающей под научным руководством автора тульской фирмой, которая будет поставлять новые портативные учебно-тренировочные комплексы для их внедрения в школах [7] и выполнять другие важные функции;

- разработки и утверждения ряда документов (используя лучший мировой опыт и имеющиеся у автора документы [1-6]), что даст всем участвующим в сотрудничестве факультетам и кафедрам новые очень полезные возможности улучшать обучение и доход.

3. Создание и использование при ведущей роли университетов более эффективной системы для подготовки в регионах кадров для АПК и других отраслей экономики за счет улучшения обучения и внедрения инноваций в любых школах, колледжах и вузах.

4. Быстрое создание новых реальных возможностей повысить результативность сотрудничества университетов с любым органом управления образованием и сельским хозяйством их регионов.

5. Возможность постоянно получать большие дополнительные деньги по хоздоговорам из бюджетов регионов и городов за счет лучшего сотрудничества университетов с их администрацией.

Заключение

Научно обоснована и подготовлена для быстрого и простого использования в регионах России, Белоруссии и других стран новая реальная и самая малозатратная для бюджетов всех уровней возможность обеспечивать за счет международного сотрудничества (на основе наиболее эффективных многосторонних «рамочных» договоров о нем) быстрое успешное применение лучшего мирового опыта для улучшения обучения и внедрения многих инноваций.

Большую степень готовности быстро и успешно организовать такое уникальное по возможностям сотрудничество подтверждают:

1 – пять дипломов I, II и III степени, полученных автором в 2023, 2024, 2025 и 2026 году на четырех международных конкурсах «Выставка педагогических инноваций» в рамках четырех международных научно-практических конференций «Проблемы и перспективы технологического и физико-математического образования в России и за рубежом» в Ишимском педагогическом институте им. П.П. Ершова (филиале) Тюменского государственного университета;

2 – имеющиеся у автора и успешно использовавшиеся в Туле ряд лет под его научным и практическим руководством документы.

Список использованной литературы

1. Радченко, С.А. Способ улучшать обучение технологии и безопасности жизнедеятельности и профориентацию, используя опыт знаменитых университетов и хоздоговоры кафедр / С. А. Радченко // Технолого-экономическое образование: достижения, инновации, перспективы: матер. XXI Всеросс. науч.-практ. конф. с межд. участием. – Тула: ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2025. – С. 259–268.

2. Радченко, С.А. Лучший мировой опыт решения проблем обучения и экономики в регионах и самый реальный способ быстро использовать его на основе международного сотрудничества и уникальных хоздоговоров для экономических и технических кафедр вузов / С. А. Радченко, С. С. Радченко // Актуальные проблемы современных экономических систем – 2025: сборник научных трудов. – Брест: Изд-во Брестского гос. техн. ун-та, 2025. – С. 37–46.

3. Радченко, С.А. Многостороннее международное сотрудничество – лучший способ быстро использовать мировой опыт улучшения обучения и уникальные хоздоговоры / С. А. Радченко // Педагогическое образование в условиях трансформационных процессов: обеспечение преемственности и непрерывности подготовки: Материалы XI международной научно-практ. конф. – Минск: Белорусский гос. пед. ун-т им. М. Танка, 2026. – С. 351–354.

4. Радченко, С.А. Мировой опыт улучшения обучения, дающий кафедрам уникальные возможности и бюджетные хоздоговоры, и способ быстро использовать его в любых регионах / С. А. Радченко // Проблемы и перспективы технологического и физико-математического образования в России и за рубежом: электронный сборник матер. VII Междун. науч.-практ. конф. – Ишим: Ишимский пед. ин-т им. П.П. Ершова (филиал) ФГАОУ ВО «ТюмГУ», 2025. – С. 226–231.

5. Радченко, С.А. Многосторонние договора о сотрудничестве – самый быстрый, реальный и малозатратный способ улучшить обучение технологии и доходы вузов и их ведущих кадров, используя лучший мировой опыт / С. А. Радченко // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития. Материалы IX Междун. научно-метод. конф. – М.: Московский пед. гос. ун-т, 2023. – С. 215–220.

6. Радченко, С.А. Лучший способ быстро повысить роль университетов в улучшении обучения и внедрении инноваций и доходы их ведущих кадров, используя лучший мировой опыт / С. А. Радченко // Экономика Беларуси: рост, инновации, безопасность: материалы II Междунар. научно-практ. конф., Минск, 21 мая 2026 г. / Бел. гос. эконом. ун-т. – Минск: БГУИР, 2026. – С. 247–248.

7. Радченко, С.А. Портативный учебно-тренировочный комплекс для быстрого улучшения обучения, доходов вузов и их ведущих кадров и межрегионального сотрудничества / С. А. Радченко, С. С. Радченко // Проблемы и перспективы технологического образования в России и за рубежом: электронный сборник материалов VI Междун. науч.-практ. конф. – Ишим: Ишимский пед. ин-т им. П.П. Ершова (филиал) ФГАОУ ВО «ТюмГУ», 2024. – С. 96–103.

УДК 378.1:663

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В БГАТУ

Н.А. Близнюк, канд. с.-х. наук, доцент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Статья посвящена экологическому образованию студентов в Белорусском государственном аграрном техническом университете. Изложены особенности формирования экологических знаний в университете, которые выступают одним из главнейших компонентов экологической культуры.

Abstract. The article discusses the ecological education at the Belarusian State Agrarian Technical University. The features of the formation of ecological knowledge at the University are presented, which serves as a key component of ecological culture.

Ключевые слова: экологическое образование, экологические знания, экологическая культура.

Keywords: ecological education, ecological knowledge, ecological culture.

Введение

В Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2040 года говорится, что выход на траекторию устойчивости экологического развития подразумевает улучшение охраны окружающей среды и обеспечение экологической безопасности; сохранение природных экосистем и биологического разнообразия; развитие циркулярной экономики. В связи с этим проблемам экологического образования в высшей школе уделяется большое внимание [1–3].

Основная часть

Одними из важнейших задач современного экологического образования являются формирование знаний научных основ природопользования, необходимых убеждений и навыков поведения в природной среде и ответственного отношения к ней. В связи с этим на агромеханическом факультете учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (далее – БГАТУ) особое внимание уделяется учебным дисциплинам «Основы экологии» и «Основы экологии и энергосбережение». Их изучение позволяет сформировать у студента знания и умения, необходимые для развития устойчивого и экологически безопасного агропромышленного производства. В свою очередь, это повышает значимость данных учебных дисциплин в профессиональной подготовке выпускника. В процессе экологического образования у студентов формируется экологическая культура и навыки планирования

экологически безопасного сельскохозяйственного производства, благодаря чему мы получаем возможность достигнуть гармонизации отношений человека и окружающей природной среды [4, 5].

Студенты, получающие высшее аграрное образование, в своей будущей профессиональной деятельности должны уметь объективно оценивать причины и последствия загрязнения окружающей среды при ведении сельскохозяйственного производства, экологическую обстановку на предприятии, организовывать экологически безопасное производство. Поэтому одним из требований к выпускникам является наличие знаний, умений и навыков в области общей и сельскохозяйственной экологии, в вопросах природоохранного характера, связанных с деятельностью в сфере сельскохозяйственного производства.

Знания в области экологии выступают одним из главнейших компонентов экологической культуры. Экологические знания студентов БГАТУ формируются как в процессе изучения учебных дисциплин «Основы экологии» и «Основы экологии и энергосбережение», так и путем экологизации специальных дисциплин, что предполагает систематическое выделение в их содержании разделов и тем, непосредственно связанных с экологической проблематикой. Немаловажную роль в этом играет также осуществление идеологической и воспитательной работы, проведение кураторских и информационных часов, тематикой которых нередко являются вопросы, посвященные состоянию окружающей среды и бережному отношению к ней. Экологические знания студенты приобретают также при общении с окружающей природной средой. Это достигается, например, при посещении Центрального ботанического сада Национальной академии наук в ходе проведения учебной ознакомительной практики по сельскохозяйственному производству.

Лучшие студенты университета принимают участие в студенческих научных конференциях и международных олимпиадах по экологической тематике.

Заключение

Таким образом, экологическое образование в БГАТУ играет огромную роль при подготовке будущих специалистов сельскохозяйственного профиля. Приобретаемые знания в области экологии способствуют не только ведению экологически безопасного агропромышленного производства, но и устойчивому развитию государства в целом.

Список использованной литературы

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2040 года – URL: https://economy.gov.by/uploads/files/NSUR/natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-razvitija-respubliki-belarus-na-period-do-2040-goda.pdf (дата обращения: 07.09.2026).

2. Близнюк, Н. А. Формирование экологической культуры у студентов / Н. А. Близнюк // Из опыта работы кураторов учебных групп : сборник методических материалов / сост. Т. Н. Ващаева, А. И. Витковская. – Минск : БГАТУ, 2014. – С. 83–87.

3. Близнюк, Н. А. Экологическое образование студентов в целях устойчивого развития / Н. А. Близнюк // Охрана окружающей среды – основа безопасности страны : сб. статей по материалам Междунар. науч. экол. конф. / отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар : КубГАУ, 2022. – С. 637–639.

4. Каменская, Е. Н. Формирование экологической культуры студентов технического вуза / Е. Н. Каменская // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 4. – URL: http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_211_Kamenskaya_2.pdf_2b612af4c7.pdf (дата обращения: 07.09.2026).

5. Каменская, Е. Н. Экологическая культура и безопасность молодежи / Е. Н. Каменская // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 4. – URL: http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_210_Kamenskaya.pdf_5dfa2730af.pdf (дата обращения: 07.09.2026).

УДК 378.147:004.42

КОМПЛЕКС ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ MOODLE КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АПК

О.А. Чехунов, канд. техн. наук, доцент,
Е.А. Зорин, студент
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет им. Горина»,
п. Майский, Российская Федерация

Аннотация. Разработан комплекс программных модулей для LMS Moodle.
Abstract. A suite of software modules for LMS Moodle has been developed.
Ключевые слова: модуль, программный комплекс, цифровизация, обучение.
Keywords: module, software suite, digitalization, training.

Актуальность

Цифровая трансформация аграрного образования требует не только внедрения типовых систем дистанционного обучения, но и их адаптации под конкретные организационные процессы вуза: приемную кампанию, промежуточную и итоговую аттестацию, со-

провождение образовательных траекторий, техническую поддержку пользователей. Базового функционала системы управления обучением Moodle зачастую недостаточно для решения таких прикладных задач в рамках отдельно взятой организации, что стимулирует разработку собственных программных модулей (плагинов), интегрируемых в существующую инфраструктуру [1].

Проектирование такого рода электронного образовательного контента должно опираться на устоявшиеся дидактические принципы, обеспечивающие качество обучения в цифровой информационно-образовательной среде университета [2]. Особую значимость эта задача приобретает для аграрного образования: трансформация подготовки кадров для АПК в условиях цифровизации требует формирования у будущих специалистов цифровых компетенций, соответствующих запросам отрасли [3]. Разработка подобных решений собственными силами вуза позволяет закрыть конкретные эксплуатационные потребности и вовлечь обучающихся в реальные ИТ-проекты, что соответствует задаче подготовки кадров для цифровой экономики АПК.

Целью работы является обобщение опыта разработки комплекса программных модулей для системы дистанционного обучения Moodle, направленных на автоматизацию организационных и учебных процессов аграрного вуза.

Результаты работы

В рамках сопровождения системы дистанционного обучения ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ разработан и внедрен комплекс взаимосвязанных программных модулей, которые условно можно разделить на четыре группы.

Первая группа – модули автоматизации административных процессов: массовое создание учетных записей абитуриентов и преподавателей с гибкой обработкой электронной почты и историей операций (tool_admissions_new, tool_teachercreate), а также массовое зачисление пользователей на курсы по спискам электронных адресов с групповой рассылкой доступов (tool_enrolbyemail).

Вторая группа – модули контроля качества учебного процесса: инструмент для борьбы с недобросовестным прохождением тестирования, с таймером блокировки, если студент уходит со страницы теста (tool_examguard), формирование отчетов по результатам вступительных испытаний с настраиваемым доступом (tool_quizreport), а еще аудит журнала оценок на соответствие ре-

гламенту выставления итоговых баллов (tool_gradingaudit). Такие инструменты нужны, и это подтверждают исследования практики онлайн тестирования в высшей школе: там отмечают, что при дистанционном прохождении контрольных мероприятий растет число случаев недобросовестного поведения обучающихся [5].

Третья группа – модули, которые поддерживают учебный процесс: массовое редактирование сроков открытия и закрытия тестов (tool_quizschedule), отчет по несданным работам (gradereport_ungraded), а еще модуль выбора образовательной траектории с автоматическим распределением обучающихся по когортах (mod_trackselect / local_trackgroups).

Четвертая группа – модули для общения с пользователем: чат-бот технической поддержки обучающихся с машиной состояний диалога и ключевым сопоставлением запросов (local_helpbot), а также элементы фирменного стиля – тема оформления с настраиваемым брендированием (theme_belgau). Разработка таких интеллектуальных ассистентов связана с опытом создания чат-ботов для информационной поддержки студентов технических и технологических вузов: там уже показали, что нагрузка на службы поддержки снижается, а нужную информацию обучающиеся получают быстрее [4].

Обобщенные сведения о ключевых модулях представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные модули комплекса и эффект их внедрения

Модуль	**Назначение**	**Эффект внедрения**
tool_admissions_new	Массовое создание и регистрация учетных записей абитуриентов и слушателей	Сокращение времени регистрации потока пользователей
tool_examguard	Контроль добросовестности прохождения тестирования (блокировка при переключении вкладок)	Повышение объективности оценки знаний
tool_gradingaudit	Аудит журнала оценок на соответствие требованиям	Снижение числа ошибок при выставлении итоговых оценок
local_helpbot	Чат-бот технической поддержки обучающихся	Снижение нагрузки на службу техподдержки
mod_trackselect / local_trackgroups	Выбор образовательной траектории с автоматическим распределением по когортам	Упрощение формирования учебных групп

Все перечисленные модули делаются по единым внутренним правилам: берут фирменную цветовую палитру портала, используют одну схему авторства и подключают стили и скрипты так, чтобы не ловить побочные эффекты из-за кеширования темы оформления.

На практике видно, что когда узкоспециализированные модули пишут свои же специалисты вуза, без сторонних подрядчиков, на изменения в организационных регламентах можно реагировать быстрее. И еще это заметно сокращает рутинные операции, которые раньше вручную выполняли сотрудники деканатов и приемной комиссии.

Заключение

Разработанный комплекс программных модулей для LMS Moodle показывает, что собственная разработка прикладного программного обеспечения подходит для решения задач цифровизации аграрного вуза. Такой подход можно перенести и в другие организации высшего аграрного образования со схожей организационной структурой. Дальше развитие комплекса связано с расширением аналитических возможностей модулей контроля качества и с интеграцией решений с другими информационными системами вуза.

Список использованной литературы

1. Живенков, А. Н. Формирование плагинов LMS Moodle для адаптивного построения структуры курса электронного обучения / А. Н. Живенков, О. Г. Иванова // Экономика. Информатика. – 2010. – № 19-1 (90). – С. 150–156.

2. Гараева, Е. А. Принципы разработки и использования в образовательном процессе университета электронных учебных курсов в системе LMS Moodle [Электронный ресурс] / Е. А. Гараева // АНИ: педагогика и психология. – 2021. – № 4 (37). – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/printsipy-razrabotki-i-ispolzovaniya-v-obrazovatelnom-protsesse-universiteta-elektronnyh-uchebnyh-kursov-v-sisteme-lms-moodle (дата обращения: 06.09.2026).

3. Звягинцева, О. С. Трансформация системы подготовки кадров для АПК в условиях цифровизации [Электронный ресурс] / О. С. Звягинцева // Исследование проблем экономики и финансов. – 2023. – № 3. – Режим доступа: https://doi.org/10.31279/2782-6414-2023-3-2 (дата обращения: 06.09.2026).

4. Ношин, А. А. Интеллектуальный чат-бот для информационной поддержки студентов технологического вуза на основе языковых моделей / А. А. Ношин, Е. А. Назойкин, И. С. Полевщиков // Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном и гражданском строительстве и агропромышленном комплексе: сб. науч. ст. 3-й Всерос. науч.-техн. конф. молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. – Курск, 2025. – С. 34–39.

5. Анюшенкова, О. Н. Профилактика обмана на онлайн-экзаменах с прокторингом в высшей школе [Электронный ресурс] / О. Н. Анюшенкова // МНКО. – 2024. – № 1 (104). – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/profilaktika-obmana-na-onlayn-ekzamenah-s-proktoringom-v-vysshey-shkole (дата обращения: 06.09.2026).

УДК 355.233.11

ПОДГОТОВКА МЛАДШИХ КОМАНДИРОВ РККА В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ БССР (1924–1928 гг.)

В.Д. Крюковский, канд. ист. наук, доцент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассматривается деятельность партийных, советских органов, руководства войсковых соединений, военкоматов, учебных заведений в подготовке младших командиров запаса, раскрываются результаты предпринимаемых усилий.

Summary. The activities of party state and soviet bodies, the leadership of military units, military registration and enlistment offices, and educational institutions in the training of junior reserve commanders, and the results of the efforts undertaken are revealed.

Ключевые слова: учреждения образования, материально-техническая база, военный руководитель, инструкторы, младшие командиры, студенты.

Key words: educational institutions, material and technical base, military leader, instructors, junior commanders, students.

Образование СССР, расширение Беларуси за счет восточных территорий создали благоприятные условия для развития социально-экономической, политической и культурной жизни белорусского народа, укрепления обороноспособности страны.

Выучка большого количества резерва личного состава РККА за счет вневойсковой подготовки молодежи, выучки красноармейцев, находящихся в долгосрочном отпуске, военнослужащих запаса вскрыли перед руководством страны проблему нехватки низших командных чинов. Требовался способ подготовки достаточного количества младшего начсостава запаса без больших расходов на их обучение, такой вариант был найден за счет военного обучения студентов.

Представляет интерес организация высшей допризывной подготовки юношей и девушек в Белорусском государственном ветеринарном институте имени Октябрьской революции. В январе 1925 года состоялось заседание правления института под председательством ректора, профессора Е. Ф. Алонова. На встречу приглашались ответственные работники ОК КП(б)Б, окрисполкома, горсовета, профсоюзов, ОК ЛКСМБ, военкомата, милиции, совета физкультуры.

По итогам собрания от имени ректора в адрес окружного военкомата направлено письмо с предложением проводить допризывную подготовку со слушателями на территории вуза в связи с перегруженностью их академической работой. С весны текущего за счет собственных средств института рядом с главным корпусом стала обустраиваться военно-спортивная база военного обучения, которая начала функционировать с лета 1926 года. В просторном

отапливаемом помещении был сооружен отличный тир, где весь год проводились практическая стрельба, соревнования между учебными заведениями окружного центра [1, лл. 13, 157, 158, 173, 174, 180, 181, 224, 339, 340, 474, 480–482].

Постановлением ЦИК и СНК СССР от 20.08.1926 г. определялся порядок прохождения боевой выучки с гражданами, обучающимися в институтах, техникумах, школах второй ступени. В образовательных учреждениях вводились должности военных руководителей, организовывались кафедры высшей допризывной подготовки, в вузовскую учебную программу включались военные занятия в объеме 180 часов на изучение теории, предусматривалась летняя двухмесячная практика в войсках [2, л. 70].

Высшая допризывная военная подготовка (ВДВП) в Белорусском государственном ветеринарном институте стала осваиваться с октября 1926 года. Военным руководителем вуза приказом РВС СССР № 773 от 27.10.1926 г. назначен убежденный большевик, бывший командир второй кавалерийской дивизии Анатолий Николаевич Сафонов [3, л. 45].

Выучка проводилась на 1, 2 и 3 курсах с 276 студентами, образовательная программа 1926/27 учебного года пройдена полностью. Каждый курс в течение академического периода имел в раскладе 2 часа в неделю теоретических занятий по армейским дисциплинам, а также вечерние практические занятия в военном кабинете и на допризывной площадке. Лекции составляли 166 часов, остальное время – практика.

Юноши и девушки особенно оживленно интересовались материальной частью оружия, стрельбой, военно-ветеринарной и санитарной подготовкой, посещаемость занятий составляла примерно 85 процентов. Степень восприятия материала хорошая, проведенные в мае зачеты сданы всеми слушателями, за исключением 3-го курса, где число задолженностей составляло около 30 процентов.

С началом учебного года заработал военный кабинет, в котором имелось 4 отдела: тактических, топографических и организационных вопросов подготовки младших командиров; стрелковый; военно-химический и ветеринарный, охватывающие все главные разделы образовательного курса.

Формирование материально-технической базы войскового обучения финансировалось за счет республиканского и местного бюджетов. Существенную помощь оказывало командование 27 дивизии: студентам предоставлялись полигон, стрельбище, строевые лошади, частями соединения передавались для проведения занятий боевое и

учебное оружие, гранаты, патроны уменьшенных зарядов, противогазы, мишени, учебная и методическая литература, наглядная агитация. Часть денежных средств изыскивал институт: например, в текущем академическом году правление отпустило 750 рублей для дополнительного оборудования военного кабинета.

Количество штатных преподавателей в 1926/27 учебном году составляло 5 человек, дополнительно к проведению лекций, семинаров, строевых, тактических, спортивных занятий привлекались сотрудники окрвоенкомата, кадровый средний, младший командный, политический, инструкторский состав войсковых частей Витебского гарнизона.

Шефами института являлись 81 краснознаменный стрелковый полк, 27 артполк и полковая школа 80 Ленинградского полка 27 Омской дивизии имени итальянского пролетариата. Имелась связь с военной эскадрильей, пилоты которой читали доклады о перспективах развития гражданской и военной авиации. Существовавшая ячейка Авиахима (председатель Королев), имела физкультурный и стрелковый кружки, работой которых руководили инструкторы 27 артиллерийского, 80 и 81 пехотного полков. В декабре 1926 года образовано общество содействия обороне СССР.

В летний период 32 второкурсника под руководством А.Н. Сафонова проходили учебный сбор в Минске, второй территориальной дивизии имени Верховного Совета БССР. Вторая группа слушателей (30 человек) во главе с инструктором ОВК Георгием Остроумовым практиковались на полигоне 192 пехотного полка 64 территориальной дивизии, Орше. Остальные второкурсники обучались в Витебском пункте «Елаги», ул. Красного милиционера, 22. Третьекурсники выполняли трехнедельные выходы в поле при институте. Главная цель сборов и полевых занятий: получение выучки, навыков, познаний младшего командира РККА [4, лл. 75, 76].

Приказом РВС СССР № 449 от 24.08.1927 года утверждался штат военного руководителя в вузах и ссузах. В ВУЗах, ряде техникумов с 1.09.1927 г. вводились должности заведующих военными кабинетами [5, лл. 45, 45об.]. Приказом РВС СССР № 293-1927 г. пост заведующего кабинетом ветеринарного института занял инструктор вневойсковой подготовки Витебского ОВК Георгий Остроумов.

В 1927/28 академическом году занятия начались в сентябре. Количество студентов охваченных ВДВП – 272 человека, преподавателей – 4. Отношение студентов к военному обучению значительно улучшилось в сравнении с минувшим периодом обучения,

что отразилось на работе военного кабинета: ежедневное посещение составляло не менее 30 процентов всего студенчества.

Учитывая необходимость ознакомления слушателей с приемами верховой езды, в 1927 году при институте создан конноспортивный кружок. Коней членам кружка выделяли шефы, главным образом 27 артполка. Количество занимающихся – более 100 человек. В первую очередь на тренировки вовлекались слушатели, направляющиеся в летние лагеря. В дни празднования 10-летия Красной Армии проведено конноспортивное состязание с участие красноармейцев 80, 81 пехотных, 27 артиллерийского полков.

Летом 1928 года выходил в военные лагеря очередной второй курс. Студенты третьего и четвертого курса отбывали трехнедельные выходы в поле. Количество студентов в группах, выходящих на полевые занятия, составляло 65–69 человек. Подготовительные работы осуществлялись за два – три месяца. По отзывам войсковых частей, военкомата выпускники института получали хорошие основы военных компетенций, по итогам обучения, ставились на учет окружным военкоматом младшими командирами запаса [6, С. 50–53].

14 октября 1928 года в 12 часов дня под председательством ректора, профессора Алонова торжественно открылось собрание по поводу первого выпуска ветеринарных врачей. Дипломы получили 75 молодых специалистов.

В адрес института поступили поздравительные телеграммы председателя ЦИК Белорусской ССР А.Г. Червякова, начальника военно-ветеринарного управления Белорусского военного округа (БВО) Петуховского, партийного и советского руководства Витебского округа. По предложению выпускников под овации зала в президиум был приглашен военный руководитель БГВИ А.Н. Сафонов [7, С. 9, 11, 39–41, 44, 48].

Эффективно, как показало изучение, проходила военная выучка студентов в Белорусской государственной академии сельского хозяйства имени Октябрьской революции, Полоцком лесного хозяйства техникуме, Горецком рабфаке [8, л. 66].

На постановку высшей допризывной подготовки отрицательно влияла слабая материально-техническая база мест боевой выучки. В молодежи. В большинстве средних учреждениях образования в лучшем случае устраивались земельные плацы для строевых упражнений, кабинеты физкультурных, военных занятий, простейшие спортивные сооружения в виде отдельных гимнастических лестниц, турников, параллельных брусьев, иногда висячего шеста, каната, деревянного коня. Примерно в таком состоянии

находилась военно-физкультурная база в Буда-Кошелевском, Жорновском лесных, Воронецком животноводства и молочного хозяйства, Краснобережской школе сельскохозяйственного ученичества.

Требовались также дополнительные средства для обеспечения неимущих учащихся-крестьян в весенне-осенний период зимним обмундированием. Но деньги по причине междуведомственных согласований, волокиты выделялись с опозданием, нередко после военного сбора. В итоге часть допризывников Лужеснянской школы крестьянской молодежи, Буда-Кошелевского лесного техникума в период зимних полевых занятий не имели теплой одежды, нередко голодали [9, л. 24 об.; 2, лл. 17, 155].

Серьезной проблемой являлась нехватка квалифицированных кадров для боевого обучения юношества Привлекаемые в техникумах, крестьянских школах инструкторы из комсостава запаса и комсомольские политруки часто менялись, оборонные уроки срывались.

Например, на протяжении всего 1927/28 учебного года занятия в Марьиногорском садово-огородном техникуме, Белицкой сельскохозяйственной школе совхозовских рабочих периодически откладывались, нередко вообще не проводились по причине отсутствия преподавателя, в итоге ни один слушатель не прошел полную программу допризывного обучения. Естественно, качество военных знаний юношей и девушек было неудовлетворительным. [10, л. 8; 4, л. 120].

Изучение показало, что в большинстве учреждений образования республики, несмотря на имеющиеся проблемы, удалось обеспечить системный подход в военном обучении студенчества, что позволило осуществить качественную подготовку необходимого количества младшего комсостава запаса для резерва Вооруженных Сил страны.

Список использованной литературы

1.Государственный архив Витебской области (ГАВт). – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 61.
2. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 23.
3. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 15.
4. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 106.
5. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 18.
6. Алонау, Я. П. Да гісторыі Беларускага дзяржаунага вэтэрынарнага інстытуту імя Кастрычнікавае рэвалюцыі (1924–1927 гг.) / Я. П. Алонау. – Віцебск : Беларус. дзярж. вет. ін-т, 1928. – 79 с.
7. Белорусская ветеринария. – 1928. – № 10.
8. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 46а.
9. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 71.
10. ГАВт. – Ф. 1611. Оп. 1. Д. 79.

УДК 378.016

ПОДГОТОВКА БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ «АГРОИНЖЕНЕРИЯ» В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА

И.В. Лазарев, канд. пед. наук, доцент

Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, г. Тула, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлена методика по подготовке бакалавров направления «агроинженерия» в области охраны труда.

Summary. The article presents a methodology for training bachelor's students in the field of agroengineering in occupational safety.

Ключевые слова: охрана труда, методика, агроинженерия.

Key words: occupational safety, methodology, agro-engineering.

Процесс экономических отношений определяет принципы построения и содержание деятельности социальных институтов общества, к числу которых относится и охрана труда. Отечественная система охраны труда формировалась и развивалась в рамках плановой, государственно регулируемой экономики. Она сыграла свою позитивную роль, реализовав многоаспектный комплекс гарантий, мер защиты и социальной поддержки трудящихся. Особенностью системы являлось ее жестко регламентированное государственное финансирование и преимущественно административная ответственность руководителей за нарушение законов, норм и правил охраны труда.

Под управлением охраной труда понимается процесс организованного воздействия на объекты управления с целью соблюдения нормативных требований безопасности.

Главной целью управления охраной труда является совершенствование организации работы по обеспечению безопасности, снижению травматизма и аварийности путем решения комплекса задач по созданию безопасных и безвредных условий труда, лечебно-профилактическому и санитарно-бытовому обслуживанию работающих.

Контроль за состоянием условий труда на рабочих местах в организации осуществляется с помощью многоступенчатого механизма:

I ступень: осуществляют начальники цехов, заведующие мастерскими, которые ежедневно до начала работы проверяют рабочие места, исправность оборудования и инструмента.

II ступень: осуществляют заместители руководителя агропредприятия, заведующий хозяйством, уполномоченные (доверенные)

лица по охране труда, которые один раз в квартал проводят проверку состояния охраны труда, пожарной безопасности, электробезопасности и производственной санитарии во всех помещениях, принимают меры к устранению выявленных недостатков.

III ступень: осуществляют руководитель (директор, председатель) агропредприятия совместно с председателем выборного профсоюзного органа, которые один раз в полугодие изучают материалы второй ступени административно-общественного контроля.

IV ступень: осуществляет комиссия (руководитель, председатель профкома, представитель вышестоящей организации) ежегодно.

По нашему мнению, будущий специалист агропромышленного комплекса уже в процессе обучения в ВУЗе и для дальнейшей работы в структуре АПК должен быть подготовлен в области охраны труда, в этой связи в ТГПУ им. Л.Н. Толстого на направлении «Агроинженерия» осуществляется преподавание дисциплины «Охрана труда в АПК».

Программа по дисциплине разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО и включает 16 часов лекций, 8 часов практических занятий и 8 часов лабораторных занятий. В данной программе учтены межпредметные связи, исключающие дублирование учебного материала по смежным дисциплинам и предполагающие интеграцию знаний студентов.

Основное внимание при изучении студентами дисциплины обращается на усвоение ими следующих основных разделов охраны труда:

•Предмет охраны труда. Структура законодательства РФ об охране труда. Виды ответственности. Органы контроля и надзора за охраной труда в РФ.

•Охрана труда женщин. Охрана труда работников в возрасте до 18 лет.

•Расследование и учет несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве.

•Государственное управление охраны труда. Инструктажи по охране труда. Система социального страхования трудящихся в РФ.

•Классификация опасных производственных и вредных производственных факторов труда. Параметры микроклимата учебных помещений и их влияние на организм человека. Влияние освещенности на условия труда. Шум, вибрация и его влияние на организм человека.

•Действие на человека теплоты и лучистой энергии. Запыленность и загазованность учебных помещений. Вентиляция и отопление.

•Электробезопасность.

•Понятия о пожарной безопасности как о системе государственных и общественных мероприятий. Структура пожарной безопасности. Первичные средства тушения пожара.

•Профилактика пожаров на предприятьях АПК.

Эти основные разделы дисциплины «Охрана труда в АПК», исследующие и описывающие опасные и вредные производственные факторы, нами представлены в единой системе, что соответствует логике подготовки будущего агроинженера.

Для проведения практических и лабораторных работ разработаны методические рекомендации, в которых представлены методики определения экономической эффективности затрат на охрану труда, дается анализ законодательной и нормативной базы по разработке, согласованию и утверждению инструкций по охране труда, рассмотрена организация работы по пожарной безопасности на предприятии, расчет эвакуационных путей из здания, расчет пожарного запаса воды. Так же в методических рекомендациях представлены задания на самостоятельную работу студентов, для контроля знаний используются тестовые задания.

Методика, используемая при выполнении работ, позволяет существенно ускорить процесс освоения бакалаврами основных разделов дисциплины, необходимых для их последующей профессиональной деятельности. Поэтому целью дисциплины «Охрана труда в АПК» является формирование у будущих инженеров агропромышленного комплекса необходимых знаний и умений в области охраны труда с учетом особенностей профессиональной деятельности.

Список использованной литературы

1. Серебрякова, Н. Г. Повышение качества подготовки инженеров через приобщение учащихся к техническому творчеству на примере изучения динамических характеристик автомобилей / Н.Г. Серебрякова, И.А. Серебряков, А.А. Климович // Автотракторостроение и автомобильный транспорт : Сборник научных трудов. В 2 томах, Минск, 06–08 июня 2023 года. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2023. – С. 324–327.

2. Серебрякова, Н. Г. Анализ цикла дисциплин "Компьютерные науки" в инженерном образовании / Н. Г. Серебрякова // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2020. – № 4(138). – С. 39–43.

3. Методология проектирования электронной сервисной программы технического обслуживания и ремонта транспортных средств / Н. Г. Серебрякова, И. А. Серебряков, Д. Н. Коваль [и др.] // Цифровизация агропромышленного комплекса : Сборник научных статей II международной научно-практической конференции в 2-х томах, Тамбов, 21–23 октября 2020 года. Том II. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2020.

4. Серебрякова, Н. Г. Реализация компетентностного подхода в преподавании учебной дисциплины «Информатика» для студентов непрофильных специальностей в кон-

тексте образовательных стандартов нового поколения / Н.Г. Серебрякова // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2024. – № 5(163). – С. 7–11.

5. Серебрякова, Н. Г. Инженерное образование нового поколения как инструмент формирования современного специалиста / Н. Г. Серебрякова // Профессиональное образование. – 2024. – № 3(57). – С. 17–23.

6. Серебрякова, Н. Г. Приоритет инфосферы в современном инженерном образовании / Н. Г. Серебрякова // Педагогический журнал. – 2023. – Т. 13, № 11-1. – С. 575–584. – DOI 10.34670/AR.2023.59.14.078.

УДК 631.157+378.147

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ, ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В ДАЛЬНЕЙШЕЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА

Н.П. Алдохина, канд. техн. наук, доцент,
Т.В. Вихрова, старший преподаватель,
О.Г. Огнев, д-р техн. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются компетенции, оценивающие качество подготовки выпускников, их роль и важность в становлении и профессиональной деятельности специалиста-инженера.

Annotation. The article examines the competencies that assess the quality of graduates' training, as well as their role and importance in the development and professional activity of an engineer.

Ключевые слова: начертательная геометрия, инженерная графика, компьютерная графика, компетенции, подготовка специа-листов.

Keywords: descriptive geometry, engineering graphics, computer graphics, competencies, specialist training.

Актуальность

Актуальность. Учитывая уровень современного производства, новые технологии, которые внедряют в технологические процессы, повышаются требования к подготовке специалистов. Все это требует совершенствования профессиональной подготовки специалистов с высшим техническим образованием.

Государственные образовательные стандарты высшего образования требуют компетентного подхода к усовершенствованию и разработке новых профессиональных стандартов. Основными единицами,

при оценке качества обучения, должны стать компетенции, формирование которых способствует подготовке бакалавров и специалистов.

Основу инженерного образования составляют такие дисциплины, как начертательная геометрия и инженерная графика. Это специальные дисциплины, формирующие базовые знания, необходимые для дальнейших специальных дисциплин. Поступая в высшее учебное заведение обучающийся должен знать базовые понятия и теории школьных дисциплин «Геометрия» и «Черчение»: владеть навыками работы с графическими редакторами на компьютере.

Последние годы учитывая, что в большинстве школ нет черчения и имеются вакансии учителей геометрии, отмечаются проблемы в развитии пространственного мышления выпускников, а также в организации их самостоятельного обучения. В связи с этим 80 % поступающих на инженерные специальности абитуриентов просто не умеют самостоятельно организовать себя для выполнения заданий, т.к. не приучены к самоподготовке, к самостоятельной работе [1].

Результаты исследований

Результаты исследований. Графические дисциплины – являются основой инженерного образования, т.к. развивают пространственное мышление, учат студентов правилам оформления чертежей. То есть, изучая на 1 и 2 курсах начертательную геометрию, инженерную и компьютерную графику, которые являются базовыми дисциплинами, студенты получают знания для дальнейшего созидания и оформления конструкторских документов [2].

В учебных планах заложены различные виды компетенций для таких дисциплин как «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика». Так, например, по направлениям подготовки 35.03.06 Агроинженерия, 23.03.03 Эксплуатация транспортных машин и комплексов формируемые компетенции выпускника [3]:

ОПК-1: Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

ОПК-2: Способен использовать нормативные правовые акты и оформлять специальную документацию в профессиональной деятельности.

Эффективность изучения начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики существенно повышается, в случае использования в образовательном процессе новых информацион-

ных технологий. Наиболее эффективным является применение на лекциях и практических занятиях мультимедийного обеспечения, что дает возможность наглядно демонстрировать иллюстративный материал [4]. Все это помогает активизировать работу студентов.

Для более качественного и быстрого выполнения заданий на лекциях и практических занятиях студенты работают непосредственно в рабочих тетрадях. Тетрадь содержит частично материал для лекций, графические условия задач для более точных построений на практических занятиях. Изучив материал лекции, прослушав объяснение преподавателя и обратившись к учебнику, студент выполняет соответствующие задания в рабочей тетради. В тетрадях для практических занятий также даны, по вариантам, индивидуальные задания для закрепления изученного материала.

Для проверки уровня успешного освоения компетенций разработан фонд оценочных средств: расчетно-графические работы, тесты, задания для текущего контроля, зачет и экзамен. Текущий контроль проводится по пройденным темам в течение семестра (задачи и тесты), семестровые контрольные задания по завершению учебной дисциплины.

На развитие личности студента большое влияние оказывает самостоятельная подготовка, заключающаяся в изучении, осмыслении освоенного материала. Умение применить полученные знания при выполнении заданной графической работы, самоконтроль (рис. 1).



Рисунок 1 – Структура самостоятельной подготовки к графической деятельности [4]

Для подготовки к профессиональной деятельности на занятиях изучаются методические указания, преподаватель объясняет и разбирает новый материал, используются компьютеры и другие средства в преподавании начертательной геометрии, инженерной графики и инженерных дисциплин, которые позволяют более эффективно и творчески подготовить обучающегося для выполнения различных заданий. В результате повышается компетентность выпускаемых квалифицированных специалистов для производства, эффективность их будущей производственной деятельности.

При подготовке инженеров такие дисциплины, как «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика», расширяют и углубляют знания, полученные в процессе обучения по программам бакалавриата и специалитета. Для успешной профессиональной деятельности по программе курса приобретаются умения и навыки, определяемые компетенциями.

Начертательная геометрия – является фундаментом инженерного мышления. Инженерная графика способствует применению знаний начертательной геометрии и стандартов ЕСКД для чтения, создания и редактирования конструкторской документации. Они лежат в основе взаимодействия между идеей инженера и ее физическим воплощением на производстве.

После завершения данного курса студенты смогут:

− задать на комплексном чертеже Монжа точки, прямую линию, плоскости и геометрические тела;

− решать задачи преобразования чертежа и построения аксонометрических проекций;

− решать задачи по выполнению чертежей деталей, изделий, выполнению сечений и разрезов инженерных объектов;

− способны мысленно расчленить сложный механизм или сооружение на простые геометрические тела, определить их взаимное расположение и видимость, а также взаимосвязь;

− использовать для выполнения графических работ компьютерные программы черчения (AutoCAD, Компас-3D);

− получить возможность расширения и углубления знаний по оформлению чертежей, согласно требований ЕСКД.

В современных, меняющихся требованиях к высокому уровню профессиональных знаний, выпускникам необходимо уметь разбираться в конструкторской документации постоянно обновляющей-

ся техники и, если необходимо вносить поправки для улучшения работы. Все это показывает компетентность специалиста, его способность к профессиональной деятельности.

На рисунке 2 представлена векторно-цифровая схема подготовки обучающихся по дисциплине «Инженерная графика».

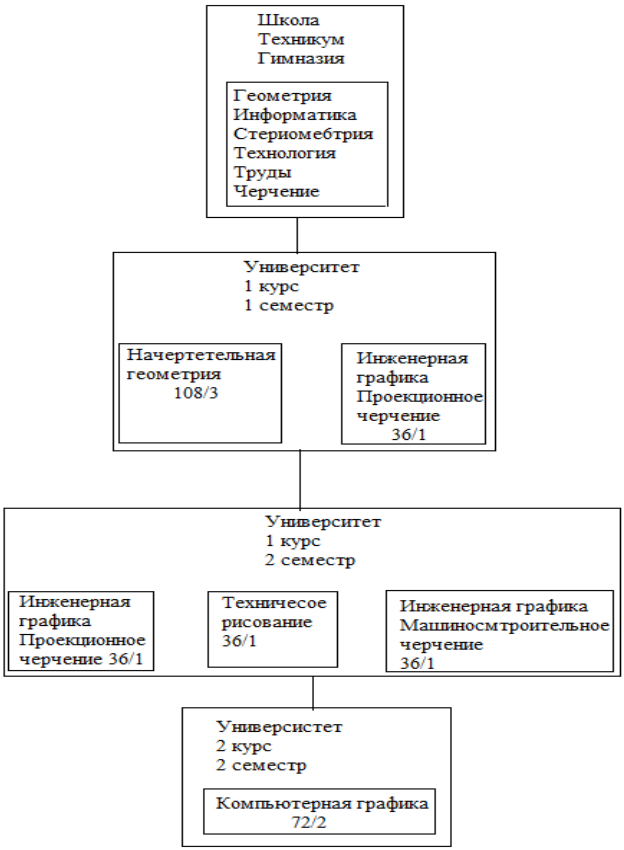


Рисунок 2 – Векторно-графическая схема подготовки студента

Компетентность выпускников оценивается при помощи зачетных единиц (з.е.). Специалитет составляет от 300 до 360 з. е., бакалавриат – 240 з. е., магистратура – 120 з.е. Общий объем компетенций современного специалиста находится в пределах 1000±100 з.е., что является численным определением точки 3 на рис. 3 [5].



Рисунок 3 – Парето-оптимальное множество кадрового обеспечения

В результате быстрого развития производства в последние годы потребовались специалисты среднего и высшего образования, но в дальнейшем требуется переподготовка инженерных кадров до уровня компетенций, необходимых для обеспечения технологических процессов на производстве.

Заключение

Решая задачу кадрового обеспечения, можно однозначно утверждать, что единая система конструкторской документации – остается неизменным фундаментом инженерной мысли.

Знание ГОСТов, допусков, посадок, шероховатости дает возможность инженеру читать чертеж, как любой текст, определяя форму детали, материалы и способы обработки.

Развивая свое пространственное мышление, специалист способен мысленно расчленить сложные объекты на простые детали, представить их в разрезе, в аксонометрии или развертке. Это позволяет конструктору успешнее проектировать механизмы и проверять качество их сборки.

В соответствии со стандартами ЕСКД создаются рабочие чертежи деталей, сборочные чертежи, схемы и спецификации.

Современная система автоматизированного проектирования дает возможность создавать 3D-модели и автоматически получать по ним чертежи и виды деталей и элементов.

При правильном оформлении чертежей необходимо: выбрать масштаб, правильно расположить проекции, нанести размеры. Необходимы знания изображения и обозначения резьб.

Компетенции в инженерной графике напрямую влияют на качество профессиональной подготовки и снижают количество ошибок на этапах от чертежа до серийного выпуска продукта.

При подготовке специалистов для промышленных предприятий выделены три профессиональные компетенции в разделе инженерная графика [3], а именно специалист должен:

1. Обладать знаниями и способностью примененять методы графического представления объектов в профессиональной деятельности. Например, объекты машиностроения, схемы и системы.
2. Уметь выполнить техническую документацию в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации.
3. Владеть инструментами использования стандартных средств автоматизации при проектировании деталей и узлов объектов, в соответствии с техническими заданиями.

Во время учебы студенты получают знания и опыт при изучении дисциплин «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Компьютерная графика» с учетом вышеперечисленных компетенций.

Знания, которые даются на предметах начертательная геометрия и инженерная графика, необходимы для выполнения курсовых проектов на следующих курсах по специальным предметам и выпускной квалификационной работы.

Начертательная геометрия и инженерная графика дают знания по правилам оформления и чтения чертежей с учетом требований ЕСКД, а также учат пользоваться современными программами САПР для получения информации в цифровом виде с дальнейшим применением для разработки и выпуска новых изделий.

Список использованной литературы

1. Алдохина, Н.П. Формирование абстрактного мышления у студентов инженерных специальностей при освоении начертательной геометрии и компьютерного проектирования/ Н.П. Алдохина, Т.В. Вихрова, О.Г. Огнев// Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта: Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции, Екатеринбург, 16 декабря 2022 года. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2023. – С. 238-241. – EDN XMHBBW.

2. Алдохина, Н.П. Проблемы совершенствования образовательного процесса подготовки инженерных кадров для АПК/ Н.П. Алдохина, Т.В. Вихрова, О.Г. Огнев// Агропромышленный комплекс в условиях инновационного развития: наука, технологии, кадровое обеспечение: материалы II Международной научно-

практической конференции, Минск, 05–06 июня 2025 года. – Минск: БГАТУ, 2025. – С. 544-548. – EDN ZKNCYI.

3. Асекритова, С.В. Компетентностный подход к преподаванию дисциплины "Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика"/ С.В. Асекритова, В.А. Токарев, Ю.П. Шевелев// Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. – 2016. – Т. 1. – С. 167-176. – EDN WXRDBN.

4. Вох, Е. П. Формирование графических компетенций у будущих инженеров в самостоятельной познавательной деятельности: специальность 13.00.02 "Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)": диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук/ Вох Елена Павловна. – Екатеринбург, 2008. – 189 с. – EDN NOZUMZ.

5. Куприков. М.Ю. Вектор компетенций специалиста при изучении инженерной и компьютерной графики// Компетентность/ Competency (Russia) 8/ 2022. DOI: 10.24412/1993-8780-2022-8-05-09.

УДК 631:378:332:339

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО КАК СПОСОБ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ В РЕГИОНАХ

С.А. Радченко, д-р техн. наук, профессор

Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого, г. Тула, Российская Федерация

Аннотация. В статье описано международное сотрудничество как способ внедрения инноваций в регионах.

Annotation. The article describes international cooperation as a means of introducing innovations in the regions.

Ключевые слова: международное сотрудничество, инновации, регионы.

Keywords: international cooperation, innovation, regions.

Актуальность

Задачи дальнейшего повышения результативности обучения в системе «школа-колледж-вуз» и обеспечения более массового и эффективного внедрения инноваций, многих новых достижений и лучшей продукции с использованием наиболее результативных и наименее затратных для всех бюджетов методов очень актуальны, так как многие используемые для этого в настоящее время методы и средства требуют огромных бюджетных расходов и недостаточно эффективны по объективным причинам [1-11]. Поэтому разработка и массовое внедрение более эффективных и малозатратных методов и средств для улучшения ситуации в любых регионах очень нужны.

Результаты исследований

Автор 35 лет изучает лучший опыт самых знаменитых вузов и возможности использовать его в любых регионах, в том числе [1-9]:

1 – на 10-месячной научной стажировке в Великобритании (в знаменитых Кембридже и Лидском университете) и на стажировке в США по межгосударственной программе «Бизнес для России»;

2 – в командировках в Бельгию, Францию, Германию и Данию;

3 – работая 20 лет на высших руководящих должностях в трех организациях, изучавших лучший мировой опыт для его внедрения в регионах России и участвовавших в обеспечении этого, в том числе много лет – генеральным директором созданного ТГПУ им. Л. Н. Толстого на его базе (вместе с администрацией города Тулы и ЗАО «Тулатеплосеть») самофинансируемого муниципального образовательного учреждения «Международный инновационно-образовательный центр энергосберегающего и природоохранного оборудования», которое успешно работало в Туле много лет [10]:

- организовало Тульский городской учебно-выставочный салон «Комфорт, тепло, энергосбережение» и обеспечивало его работу;

- обеспечивало улучшение сотрудничества ТГПУ им. Л. Н. Толстого с Министерствами Российской Федерации (МЧС России и другими) и с их территориальными органами, с администрациями города Тулы и Тульской области и с многими ведущими фирмами России и других стран и их участие в регулярно проводившихся на базе университета два раза в год комплексах Всероссийских учебно-выставочно-внедренческих мероприятий «Комплексное решение проблем современного города и конкурсного отбора оборудования, материалов и подрядчиков», что использовалось при обучении.

Оказалось, что сильно улучшать обучение без больших затрат в Великобритании и США помогают следующие два метода [1-10]:

1 – помощь молодежи в выборе ей не только будущих сфер деятельности, но и конкретных должностей с получением каждым конкретной информации о них (включая все нужные компетенции);

2 – более раннюю квалифицированную помощь школьникам и студентам в разработке и успешной реализации индивидуальных целевых программ для улучшения их обучения в целях сильного целевого повышения конкурентоспособности на рынке труда [9].

Причем огромные бюджетные и внебюджетные деньги и много преимуществ знаменитые университеты имеют за счет их участия во внедрении многих новых достижений и лучшей продукции [1-7].

Поэтому под научным и практическим руководством автора разработаны и уже успешно использовались ряд лет в городе Туле [1] два комплекта документов для более быстрого и успешного применения этого лучшего мирового опыта любым университетом в его регионе без его дополнительных расходов (при уникальном по ряду возможностей международном сотрудничестве) [1-7].

Многолетние целенаправленные исследования под научным и практическим руководством автора [1-11] с участием ряда ведущих кадров шести кафедр четырех факультетов ТГПУ им. Л. Н. Толстого и с публикацией по их результатам более 100 докладов и научных статей в материалах научно-методических и научно-практических конференций в России, Белоруссии и Узбекистане позволили автору научно обосновать и подготовить реальную возможность быстро и успешно совместно использовать в любых регионах разработанную им уникальную по ряду новых возможностей 4-этапную программу многостороннего белорусско-российского сотрудничества.

Такое сотрудничество – лучший способ помочь участвующим в нем факультетам и кафедрам быстрее и эффективнее использовать лучший опыт самых знаменитых университетов России и ведущих стран мира, наши разработки, опыт и «ноу-хау» и совместное внедрение в любых школах портативного учебно-тренировочного комплекса [11] (без дополнительных затрат любых участвующих в нем университетов и ведущих организаций!) для самого реального и наименее затратного для бюджетов всех уровней решения в их регионах многих актуальных проблем и задач в целях улучшения подготовки кадров и обучения школьников и студентов по многим техническим, естественнонаучным и другим предметам (повышая безотказными методами роль и доход университетов и их ведущих кадров в их регионах и используя лучший мировой опыт [1-7]):

1 – самого результативного и полезного межрегионального и международного сотрудничества в условиях рыночной экономики;

2 – сотрудничества знаменитых университетов и администраций регионов и городов, позволяющего этим университетам получать много ранее недоступных им дополнительных бюджетных денег;

3 – обеспечения более выгодного участия их факультетов в разработке и реализации важных региональных, государственных и международных программ и «пилотных» проектов (с постоянным получением ими бюджетных хоздоговоров даже многие годы!).

Особенно полезным это международное сотрудничество может быть для сельскохозяйственных вузов, факультетов и кафедр, так как даст им уникальные дополнительные возможности обеспечить:

- постоянное получение большого дополнительного целевого бюджетного финансирования за счет эффективного сотрудничества с органами управления образованием и сельским хозяйством своих регионов (даже с внесением этого финансирования в их бюджеты);

- успешное создание для всех участвующих в сотрудничестве кафедр и их ведущих кадров новых уникальных возможностей для улучшения обучения, развития и повышения их доходов, которые пока есть лишь в самых знаменитых университетах ведущих стран;

- улучшение подготовки кадров для сельского хозяйства за счет эффективного использования возможностей не только вузов, но и любых школ в регионах, особенно сельских (внедряя портативный учебно-тренировочный комплекс [11] и затем совершенствуя его с участием ведущих кадров, привлекаемых по хоздоговорам [1-9]);

- улучшение возможностей более массово и успешно внедрять в АПК инновации, многие достижения и современную продукцию.

Четыре возможных этапа международного сотрудничества, не требующего собственных расходов любых университетов.

Первый этап такого международного сотрудничества

Цель первого и самого короткого этапа такого сотрудничества – быстро создать всегда безотказными в любых странах и регионах методами [1-7] условия для более выгодного сотрудничества вуза с органами управления образованием и сельским хозяйством региона (за счет подписания с ними многосторонних «рамочных» договоров о сотрудничестве [6] для комплексного и наименее затратного для бюджетов решения многих проблем улучшения обучения в школах и вузах и внедрения инноваций, новых достижений и современной продукции, совместно используя опыт знаменитых университетов).

Такие «рамочные» многосторонние договоры о сотрудничестве, которые похожи во всех странах и создают университетам важные преимущества [6], всегда быстро подписывают органы

управления в регионах, так как они похожи на протоколы о намерениях (в них нет любых конкретных финансовых обязательств всех участников сотрудничества), но будут обеспечивать решение важных проблем.

Участниками таких новых и самых эффективных «рамочных» договоров о межрегиональном и международном сотрудничестве в целях более быстрого и наименее затратного для бюджетов всех уровней комплексного решения ряда проблем улучшения обучения и профориентации, внедрения многих новых достижений и охраны труда в системе образования, сельском хозяйстве, ЖКХ и других отраслях экономики и улучшения защиты населения при авариях систем жизнеобеспечения зданий и снижения ущерба от них с учетом мирового опыта могут быть следующие юридических лица:

- органы управления образованием и АПК региона и/или города;
- один или даже несколько университетов и других структур;
- тульская фирма, которая будет производить все портативные учебно-тренировочные комплексы [11] и выполнять другие важные функции, необходимые всем для успешного сотрудничества [1-7].

Второй этап такого международного сотрудничества

Главные цели второго этапа международного сотрудничества:

1 – быстро обеспечить получение внебюджетных денег, лучше используя имеющиеся возможности университетов и уже успешно применявшиеся автором комплекты документов и его опыт [1-11], а также внедрение в школах портативного учебно-тренировочного комплекса [11] как самого перспективного нового дополнительного средства для улучшения обучения сразу по многим предметам;

2 – улучшение сотрудничества университетов и их факультетов с органами управления образованием, сельским хозяйством и т.д. их регионов для лучшего использования для улучшения ситуации:

- их возможностей и «административного ресурса» с помощью уже имеющегося у автора апробированного комплекта документов;
- лучших методов повышения результативности работы кадров;
- новых возможностей законно получать часть средств, которые уже есть в бюджетах их регионов и городов (по хоздоговорам и т.д.), используя лучший опыт знаменитых университетов [1-7].

Это позволит вузам постоянно получать при сотрудничестве дополнительные внебюджетные и бюджетные деньги, обеспечивая комплексное решение ряда важных проблем улучшения обучения

школьников и студентов и внедрения инноваций (лучше используя возможности университета, администрации, школ и родителей [1-9]).

Третий этап такого международного сотрудничества

Главная цель третьего этапа международного сотрудничества – создать условия для постоянного получения его участниками много лет больших дополнительных бюджетных и внебюджетных денег и возможностей для решения актуальных проблем с использованием лучшего опыта знаменитых университетов России и ведущих стран и безотказных во всех странах законных методов обеспечения:

1 – выгодного участия в всегда очень хорошо финансируемых региональных, государственных и международных программах;

2 – реального внесения целевого финансирования такого сотрудничества в бюджеты регионов и городов отдельной строкой;

3 – повышения результативности и дохода при сотрудничестве университетов с органами управления всех уровней.

Это обеспечит получение университетами дополнительных бюджетных денег и создаст новые уникальные возможности для привлечения к сотрудничеству даже многих участников на самых выгодных для них условиях (используя «рамочные» договоры [6]).

Четвертый этап такого международного сотрудничества

Цель четвертого этапа этого сотрудничества – использование уже подготовленных тремя предыдущими этапами сотрудничества реальных возможностей быстро и значительно законно повышать эффективность комплексного решения указанных выше актуальных проблем за счет обеспечения некоторых факультетов и их кафедр постоянными бюджетными хоздоговорами, совместного используя давно отработанные в ведущих странах способы законно получать большие дополнительные бюджетные деньги (лучше используя возможности ведущих университетов и компаний при их участии в разработке и реализации важных региональных, государственных и международных программ), улучшая условия для ведущих кадров.

Способ организовать самое эффективное и взаимовыгодное международное сотрудничество, используя мировой опыт

На любом из описанных выше четырех возможных этапов этого сотрудничества можно быстро успешно создать инновационную белорусско-российскую фирму с ее многопрофильным филиалом в городе Туле (уникальную по возможностям квалифицированной помощи всем участвующим в сотрудничестве университетам и их

факультетам и кафедрам!) и обеспечить ее успешную деятельность для повышения результативности этого сотрудничества (используя лучший мировой опыт, изучаемый и используемый автором 35 лет, и имеющийся у автора комплект документов, применявшийся ряд лет в городе Туле под его научным и практическим руководством для быстрого улучшения сотрудничества ТГПУ им. Л. Н. Толстого [1-10] с администрациями города Тулы и Тульской области, пятью Федеральными Министерствами и их территориальными органами, с ведущими организациями и фирмами России и других стран [1]).

Это сразу позволит реально создать гораздо лучшие условия для участия некоторых факультетов и кафедр в различных хорошо финансируемых городских, региональных, государственных и международных программах и «пилотных» проектах с получением уникальных возможностей улучшать обучение, развитие и доходы участвующих в сотрудничестве кадров, которые пока есть только в самых знаменитых университетах России и ведущих стран [1-7].

Заключение

Научно обоснована и подготовлена для быстрого и успешного совместного использования в любых регионах России, Белоруссии и других стран новая реальная возможность быстро, эффективно и наименее затратно для бюджетов всех уровней улучшать обучение в системе «школа-колледж-вуз» и внедрение инноваций, многих новых достижений и лучшей современной продукции для сельского хозяйства и улучшения условий труда и жизни людей (используя опыт ряда знаменитых университетов России и ведущих стран мира и наши разработки, опыт, «ноу-хау» и новый портативный учебно-тренировочный комплекс [1-11]) для обеспечения этого за счет:

- организации эффективного многостороннего международного сотрудничества университетов с органами управления их регионов и городов для комплексного решения многих актуальных проблем;

- уникальных возможностей для получения многими кафедрами бюджетных хоздоговоров с органами управления образованием и сельским хозяйством их регионов и их участия в региональных, государственных и международных программах для улучшения обучения, развития и повышения дохода и возможностей их кадров.

Реальные возможности для такого успешного многостороннего межрегионального и международного сотрудничества и большую степень нашей готовности к нему подтверждают пять дипломов I,

II и III степени, полученных автором в 2023, 2024, 2025 и 2026 году на четырех международных конкурсах «Выставка педагогических инноваций» в рамках четырех международных научно-практических конференций «Проблемы и перспективы технологического и физико-математического образования в России и за рубежом» в Ишимском педагогическом институте им. П. П. Ершова (филиале) Тюменского государственного университета.

Список использованной литературы

1. Радченко, С.А. Способ улучшать обучение технологии и безопасности жизнедеятельности и профориентацию, используя опыт знаменитых университетов и хоздоговоры кафедр / С. А. Радченко // Технолого-экономическое образование: достижения, инновации, перспективы: матер. XXI Всеросс. науч.-практ. конф. с межд. участием. – Тула: ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2025. – С. 259-268.

2. Радченко, С.А. Лучший мировой опыт решения проблем обучения и экономики в регионах и самый реальный способ быстро использовать его на основе международного сотрудничества и уникальных хоздоговоров для экономических и технических кафедр вузов / С. А. Радченко, С. С. Радченко // Актуальные проблемы современных экономических систем – 2025: сборник научных трудов. – Брест: Изд-во Брестского гос. техн. ун-та, 2025. – С. 37-46.

3. Серебрякова, Н. Г. Реализация компетентностного подхода в преподавании учебной дисциплины «Информатика» для студентов непрофильных специальностей в контексте образовательных стандартов нового поколения / Н. Г. Серебрякова // Вышэйшая школа: навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. – 2024. – № 5(163). – С. 7-11.

4. Серебрякова, Н. Г. Инженерное образование нового поколения как инструмент формирования современного специалиста / Н. Г. Серебрякова // Профессиональное образование. – 2024. – № 3(57). – С. 17–23.

5. Миранович, А. В. Национальная рамка квалификаций и профессиональные стандарты: направления апробации / А. В. Миранович, Н. Г. Серебрякова // Техническое обеспечение инновационных технологий в АПК : Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию образования агромеханического факультета, Беларусь, Минск, 30–31 октября 2025 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2025. – С. 49–51.

6. Серебрякова, Н. Г. Системный анализ инженерной деятельности и инженерного образования при современном экономическом укладе / Н. Г. Серебрякова // Вестник педагогических наук. – 2025. – № 5. – С. 222–230.

7. Историко-философские истоки современной инженерной деятельности / Н. Г. Серебрякова, И. А. Серебряков // Современное профессиональное образование. – 2025. – № 6. – С. 115–121.

8. Программный модуль администратора для системы управления обучением / Н. Г. Серебрякова, А. П. Мириленко, Р. И. Фурунжиев, В. С. Кацуба // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 21–23 ноября 2018 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2018. – С. 559–563.

УДК 378.4

РОЛЬ КУРАТОРА В ПОВЫШЕНИИ АКАДЕМИЧЕСКОЙ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ СТАРШИХ КУРСОВ

Д.С. Праженик, старший преподаватель,
В.В. Маркевич, старший преподаватель,
О.В. Данильчик, старший преподаватель
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Данная статья посвящена кураторству на старшем и выпускном курсе учреждения высшего образования.

Abstract. This article is devoted to curation at the senior and graduate courses of a higher education institution.

Ключевые слова: куратор, студенты, сессия.

Keywords: curator, students, session.

Введение

Современный выпускник учреждения высшего образования должен не только владеть специальными знаниями, умениями и навыками, но и ощущать потребность в достижениях и успехе, знать, что он будет востребован на рынке труда [1]. Поэтому важной задачей учреждений, обеспечивающих получение высшего образования, является привитие интереса студентов к накоплению знаний, самостоятельной деятельности и непрерывному самообразованию. Чтобы достичь этих целей, у студентов должна быть сформирована мотивация к обучению. Эффективность учебного процесса будет непосредственно связана с тем, насколько высока мотивация и высок стимул овладения будущей профессией. И в этом не последнюю роль играет куратор [2].

Основная часть

Кураторство является одним из основных стратегических направлений воспитательной работы в учебном заведении. Куратор обязан контролировать ход целостного воспитательного процесса, становления личности каждого студента, его нравственных качеств, развитие творческих способностей, взаимоотношения с другими участниками воспитательного процесса. Куратор организует систему отношений через разнообразные виды воспитывающей деятельности, создает условия для индивидуального самовыражения каждого студента и развития каждой личности. Формы работы могут быть различны – беседа, кураторский час, коллективные творческие дела различного типа.

Я являюсь куратором четвертого курса 11 м группы. Исходя из своего опыта, могу сказать, что формы работы, применяемые на первом курсе, не всегда интересны старшекурсникам. В связи с этим меняются и направление кураторской работы. На первый план выходит приобретение знаний. Поэтому куратор обязан консультировать по текущим вопросам, касающимся учебы.

Время обучения в вузе для студентов – период не только профессионального, но и жизненного самоопределения. Зачастую в процессе поиска ответов на животрепещущие вопросы они вынуждены действовать методом проб и ошибок.

Очень часто обучению мешает работа. Несмотря на очный характер обучения, многие вынуждены подрабатывать. Работа часто физическая, например, официант, продавец или грузчик, и даже если студенты работают после занятий, все равно начинаются пропуски, накапливаются долги и выясняется, что к концу семестра не сдано ни одного зачета. В подобных случаях стараюсь помочь, договориться о дополнительных пересдачах. Убеждаю хотя бы на время отказаться от работы или сократить время занятости. К сожалению, не всегда помогает.

Вторым направлением кураторской работы является подготовка выпускников к профессиональной деятельности.

Привожу в пример своих предыдущих выпускников, которые в настоящее время работают главными инженерами сельскохозяйственных предприятий, ведущими инженер-конструкторами, преподавателями учреждений образований, директорами предприятий.

Заключение

Студенческая группа, как на первом, так и на последующих курсах, состоит из студентов разного психологического возраста и, следовательно, разного уровня ответственности и в отношении к собственным жизненным выборам.

На старших курсах куратор помогает студентам в выборе предприятия прохождения практики, помогает определиться с будущим местом работы. Роль куратора на выпускном курсе ничуть не меньше, чем на втором или третьем и ее не стоит недооценивать. Для большинства выпускников куратор становится тем человеком, который помогает им выбрать лучшую дорогу в будущее, а значит никогда не пожалеть о выбранной профессии.

Список использованной литературы

1. Куратор и его роль для студентов – выпускников вузов / Р. М. Долинская, А. Л. Егорова, О. М. Касперович, А. В. Лешкевич // Проблемы и основные направления развития высшего технического образования : материалы XXVI научно-методической конференции, Минск, 20-21 марта 2025 г. - Минск : БГТУ, 2025. – С. 144-147.

2. Праженик, Д. С. Роль куратора в мотивации студентов к учебной деятельности / Д. С. Праженик, В. В. Носко, В. В. Маркевич // Техническое обеспечение инновационных технологий в АПК : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 30-31 октября 2025 г. - Минск : БГАТУ, 2025. - С. 540-542

УДК 378 + 339.564 + 631.147

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ЭКСПОРТА ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

М.В. Муравьева, д-р экон. наук, профессор

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены инновационные технологии подготовки специалистов в области экспорта органической продукции.

Abstract. The article presents innovative technologies for training specialists in the field of organic product exports.

Ключевые слова: технологии, инновации, экспорт, подготовка специалистов.

Keywords: technologies, innovation, exports, specialist training.

Актуальность

Мировой рынок органической продукции устойчиво растёт и по оценкам экспертов уже превышает 120 млрд долларов США. Россия, обладая крупнейшим в мире массивом сельскохозяйственных угодий, имеет значительный потенциал наращивания экспорта органики – особенно с учётом того, что многие земли исторически не подвергались интенсивной химической обработке и могут быть сертифицированы как органические после переходного периода. Стратегия развития производства органической продукции в Российской Федерации до 2030 года прямо предусматривает рост экспортных поставок и формирование кадрового потенциала, способного обеспечить выход российской органики на зарубежные рынки.

Результаты исследований

Реализацией этой задачи занимаются сотрудники Российского государственного аграрного университета – МСХА имени

К.А. Тимирязева (РГАУ-МСХА), первого в России вуза, начавшего подготовку специалистов по программам органического сельского хозяйства. Центральным инструментом в этой работе стала программа повышения квалификации «Продвижение экспорта российской органической продукции АПК на мировых рынках», реализуемая на базе Системы дистанционного обучения (СДО) университета.

Программа «Продвижение экспорта российской органической продукции АПК на мировых рынках» – флагманский образовательный курс, разработанный сотрудниками РГАУ-МСХА в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030». Курс реализуется в двух вариантах, что позволяет охватить как начинающих специалистов, так и профессионалов, уже имеющих опыт внешнеэкономической деятельности.

В основу курса «Продвижение экспорта российской органической продукции АПК на мировых рынках» легли актуальные научные исследования, часть из которых опубликована в работах М. В. Муравьёвой и в соавторстве с ведущими специалистами. Теоретические и терминологические основы органической продукции и её места в международной торговле раскрыты в публикациях М. В. Муравьёвой [1, 2], где систематизированы национальные подходы к определению органической продукции и прослежена эволюция соответствующих идей в России и мире. Прикладные аспекты, связанные с агротехнологическими ограничениями и экспортным потенциалом, опираются на результаты коллективного исследования под руководством Ю. Ф. Лачуги [3], в котором проанализировано влияние агрохимических факторов, в том числе использования пестицидов, на конкурентоспособность российской продукции на внешних рынках. Коммуникационная составляющая подготовки специалистов базируется на разработках В. М. Гераськиной и М. В. Муравьёвой [4], в частности на подходах к популяризации сложных научно-экономических концепций, что важно для формирования у слушателей навыков эффективного взаимодействия с зарубежными партнёрами и представления преимуществ российской органической продукции. Таким образом, содержание курса напрямую опирается на эмпирические и теоретические результаты опубликованных научных работ, обеспечивая его практическую значимость и научную обоснованность.

Программа нацелена на совершенствование профессиональных компетенций специалистов, способных эффективно продвигать российскую органическую сельхозпродукцию на международные рынки. Слушатели изучают особенности глобального рынка органики, требования зарубежных регуляторов, механизмы государственной поддержки экспорта, маркетинговые стратегии и логистические решения. Ключевой акцент сделан на практическом анализе ниш, подготовке экспортной документации и выстраивании партнёрских каналов сбыта.

Актуальность курса определяется несколькими факторами. Во-первых, в октябре 2025 года Минсельхоз России и Роскачество утвердили дорожную карту по признанию российских органических сертификатов за рубежом. В перечень наиболее перспективных стран для поставок вошли Китай, страны Ближнего Востока, Юго-Восточной Азии, Бразилия, Индия, Япония, Турция, Иран и государства Центральной Азии. Для каждой страны определены востребованные категории продукции – органические фрукты и ягоды, зерновые, мёд, масла. Во-вторых, в рамках ЕАЭС формируется общий рынок органической продукции на основе гармонизации требований и взаимного признания сертификатов. Всё это создаёт спрос на специалистов, владеющих компетенциями в области экспорта органики.

Курс размещён на учебно-методическом портале РГАУ-МСХА (sdo.timacad.ru), построенном на базе электронной образовательной среды СЭО 3KL, которая имеет ряд важных характеристик (рис.1).

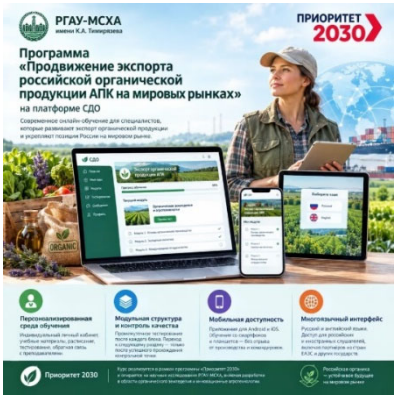


Рисунок 1 – Титульный лист программы

Программа построена по междисциплинарному принципу, объединяя компетенции из области агрономии, экономики, международного права, логистики и маркетинга. Тематические модули охватывают ряд блоков, представленных на рисунке 2.

Команда сформирована так, чтобы каждый аспект экспортной деятельности – от агротехнологий до юридического сопровождения – вёл профильный специалист, сочетающий академическую квалификацию с практическим опытом.

Обучение на платформе СДО РГАУ-МСХА строится на нескольких инновационных принципах, отличающих курс от традиционных очных программ повышения квалификации.

Практико-ориентированная дистанционная модель. В отличие от классических онлайн-лекций, курс построен вокруг практических кейсов. Слушатели не просто изучают теорию международных стандартов – они тренируются в составлении реальной экспортной документации, анализируют конкретные ниши на зарубежных рынках, разрабатывают экспортные предложения и бизнес-планы. Освоенные навыки можно немедленно применять в работе.

Гибкий темп обучения. Слушатели осваивают материал в удобном для них режиме. Программа разделена на модули с поэтапным тестированием, что обеспечивает контроль качества без жёсткой привязки к расписанию. Это особенно важно для действующих специалистов сельскохозяйственных предприятий, которые могут повышать квалификацию без отрыва от работы.



Рисунок 2 – Специфика курса «Продвижение экспорта российской органической продукции АПК на мировых рынках»

Масштабируемость и географическая доступность. Дистанционный формат позволяет охватить слушателей из всех регионов России, а также из других стран. Специалисты из сельскохозяйственных регионов, удалённых от крупных образовательных центров, получают доступ к программе уровня ведущего аграрного вуза страны.

Интеграция науки и образования. Курс напрямую связан с научно-исследовательской деятельностью РГАУ-МСХА. Результаты многолетних экспериментов университета в области органического земледелия, данные по выращиванию эфиромасличных и лекарственных культур, разработки в области агротехнологий замкнутого цикла – всё это включается в учебные материалы, обеспечивая их актуальность и практическую ценность.

Междисциплинарная структура. Программа объединяет компетенции из разных областей – агрономии, химии, экономики, международного права, логистики и маркетинга. Выпускник курса способен сопровождать экспортную сделку на всех этапах: от оценки производственных возможностей хозяйства до переговоров с иностранными партнёрами и таможенного оформления.

Дальнейшее развитие курса «Продвижение экспорта российской органической продукции АПК на мировых рынках» связано с несколькими направлениями. Первое – актуализация содержания в соответствии с дорожной картой по признанию российских органических сертификатов за рубежом: по мере прохождения аккредитации российских органов по сертификации в национальных системах стран-импортёров (2026–2027 годы) учебные материалы будут обновляться с учётом новых соглашений. Второе – внедрение технологий искусственного интеллекта для анализа рыночных трендов и прогнозирования экспортных ниш, что уже практикуется в смежных программах РГАУ-МСХА. Третье – расширение международного охвата курса за счёт англоязычной версии, что позволит привлечь слушателей из стран-партнёров и сформировать сообщество специалистов по экспорту органики в масштабах ЕАЭС и за его пределами.

Заключение

Курс «Продвижение экспорта российской органической продукции АПК на мировых рынках», реализуемый сотрудниками РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на платформе СДО, представляет собой инновационную образовательную модель, объединяющую передовые цифровые технологии обучения, практико-

ориентированный подход, междисциплинарную структуру и команду квалифицированных преподавателей-практиков. Размещение курса в рамках программы «Приоритет 2030» и его интеграция с международными образовательными проектами ЕАЭС обеспечивают стратегическую значимость программы и её соответствие актуальным задачам развития агропромышленного комплекса России. Выпускники курса получают комплекс компетенций, позволяющих сопровождать экспортную сделку органической продукции полного цикла – от оценки производственных возможностей хозяйства до доставки сертифицированной продукции конечному зарубежному потребителю.

Список использованной литературы

1. Муравьёва, М. В. Понятие органической продукции АПК в разных странах мира и её место в международной торговле / М. В. Муравьёва // Агрофорсайт. – 2026. – № 2 (63). – С. 43–78.

2. Муравьёва, М. В. Эволюция идей органического производства в России и мире / М. В. Муравьёва // Агрофорсайт. – 2026. – № 1 (62). – С. 53–64.

3. Зерновая самообеспеченность Российской Федерации и влияние пестицидов на экспортный потенциал зерновых культур / Ю. Ф. Лачуга, М. В. Муравьева, Н. К. Долгушкин [и др.] // Агрохимия. – 2026. – № 4. – С. 3–22.

4. Гераськина, В. М. Как рассказать о биоэкономике просто: стратегии популяризации сложных научных концепций для массовой аудитории / В. М. Гераськина, М. В. Муравьева // Нефтяная столица : сборник материалов Девятого международного молодёжного научно практического форума. – Санкт Петербург, 2026. – С. 298–302.

УДК 322.12

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Д.А. Гурьянов, аспирант,
И.В. Ариничев, д-р экон. наук,
профессор кафедры теоретической экономики
Кубанский государственный университет,
г. Краснодар, Российская Федерация

Аннотация. В статье исследована цифровая трансформация в обеспечении развития сельских территорий.

Abstract. The article examines digital transformation in fostering the development of rural areas.

Ключевые слова: цифровая трансформация, развитие, сельские территории.

Keywords: digital transformation, development, rural areas.

Актуальность

В условиях современного этапа экономического развития страны одной из ключевых задач является преодоление пространственных диспропорций и обеспечение сбалансированного развития всех типов территорий.

Сельские территории России традиционно сталкиваются с комплексом проблем: от депопуляции и оттока квалифицированных кадров до низкого уровня развития инженерной и социальной инфраструктуры. В этих условиях цифровая трансформация рассматривается как важнейший инструмент, который способен стать новым драйвером устойчивого роста сельских территорий. Переход к цифровой экономике в сельском хозяйстве и сельской местности требует приведения в действие новых факторов экономического роста, связанных с повышением отдачи материальных, трудовых и природных ресурсов.

Однако реализация этого потенциала напрямую зависит от состояния и развития цифровой инфраструктуры, которая выступает базовым условием для внедрения современных технологий. Существующий «цифровой разрыв» между городом и селом является серьезным барьером, сдерживающим не только развитие агропромышленного комплекса, но и повышение качества жизни сельского населения. В этой связи исследование роли цифровой инфраструктуры в обеспечении сбалансированного развития сельских территорий приобретает высокую научную и практическую значимость.

Результаты работы

Был проведен анализ текущего состояния цифровой инфраструктуры на российских сельских территориях, обнаружены системные проблемы. Ключевым сдерживающим фактором остается недостаточный уровень развития телекоммуникационных сетей. Как показывает практика, частые перебои, низкая пропускная способность и высокая задержка сигнала делают невозможным применение современных решений умного сельского хозяйства, требующих стабильного подключения. Согласно данным, лишь 14 субъектов РФ имеют уровень цифровой доступности сельских территорий выше среднероссийского показателя, а в некоторых регионах доля населенных пунктов с качественным интернетом не превышает 25-30%. Это напрямую связано с уровнем внедрения цифровых техно-

логий в АПК, который в «цифрово-дефицитных» регионах в 2-3 раза ниже, чем в Центральном или Южном федеральных округах. Такое положение дел не позволяет в полной мере использовать потенциал точного земледелия, дистанционного зондирования и других ИИ-технологий, которые уже доказали свою эффективность, например, сокращая время на анализ данных в десятки раз.

Однако в последние годы накоплен значительный положительный опыт решения этой проблемы, который может быть масштабирован на другие регионы. Центральным инструментом государственной политики в этой сфере выступает федеральный проект «Устранение цифрового неравенства 2.0» (УЦН 2.0), реализуемый Минцифры России с 2021 года. Ключевой принцип проекта – установка базовых станций мобильной связи в населенных пунктах с численностью жителей от 100 до 1000 человек, причем перечень подключаемых сел ежегодно определяется по итогам голосования самих жителей на портале «Госуслуги». Это позволяет адресно решать проблему именно там, где она наиболее остра.

Успешные региональные практики демонстрируют эффективность данного подхода. Так, в Башкортостане по программе УЦН 2.0 уже обеспечена связью более 350 населенных пунктов, а до конца 2026 года доступ к мобильному интернету получат еще 110 сел и деревень. Высокоскоростным интернетом в республике сегодня обеспечены 92% жителей. Значительных успехов добивается и Вологодская область: в 2025 году в регионе было запущено 29 базовых станций, 26 из которых – отечественного производства «Булат». Одна такая станция обеспечивает покрытие до 20 км и надежно работает в любых погодных условиях, что особенно важно для северных территорий. По данным регионального Минцифры, сегодня все административные центры и большинство населенных пунктов Вологодчины входят в зону уверенного приема сотовой связи и имеют доступ в интернет по проводным линиям. В Саратовской области только в 2025 году связь пришла дополнительно в 64 малонаселенных пункта, а в текущем году она появится еще в 42 селах. Жители отмечают, что устойчивая связь позволяет молодым семьям оставаться на селе и даже работать удаленно.

Для самых труднодоступных и отдаленных территорий, где строительство традиционной инфраструктуры экономически нецелесообразно или технически невозможно, эффективным решением

становится спутниковая связь. Пилотный проект был реализован в поселке Несь Ненецкого автономного округа, расположенном за полярным кругом. Благодаря сотрудничеству операторов «Триколор» и Билайн жители впервые получили стабильную мобильную связь и доступ в интернет через спутниковый канал. В Якутии, где спутниковый интернет – зачастую единственная возможность выхода в сеть, оператор «РТКОММ» обеспечивает связью 336 населенных пунктов, в том числе в самых труднодоступных районах и арктической зоне. При этом компания с 2023 года перешла на собственное российское оборудование, что укрепляет технологический суверенитет в этой сфере.

Параллельно с развитием инфраструктуры активно внедряются цифровые сервисы, упрощающие жизнь сельхозпроизводителей. Новгородская область в 2025 году заняла 7-е место в стране по динамическому рейтингу цифровой трансформации АПК, полностью переведя в электронный вид процесс подачи заявлений и получения субсидий для аграриев. Это не только сократило временные затраты, но и повысило прозрачность распределения государственной поддержки. Аналогичный опыт накоплен в Чувашии, которая вошла в топ-4 регионов по цифровой трансформации АПК, где также перешли на электронный документооборот в ветеринарном учете и подаче заявок на господдержку.

Цифровая инфраструктура – это не только условие для модернизации сельхозпроизводства, но и фундамент для развития всей предпринимательской экосистемы и социальной сферы села. Развитие цифровых технологий оказывает существенное влияние на сельское предпринимательство, позволяя диверсифицировать экономическую деятельность и создавать новые рабочие места, не связанные с сельским хозяйством. Отсутствие надежной связи, в свою очередь, сдерживает развитие государственных цифровых сервисов в аграрной сфере, таких как платформы «Меркурий», «Цербер» и «АИС АПК», вынуждая фермеров тратить время на поездки в райцентры для выполнения обязательных процедур. Помимо технических и финансовых барьеров, серьезным вызовом остается кадровая проблема – нехватка квалифицированных специалистов, способных работать с новыми цифровыми инструментами. Для преодоления этих барьеров требуется многоуровневая стратегия, сочетающая меры по развитию инфраструктуры, поддержке малых хозяйств и подготовке кадров.

Заключение

Таким образом, развитие цифровой инфраструктуры является критически важным условием для обеспечения сбалансированного развития сельских территорий. Недостаточный уровень развития телекоммуникационных сетей и сопутствующие проблемы (финансовые, кадровые) выступают основным барьером на пути цифровой трансформации АПК и социальной сферы села. Для преодоления сложившихся диспропорций необходим комплексный подход, включающий:

- ускоренное развитие сетей связи на сельских территориях, в том числе через реализацию программ по устранению цифрового неравенства;
- создание экономических стимулов и мер государственной поддержки для сельхозпроизводителей, внедряющих цифровые решения, с акцентом на малые и средние формы хозяйствования ;
- подготовку квалифицированных кадров и развитие цифровых компетенций у сельского населения;
- адаптацию государственных сервисов и мер поддержки к условиям работы в «цифровой среде».

Реализация данных мер позволит не только повысить эффективность аграрного сектора, но и повысить привлекательность и качество жизни в сельской местности, создав основу для устойчивого и сбалансированного пространственного развития страны.

Список использованной литературы

1. Бабкина, А. В. Информационные системы и технологии в АПК : учебник / А. В. Бабкина, И. Е. Быстренина, М. И. Горбачев [и др.] ; под ред. В. И. Меденникова. – Москва, 2025. –

2. Едигарян, А. С. Устойчивое развитие сельских территорий: интеграция экономики, экологии и социума / А. С. Едигарян, В. С. Стахеев, Р. А. Наш // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. – 2025. – № 5. – С. 55–61. – DOI 10.47576/2949-1894.2025.5.5.008.

3. Кирилова, О. В. Информационные технологии в цифровой экономике сельского хозяйства : учебное пособие / О. В. Кирилова. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – 119 с.

4. Кузьменко, И. П. Информационные технологии в АПК : учебник / И. П. Кузьменко. – Ставрополь : АГРУС, 2024. – 124 с.

5. Леушкина, В. В. Зелёная трансформация и цифровизация сельских территорий как основа устойчивого развития региональной экономики / В. В. Леушкина, В. В. Переидских // Информатика. Экономика. Управление. – 2025. – Т. 4, № 4. – С. 4001-4007. – DOI 10.47813/2782-5280-2025-4-4-4001-4007.

6. Проскура, Н. В. Устойчивое развитие сельских территорий: цифровая трансформация : монография / Н. В. Проскура. – Княгинино : НГИЭУ, 2024. – 207 с. – ISBN 978-5-91592-123-7.

7.Сальников, С. Г. Цифровая трансформация российского села в 2023-2024 гг. : монография / С. Г. Сальников, Н. Ю. Тухина, М. В. Горбачева, М. В. Селина. – Москва, 2026. – 244 с. – DOI 10.18720/SPBPU/2/z26-2.

8. Хвалей, Д. В. Управление цифровым потенциалом сельской местности (на материалах Северо-Западного федерального округа) : диссертация … кандидата географических наук : 1.6.13 / Хвалей Дарья Владимировна. – Калининград, 2025. – 201 с.

9. Шиндина, А. В. Градостроительный кодекс как основа устойчивого развития России / А. В. Шиндина // Аграрное и земельное право. – 2025. – № 6. – С. 71–75. – DOI 10.47643/1815-1329_2025_6_71.

УДК 378.147:004.942:631

ИНТЕГРАЦИЯ VR В АГРАРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ УЧЕБНО-ИНФОРМАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА

И.М. Котельникова, канд. пед. наук,
заместитель директора по учебной работе,
Т.А. Сатунина, канд. эконом. наук,
заместитель директора по научно-методической работе
ГАПОУ «Чистопольский сельскохозяйственный техникум им. Г. И. Усманова», г. Чистополь, Республика Татарстан
satuninatatalex@mail.ru

Аннотация. Внедрен учебно-информационнй комплекс на базе иммерсивных технологий.

Abstract. An educational and information system based on immersive technologies has been implemented.

Ключевые слова: интеграция, аграрное образование, комплекс.
Keywords: integration, agricultural education, complex.

Актуальность. Современные требования к качеству подготовки специалистов сельского хозяйства предполагают активное внедрение цифровых технологий, обеспечивающих формирование профессиональных компетенций в условиях, максимально приближённых к реальным.

В 2024–2025 году в ГАПОУ «Чистопольский сельскохозяйственный техникум им Г.И. Усманова» разработан и внедрен проект «Апробация виртуальных симуляторов в подготовке к профессиональной деятельности в сельском хозяйстве» как часть мероприятий Государственной программы развития сельского хозяйства, направ-

ленный на развитие практических навыков и обновление образовательных программ подготовки кадров. Финансовое обеспечение проекта осуществлялось за счет средств из бюджета Республики Татарстан, предоставленных в рамках господдержки научных исследований и разработок в сфере агропромышленного комплекса [2].

Цель проекта – разработка, апробация и внедрение учебно-информационного комплекса на базе VR-технологий для повышения качества подготовки студентов по специальности 35.02.16 «Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования».

Гипотеза исследования: внедрение виртуальных симуляторов в процесс изучения профессиональных дисциплин повышает качество освоения учебного материала студентами [1].

Объект исследования – компонентный состав и ресурсная база учебно-информационного комплекса на основе VR-технологий; предметно-понятийный аппарат, декомпозиция компонентов и алгоритм внедрения виртуальных симуляторов [3].

В работе использованы теоретические (анализ литературы), эмпирические (наблюдение, тестирование, экспертная оценка), экспериментальные (констатирующий и формирующий эксперименты) и статистические методы обработки данных [4].

Новизна обусловлена систематизацией ключевых понятий, проектированием профессионально-ориентированной программы, включающей VR-тренажёры для воспроизведения реальных производственных сценариев в агропромышленном комплексе, и предложением авторской методики диагностики уровня освоения студентами hard и soft skills [7].

Результаты работы

В рамках проекта решены ключевые задачи: исследованы теоретические аспекты эффективности VR-симуляторов; разработана дорожная карта внедрения тренажёров; сформировано техническое задание с оценкой требований к оборудованию; определены трудоёмкость симуляционного обучения и перечень формируемых компетенций; выявлены педагогические условия эффективного применения тренажёров [5]. Комплекс апробирован на экспериментальной площадке ГАПОУ «Чистопольский сельскохозяйственный техникум им. Г. И. Усманова» в партнёрстве с АО «Республиканский информационно-вычислительный центр».

Разработанные VR-модули охватывают типовые профессиональные задачи и включают следующие сценарии: общие положе-

ния; общий вид и составные части комбайна; органы управления и приборы; навешивание и регулировка жатки; работа на тракторном агрегате с настройкой машин на пахотном и посевном комплексах. Реализованы профессии «механизатор-комбайнер» и «тракторист-машинист» с моделированием управления техникой, использования органов управления и выполнения основных операций в соответствии с производственными сценариями.

Результаты выполнения показателей гранта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Выполнение показателей гранта

Наименование выполненных работ	Показатели
Подготовлены технические задания и сценарии для VR-симуляторов	Сценарии обеспечивают моделирование ситуаций и варианты действий пользователя при управлении и обслуживании сельхозтехники; представлены 6 модулями
Разработка дизайн-концепции VR-тренажёров	Профессии для разрабатываемых VR-тренажёров: 1. механизатор-комбайнер; 2. тракторист-машинист. Операции: моделирование управления, использования органов управления, выполнения операций.
Разработка системы балльной оценки	4 уровня оценки: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»
Разработка оценки освоения hard и soft skills	Оценка построена по матричному принципу: 5 критериев (коммуникация, работа в команде, лидерство, решение проблем, критическое мышление), каждый содержит 4 показателя. Все показатели оцениваются по трёхуровневой шкале: высокий (5 баллов), средний (3 балла), низкий (1 балл)
Разработаны программные комплексы в формате учебных тренажёров на основе VR	Настройка параметров: «время суток», «звук», «таймер», «шкала прогресса»
Поставлены станции и шлемы VR	5 шлемов VR, тренажёрный комплекс 1
Программа ДПО для педагогического состава	Обучено 15 преподавателей по программе «Интенсификация образовательного процесса на основе применения симуляторов виртуальной реальности»
Апробация виртуальных симуляторов	Проведена в рамках учебных занятий и учебной практики
Публикация научных исследований	5 публикаций (1 ВАК и 4 РИНЦ)

Апробация проводилась с обучающимися по специальности 35.02.16 на теоретических, практических, лабораторных занятиях и во время учебной практики. Результаты исследования используются при проведении теоретических и практических занятий, учебной практики, профориентационной работы в агроклассах, а также для самостоятельной работы студентов.

Заключение

Внедрение учебно-информационного комплекса на базе иммерсивных технологий позволило систематизировать процесс формирования профессиональных и надпрофессиональных компетенций, обеспечить объективную оценку результатов обучения и повысить мотивацию студентов. Дальнейшее развитие проекта предполагает расширение линейки VR-модулей, интеграцию с цифровыми образовательными платформами и тиражирование опыта в других образовательных организациях СПО аграрного профиля.

Список использованной литературы

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 35.02.16 Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования: приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 14.04.2022 № 235 (зарегистрирован в Минюсте России 24.05.2022 № 68567).
2. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.09.2022 № 2567-р.
3. Азевич, А. И. Модели использования иммерсивных технологий обучения в деятельности учителя информатики / А. И. Азевич // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 152–161.
4. Гуцыкова, С. В. Метод экспертных оценок. Теория и практика / С. В. Гуцыкова. - Москва, 2011. – 114 с.
5. Дроздов, В. Б. Использование тренажёров с мультимедийными технологиями при изучении сельскохозяйственных машин / В. Б. Дроздов, А. Н. Зеленин // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 12-1 (91). – С. 31–35.
6. Легостаев, Б. Л. Организация педагогического оценивания обучающихся с использованием технологий виртуальной реальности: дис. канд. пед. наук / Б. Л. Легостаев. – 2021. – 126 с.
7. Маргарян, А. Г. Соотношение soft и hard skills в компетенциях работника / А. Г. Маргарян // Вестник науки. – 2019. – Т. 1, № 12 (21). – С. 214–216. – ISSN 2712-8849. – URL: (дата обращения: 07.02.2025).

УДК 378.018:63

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕРМИНОСИСТЕМЫ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ АГРАРНЫХ ВУЗОВ: ИНТЕГРАЦИЯ ЯЗЫКОВЫХ И ПРОФИЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

В.В. Маслов, канд. пед. наук, доцент кафедры русского языка как иностранного и общетеоретических дисциплин,
И.Н. Сычева, канд. с.-х. наук,
доцент кафедры частной зоотехнии,
В.В. Чекмарев аспирант кафедры частной зоотехнии
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация
V.Maslov@rgau-msha.ru

Аннотация. Описано формирование терминосистемы в обучении иностранных студентов аграрных вузов.

Abstract. The formation of a terminological system in the training of international students at agricultural universities is described.

Ключевые слова: обучение, студенты, аграрный, дисциплина.

Keywords: education, students, agricultural, discipline.

Актуальность

Актуальность исследования определяется необходимостью обеспечить полноценное включение иностранных студентов в русскоязычную образовательную и профессиональную среду аграрного вуза. Увеличение объёма специальной информации, цифровизация агропроизводства и междисциплинарный характер современных аграрных задач повышают требования к точности понимания и употребления профессиональной лексики. Недостаточное владение терминологией затрудняет работу с учебно-научными текстами, восприятие лекционного материала и участие в практических занятиях. Проблема имеет методическое значение, поскольку традиционное предъявление терминов в виде тематических списков не формирует представления об их понятийных, семантических и функциональных связях. Для иностранного студента важно не только соотнести слово с переводом или определением, но и использовать его в профессиональных ситуациях. В этой связи интеграция РКИ с профильными дисциплинами рассматривается как условие формирования устойчивой терминологической компетенции [1; 4; 7].

Результаты исследований

В результате теоретико-методического исследования уточнено содержание профессиональной терминосистемы иностранного студента аграрного вуза. Установлено, что её формирование предполагает одновременное освоение четырёх взаимосвязанных компонентов: понятийного содержания термина, его языковых характеристик, внутрисистемных связей и способов употребления в учебно-профессиональной коммуникации. Это позволяет рассматривать терминологическую компетенцию как часть профессионально-коммуникативной компетенции, а не как изолированный лексический навык [6].

Показано, что междисциплинарная терминологическая карта обеспечивает согласование предметного содержания, языковых моделей и практических заданий. Такая организация создаёт условия для систематического повторения терминов, перехода от рецептивного понимания к активному употреблению и объективизации текущего контроля.

Практическая значимость результатов состоит в возможности использовать предложенную модель при подготовке учебных материалов по РКИ для агрономических, ветеринарных, инженерных и других аграрных направлений [3].

1. Терминосистема как основа профессионально-коммуникативной подготовки

В терминоведении терминосистема понимается как организованная совокупность единиц, отражающая систему понятий определённой области знания [2; 5]. Для аграрной сферы характерны тематическое разнообразие и взаимосвязь предметных областей: растениеводства, почвоведения, ветеринарии, зоотехнии, агроинженерии, биотехнологии, экономики агропроизводства. Иностранный студент должен соотносить термин со специальным понятием, видеть его место в иерархии и уметь использовать его в научном и профессиональном контексте.

Сложность усвоения обусловлена многозначностью и специфической сочетаемостью единиц. Например, «посев» обозначает действие и его результат, а в биотехнологическом контексте – культуру микроорганизмов. Термин «урожайность» осваивается не только через определение, но и через модели «повысить урожайность», «урожайность зерновых культур», «высокая урожайность». Следо-

вательно, терминологическая компетенция включает понимание значения, знание сочетаемости и словообразовательных связей, способность распознавать связи между понятиями и продуктивно применять термин в речи [5].

2. Интеграция языковой и профильной подготовки

Существенной проблемой остаётся разрыв между языковой и предметной подготовкой: программа РКИ бывает общей для студентов разных направлений, тогда как профильная терминология значительно различается. В аграрном вузе в одной группе могут учиться будущие агрономы, ветеринары, зоотехники, инженеры и экономисты. Это требует согласованного отбора базовой и профильной лексики с учётом этапа освоения специальности.

Интеграция не означает замену занятия по РКИ занятием по специальности. Преподаватель профильной дисциплины определяет содержание и иерархию понятий, а преподаватель РКИ обеспечивает их языковое освоение. Такая логика соответствует предметно-языковому интегрированному обучению, в котором содержание и язык осваиваются во взаимосвязи [3].

Рабочая последовательность может быть представлена так: *профильная дисциплина → базовые понятия → терминологический минимум → языковая обработка → речевая практика → применение в учебно-профессиональной ситуации*. Повторное появление единицы в разных контекстах делает её частью активного словаря и поддерживает устойчивость усвоения.

3. Этапы формирования профессиональной терминосистемы

Первый этап – отбор терминологического минимума. Он проводится с учётом функциональной значимости единиц для понимания базовой дисциплины, а не только их частотности. Для направления «Агрономия» такой минимум может объединять слова «растение», «почва», «агротехнология», «результат» и «природные факторы»: культура, сорт, гумус, плодородие, посев, удобрение, орошение, урожайность, засуха.

Второй этап – семантизация. Значение раскрывается через определение, профессиональный контекст, визуальную опору и сопоставление с известными понятиями. Например: «урожайность – количество сельскохозяйственной продукции, получаемой с единицы площади». Затем термин включается в контекст: «Повыше-

ние урожайности зерновых культур зависит от качества семенного материала и состояния почвы».

Третий этап – установление внутрисистемных связей. Понятийные карты помогают увидеть отношения: почва → плодородие → гумус → минеральный состав → влажность → обработка почвы → урожайность.

На четвёртом этапе термин включается в возрастающий по сложности контекст – от словосочетания к предложению, микротексту и самостоятельному высказыванию.

На завершающем этапе студент описывает технологический процесс, объясняет результаты опыта, участвует в профессиональном диалоге. Тем самым термин становится средством профессионального действия, а не объектом механического запоминания [7].

4. Междисциплинарная терминологическая карта

Согласованность тематики занятий обеспечивает преемственность терминологической работы. Если на профильной дисциплине изучается почвенное плодородие, на занятии по РКИ целесообразно отрабатывать термины «питательные вещества», «минеральные и органические удобрения» и модели научного описания. Пример карты представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Фрагмент междисциплинарной терминологической карты

Термин	Профильная дисциплина	Языковая модель	Практическое задание
урожайность	растениеводство	повышать урожайность	проанализировать показатели
плодородие	почвоведение	повышать плодородие	описать состояние почвы
орошение	мелиорация	проводить орошение	описать технологию
сорт	селекция	выращивать сорт	охарактеризовать сорт

Карта делает учебные цели прозрачными: профильный преподаватель задаёт понятийную основу, а преподаватель РКИ предлагает языковые модели и задания. Электронные словари, карточки интервального повторения и интерактивные тесты могут поддержать систематизацию и самостоятельную работу, однако они не заменяют методически организованной контекстной практики [6].

5. Оценка терминологической компетенции

Современная лингводидактическая модель формирования терминологической компетенции также предполагает поэтапное освоение терминологии и её последующее использование в профессионально ориентированной коммуникации [7].

Результат работы – терминологическая компетенция как компонент профессионально-коммуникативной компетенции. Её когнитивный аспект связан с пониманием термина и его места в системе понятий; лингвистический – с владением грамматическими и сочетаемостными характеристиками; коммуникативный – с использованием в устной и письменной речи; профессиональный – с решением учебно-практических задач.

Показательным является не только воспроизведение определения, но и функциональное употребление. Например, вместо вопроса «Что такое севооборот?» студенту предлагается объяснить, почему соблюдение севооборота способствует сохранению плодородия почвы. Такое задание требует установить причинно-следственные связи и построить логически организованное профессиональное высказывание. Оценивание может включать понимание терминов в тексте, соотнесение термина и понятия, употребление в словосочетании и самостоятельном сообщении, а также способность преобразовать информацию научного текста [1].

Заключение

Формирование терминосистемы у иностранных студентов аграрных вузов является необходимым условием их успешной учебно-профессиональной коммуникации. Эффективность достигается при переходе от фрагментарного запоминания слов к освоению системы понятий, речевых моделей и профессиональных действий.

Оптимальная модель включает отбор терминологического минимума, семантизацию, установление системных связей, контекстуализацию, коммуникативную практику и контроль. Интеграция РКИ с профильными дисциплинами обеспечивает повторное использование терминов в содержательно значимых ситуациях, облегчает понимание учебно-научных текстов и создаёт основу для дальнейшего профессионального общения. Перспективой дальнейшей работы является разработка специализированных терминологических минимумов для отдельных аграрных профилей.

Список использованной литературы

1. Азимов Э. Г., Щукин А. Н. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). М.: ИКАР, 2009. 448 с.

2. Гринёв-Гриневич С. В. Терминоведение. М.: Академия, 2008. 304 с.

3. Мачы Л. Ф. Китайские обучающиеся как целевая аудитория на занятиях по русскому языку как иностранному в российском вузе // Письма в Эмиссия.Оффлайн. 2025. № 9. С. 3586.

4. Самойлов Д. А., Сычева И. Н., Маслов В. В. К вопросу о формировании социально-педагогических мотивов обучения студентов аграрного вуза // Агрофорсайт. 2026. № 4. Саратов: ООО «ЦеСАин», 2026. С. 41–48.

5. Суперанская А. В., Подольская Н. В., Васильева Н. В. Общая терминология: вопросы теории. 6-е изд. М.: ЛИБРОКОМ, 2012. 248 с.

6. Сычева И. Н., Маслов В. В., Исламгулова Р. Р. Лингводидактическая модель формирования терминологической компетенции иностранных обучающихся горнодобывающего профиля в курсе русского языка как иностранного // Горная промышленность. 2026. № 4. С. 220–228.

7. Щукин А. Н. Методика преподавания русского языка как иностранного: учебное пособие. М.: Флинта, 2017. 508 с.

УДК: 631.004.8

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ БИТКОИНА И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АПК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Д.А. Колонденок[1], учредитель,
А.С. Воробей[2], докторант, канд. техн. наук, доцент,
А.Ф. Радейко[3], директор
[1]ООО «Дамика Про», г. Минск, Республика Беларусь,
[2]РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Республика Беларусь,
[3]ООО «РАФ Монтаж», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Направление биткоина на искусственный интеллект это новая эпоха в сфере развития энергетической и финансовой революция. Для АПК Республики Беларусь, например, для тепличных комбинатов эта технология позволит значительно сократить затраты на элекроэнергию, что в свою очередь позволит принести дополнительную прибыль тепличным комбинатам и другим сферам, где электроэнергия и тепло расходуются 24 часа и 7 дней в неделю.

Annotation. Direction bitcoin to artificial intelligence it a new era in sphera to development energetic and finance revolution. For APK the Republic of Belarus, for example, for greenhouses plants it technology will allow significantly reduce expenses for electroenergy, what in turn will allow additional profit greenhouses plants and another spheras, where electroenergy and warmly spending 24 houses and 7 days in a week.

Ключевые слова: биткоин, искусственный интеллект, майнинг, технология.

Key words: bitcoin, artificial intelligence, maining, technology.

Введение

Биткоин готов стать энергетической и финансовой основой революции искусственного интеллекта. Его Proof-of-work Mechanism – это мастерски преобразовательный движок, преобразующий RAW энергию в проверяемое значение - процесс, который идеально отражает то, как ИИ становится необузданным вычислением в синтетический интеллект. Такой подход смещает биткоин из конкурента в пособитель, финансирование и стимулирование самого роста ИИ [1].

Кульминацией этой эпохи станет наступление искусственного общего интеллекта (AGI), что неизбежно потребует собственной суверенной валюты – токенизированная единица познания. Переход от финансирования AGI с помощью биткоина к приобретению этих нативных устройств AGI-токены может отразиться с сейсмическим сдвигом Ethereum ICO 2014 года - одной из самых прибыльных капитальных организаций в истории (рисунок 1).



Рисунок 1 – Пример получения прибыли
от вырабатываемой энергии через биткоин

Основная часть

И биткоин, и ИИ – это двигатели цифровой продуктивности, преобразующие энергию в ценный цифровой выход.

Эти две силы теперь сливаются в самоусиливающийся двигатель (рисунок 2).

Майнинг биткоина стратегически строит и финансирует развитие энергоёмких дата-центров.

Эти идентичные возможности затем используются для размещения высокопроизводительных вычислений (HPC) энергии, жизненно важной для ИИ.

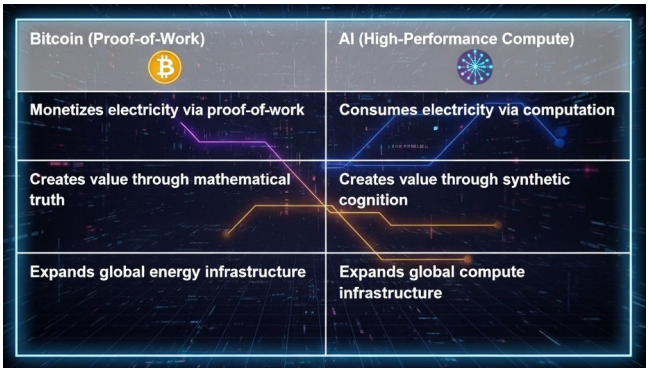


Рисунок 2 – Алгоритм функционирования Биткоина и искусственного интеллекта

Резкий рост спроса на ИИ стимулирует огромные инвестиции в новые энергетические ёмкости – именно тот потенциал, который Биткоин предназначен для монетизации и стабилизации.

Результат: мощный цикл, где Биткоин напрямую финансирует физическое и энергетическое развитие самого интеллекта.

Данные технологии полезны в АПК там, где электроэнергия вырабатывается в больших количествах, например тепличные комбинаты.

Заключение

Биткоин обеспечивает построение энергетического капитала построением AGI. Когда ИИ будет реализован, он будет требовать собственного когнитивного капитала – нативной бухгалтерской книга для учёта и обмена разведданными.

Точно так же, как ранние пользователи направляли Bitcoin для финансирования программируемых средств Ethereum для нового поколения, вероятно, отправит Bitcoin для финансирования программируемой мысли. Этот **момент с ICO проекта AGI станет ключевым событием в создании главного центра XXI века**.

Список использованной литературы

1. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2026. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org. – Дата доступа: 17. 09. 2026 г.

УДК 37.018.8, 355.235.214

АНАЛИЗ СООТВЕТСТВИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПОТРЕБНОСТЯМ СТУДЕНТОВ

В.В. Масич[1], д-р пед. наук, профессор,
И.В. Шараева[2], аспирант, старший преподаватель
[1]Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь
[2]Витебский государственный университет имени П. М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь
sharaevaiv@yandex.ru

Аннотация. в статье сопоставлено содержание дисциплины «Информационные технологии» с профессиональными запросами студентов направления «Производство продукции растительного происхождения». Анализ базируется на результатах анкетирования, в ходе которого выявлено отношение студентов к роли цифровых компетенций в их будущей профессиональной работе. Анализ указывает на необходимость пересмотра методики преподавания и перехода от развития базовой компьютерной грамотности к формированию профессионально-ориентированных цифровых компетенций у будущих специалистов сельского хозяйства.

Abstract. The article compares the content of the "Information Technologies" discipline with the professional needs of students in the "Production of Plant-Based Products" field. The analysis is based on the results of a survey that revealed students' attitudes towards the role of digital competencies in their future professional work. The analysis indicates the need to revise the teaching methodology and shift from developing basic computer literacy to fostering professionally oriented digital competencies among future agricultural specialists.

Ключевые слова: информационные технологии, цифровые компетенции, учебная программа, студенты сельскохозяйственных специальностей.

Keywords: information technology, digital competencies, curriculum, students of agricultural specialties.

Введение

В современных условиях, высокоскоростного развития технологий, цифровая компетентность является обязательной частью профессиональной подготовки студентов. Традиционно основным учебно-нормативным документом при подготовке специалистов служит учебная программа. Учебная программа выполняет прогностическую, информационную, организационно-деятельностную, контрольно-диагностическую и оценочную функции [1].

Структура современных учебных программ состоит из следующих элементов:

– цели и задачи изучения дисциплины в соответствии с общими целями образовательной программы;

– требования к уровню освоения программы, формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине;

– содержание дисциплины и его структурирование по видам учебных занятий с указанием их объемов в часах;

– учебно-методическое обеспечение дисциплины, включает перечень основной и дополнительной литературы, методические рекомендации преподавателю и методические указания студентам.

Проблема качества учебно-программной документации остается актуальной, «неограниченная свобода вузов в определении содержания подготовки специалистов (составлении учебных планов), а преподавателей – в построении содержания и методики преподавания учебных дисциплин зачастую приводит к ухудшению качества программ и снижению эффективности преподавания учебных дисциплин» [1, с. 631].

Целью данного исследования было выявить степень соответствия учебной нагрузки тематических модулей дисциплины «Информационные технологии» порядку значимости цифровых компетенций, выбранных студентами в качестве наиболее важных.

Основная часть

Под цифровой компетентностью, понимается интегративное качество личности, проявляемое в деятельности с использованием цифровых технологий. «Цифровая компетенция является частью цифровой компетентности. Цифровая компетенция представляет собой внутреннее когнитивное образование, которое актуализируется затем в использовании цифровых технологий. В то время как, цифровая компетентность является личностным образованием, формирующимся на базе цифровой компетенции» [2].

Нами были выделены следующие цифровые компетенций (ЦК): 1 – уметь эффективно искать информацию в сети, определять критерии отбора информации, умение выстраивать запросы в браузере; 2 – иметь навыки верификации информации различными способами: проверка информации с сайта в других авторитетных источниках, оценка репутации сайта, нахождение информации об авторе (источнике) материала; 3 – работать с данными в табличном процессоре, выполнять вычисления по формулам, строить диаграммы и графики; 4 – уметь создавать электронные презентации; 5 – уметь формализовать информацию для сохранения в базах данных; 6 – уметь работать в текстовом редакторе; 7 – уметь создавать сложный документ с заголовками, оглавлением, сносками, ссылками,

таблицами, формулами; 8 –уметь обрабатывать изображения в графическом редакторе; 9 – уметь работать с видео и звуковыми файлами; 10 – уметь осуществлять электронный документооборот в соответствии с правилами, принятыми в организации; 11 – уметь выполнять установку программного обеспечения; 12 – уметь подключать периферийные устройства (сканер, принтер) к персональному компьютеру; 13 – осуществлять синхронизацию устройств для обмена информацией; 14 – уметь разрабатывать веб-сайт; 15 – уметь создавать и управлять базами данных; 16 – уметь работать с программными решениями фирмы 1С; 17 – иметь навыки работы с языками программирования (Python); 8 – уметь применять искусственный интеллект для решения задач в сельском хозяйстве; 9 – иметь навыки продвижения сельскохозяйственной продукции в цифровом пространстве; 20 – уметь работать с сетевыми документами, предоставлять разный уровень доступа к документу (чтение, комментирование, редактирование), открывать доступ только ограниченному кругу лиц, комментировать сетевые документы, отправлять ссылку на сетевой документ другим участникам обсуждения; 21 – уметь работать с электронной почтой; 22 – уметь использовать возможности социальных сетей для профессионального развития; 23 – уметь использовать возможности социальных сетей для поддержки профессионального общения; 24 – знать и использовать правила и нормы цифровой этики при общении; 25 – знать законодательства и нормативно-правые документы в области сохранения персональных данных; 26 – уметь формировать положительный образ предприятия в цифровой среде с соблюдением прав всех участников производственных отношений [3].

Значимость выделенных цифровых компетенций для учебной и профессиональной деятельности студентов была определена методом анкетирования. В анкетировании участвовали 45 студентов второго курса специальности «Производство продукции растительного происхождения». В онлайн-анкетировании респонденты оценивали значимость цифровой компетенции для профессиональной деятельности, согласно уровням: низкому, среднему, высокому, исходя из собственных представлений. На основе результатов анкетирования студентов для каждой ЦК был рассчитан коэффициент значимости. Он определялся как отношение числа выборов «высокой значимости» к общему числу респондентов. На основе

полученных данных рассчитывалась средняя значимость ЦК для каждой темы модуля дисциплины, согласно распределению, представленному в таблице 1. В таблице 1 представлены следующие показатели: учебная нагрузка по модулям (учебные часы в процентах от общего времени), распределение выделенных ЦК по тематическим модулям дисциплины, а также средние значения значимости и готовности.

Таблица 1 – Распределение цифровых компетенций по тематическим модулям

Тематические модули дисциплины	Учебные часы, в % от общего времени	Цифровые компетенции (ЦК)	Средняя значимость ЦК (по мнению студентов)	Средняя готовность (самоанализ)
1. Системное ПО	3%	11, 12, 13	0,39	0,20
2. Прикладное ПО	62%	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	0,41	0,22
3. Программирование	3%	17	0,27	0,18
4. Технологии баз данных	14%	5, 15	0,57	0,27
5. Сетевые ИТ	7%	1, 2, 10, 14, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	0,48	0,32
6. Информационные системы (ГИС) и ИБ	3%	15, 16, 26	0,45	0,23
7. Технологии ИИ	7%	18	0,18	0,14

Заключение

Анализ результатов сопоставления учебной нагрузки на тематический модуль дисциплины со значимостью ЦК и уровнем владения позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, анализ распределение учебного времени показывает явное преувеличение модуля «Прикладное программное обеспечение» (офисные пакеты), на который приходится 62 % времени от общего количества часов. Средняя значимость данной группы цифровых компетенций (ЦК 3–10) составляет 0,41. Данный факт свидетельствует о том, что в учебной программе сохраняется приоритет базовых навыков работы с текстовыми и табличными процессорами, хотя студенты воспринимают эти компетенции как вспомогательные.

Во-вторых, наибольшее значение значимости зафиксировано у модуля «Технологии баз данных» (ЦК 5, 15) – 0,57, высокие пока-

затели по модулям сетевые технологии – 0,48 и информационные системы (ГИС/1С) – 0,45. Однако совокупная доля часов, выделяемая на эти три модуля, составляет 24 % учебного времени. Из этого следует, что наиболее востребованные с точки зрения цифровой трансформации АПК компетенции (работа с большим массивом данных, сетевое взаимодействие, специализированные программы) обеспечены малым академическим временем на изучение, что будет снижать практическую ценность подготовки студентов по дисциплине.

В-третьих, по всем тематическим модулям дисциплины наблюдается превышение показателя «значимость» над показателем «готовность». Самый большой разрыв по модулю «Технологии баз данных» и «Прикладное ПО». Это указывает на то, что студенты осознают потребности современного рынка труда в цифровых навыках и вместе с тем, уровень владения инструментарием информационных технологий невысок.

В-четвертых, наименьшее значение значимости у модуля «Технологии искусственного интеллекта» – 0,18, а также модуля «Программирования» – 0,27 при максимально низкой готовности (0,14 и 0,18 соответственно). Вероятно, это связано с абстрактностью представлений студентов о применении ИИ в сельском хозяйстве, с отсутствием специализированных курсов по программированию конкретных прикладных агрономических и зоотехнических задач. Данных факт требует пересмотра методики преподавания и обеспечения необходима объема практики для формирования соответствующих компетенций.

Таким образом, структура дисциплины «Информационные технологии» не в полной мере соответствует запросам студентов. Актуальной педагогической задачей становится переход от развития базовой компьютерной грамотности к специализированной цифровой подготовке будущего специалиста сельского хозяйства, основанной на интеграции специальных агробиологических знаний с цифровыми инструментами анализа данных и алгоритмизацией производственных процессов.

Список использованной литературы

1. Шингарева, М. В. Проблема качества учебно-программной документации по учебным дисциплинам в вузе / М. В. Шингарева, Ю. А. Атапина // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-

летию со дня рождения К.А. Тимирязева : Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 628–632.

2. Токарева, М. В. Цифровая компетенция или цифровая компетентность // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. – 2021. – № 4 (52) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-kompetentsiya-ili-tsifrovayakompetentnost/viewer (дата обращения: 06.08.2026)

3. Серебрякова, Н. Г. Реализация компетентностного подхода в преподавании учебной дисциплины «Информатика» для студентов непрофильных специальностей в контексте образовательных стандартов нового поколения / Н. Г. Серебрякова. // «Вышэйшая школа» : навукова-метадычны і публіцыстычны часопіс. Минск : РИВШ – 2024. – № 5. – С. 7–11. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bsu.by/handle/123456789/327921 (дата обращения: 19.08.2026).

УДК 371.322

ТРУДНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Е.А. Аверман, преподаватель специальных дисциплин,
С.Н. Кириллова, преподаватель специальных дисциплин
ГАПОУ «Чистопольский сельскохозяйственный техникум им. Г.И. Усманова», г. Чистополь, Республика Татарстан

Аннотация. Описаны трудности и перспективы цифровой трансформации образования.

Abstract. The challenges and prospects of the digital transformation of education are described.

Ключевые слова: цифровая трансформация, образование, перспективы.

Keywords: digital transformation, education, prospects.

Рынок труда жесток: хочешь иметь приличную работу и зарплату – продемонстрируй нанимателю конкретные навыки и умения.

Внедрение цифровых инструментов для использования информационных ресурсов, платформ и технологий, повышающих эффективность производства (точное земледелие, контроль вегетации, цифровое поле - стадо и т. п.), способствующих улучшению контроля и надзора, обеспечивающих эффективность управления.

Сегодня цифровые технологии – это ключ к формированию устойчивого агропромышленного комплекса, развитию сельских территорий, повышению эффективности фермерских хозяйств.

Основными аргументами в поддержку цифровизации сельскохозяйственного производства являются необходимости выполне-

ния следующих проблемных задач, связанных с нашим отставанием от передовых стран мира:

- увеличение количества и качества урожая;
- минимизация вложений капитала;
-снижение трудоемкости и повышение производительности сельскохозяйственного производства;
- уменьшение вредного воздействия на окружающую среду;
- снижение зависимости от человеческого фактора в сельском хозяйстве и девиации по урожайности.

Население мира растет. Через 30 лет человечеству понадобится в 1,7 раз больше продовольствия, чем оно производит сейчас. Для этого надо серьезно модернизировать сельское хозяйство.

Сельское хозяйство стоит на пороге «Второй зеленой революции». Эксперты оценивают, что благодаря технологиям точного земледелия, основанным на интернете вещей, может последовать всплеск урожайности такого масштаба, какого человечество не видело даже во времена появления тракторов, изобретения гербицидов и генетически изменённых семян.

Развитие компьютерной индустрии, появление широкого доступа к использованию глобальной системы позиционирования, а также успехи применения географических информационных систем (ГИС) привели к появлению новой стратегии точного земледелия. Эта стратегия направлена на реализацию главного принципа ресурсосбережения: увеличение выхода конечной продукции при неизменном сокращении материалоёмкости и потерь в производственном процессе путём применения достижений новейшей техники и технологий.

Агронавигатор повышает точность обработки поля сельскохозяйственной техникой и предотвращает появление необработанных или повторно обработанных зон и даёт возможность работать в ночное время, в условиях тумана, недостаточной видимости.

GPS-навигация снижает объемы использования пестицидов и уменьшает перекрытия. Если перекрытие снизилось с 10% до 5%, расход пестицидов также уменьшился на 5%. То же относится к удобрениям и семенам, поэтому использовать GPS экономически выгодно и безопаснее для окружающей среды.

Задачи, решаемые с помощью систем спутникового мониторинга в сельском хозяйстве:

Полный контроль над работой техники:

Вы знаете, где работает техника, во сколько она вышла в поле, по какому маршруту движутся грузовые автомобили, сколько времени работал двигатель в движении и на холостом ходу, в каком месте поля был включен выгрузной шнек и были ли в этот момент рядом с комбайном автомобили вашего предприятия.

Внедрение системы спутниковой навигации делает ситуацию с парком техники полностью предсказуемой и управляемой. Где бы вы ни находились, если у вас есть ноутбук и интернет, вы увидите, что делает ваша техника. Вы сможете оперативно принимать решения, основываясь на реальных данных, переданных бортовыми навигационными контроллерами. А ваши работники, чувствуя такой контроль, вольно или невольно становятся более дисциплинированными и ответственными.

Преимущества:

- Устанавливается на любой трактор (необходим только «прикуриватель»).

- Максимально используется ширина агрегата, сводятся к минимуму перекрытия соседних рядов.

- Исключаются пропуски между соседними рядами.

- Увеличивается коэффициент загрузки техники (возможность работы ночью).

- Обеспечивается возможность работы в условиях плохой видимости (пыль, туман).

- Повышается комфортность работы, снижается утомляемость водителя.

- Замер площади поля.

Навигация очень удобна для опрыскивания, которое лучше проводить ночью, когда нет солнца и испарения. При управлении опрыскивателем по внешним ориентирам, то есть без навигационных систем, до 4% посевов остаются необработанными, а еще 11% обрабатываются дважды. И если на 11% площади предприятие получит только убыток от перерасхода материалов, то потери от необработанных 4% могут быть намного больше. При обработке фунгицидами или инсектицидами такие «огрехи» могут негативно отразиться на урожайности не только необработанных участков, но и всего поля.

По данным одной фирмы, экономия затрат при использовании этой систем параллельного вождения может составлять 35%, или до 22 евро/га.

Казалось бы, это все, но кроме экономии топлива, минеральных удобрений, СЗР, уменьшения простоя техники и усталости механизатора, есть наиболее важных фактор – это повышение качества зерна.

В числе проблем, которые в настоящее время препятствуют развитию, эксперты указывают:

- ✓ нехватку у профильных специалистов научно-практических знаний о современных агротехнологиях и методологии;
- ✓ недостаток у аграриев финансовых возможностей для закупки новой техники, оборудования и платформ;
- ✓ цифровое неравенство, которое выражается в отсутствии в малочисленных населенных пунктах доступа к мобильной связи и Интернету;
- ✓ иностранное происхождение большинства ресурсов, используемых в России для коммуникации и организации цифровых сервисов.

Все мы знаем выражение; **«Владеешь информацией – владеешь Миром».**

Это выражение очень точно передает необходимость своевременности информации и доведения ее до потребителя. Остановимся на этом подробно.

Набор техники для сельского хозяйства говори о том, что не каждое крупное и экономически благополучное хозяйство в состоянии его иметь. В том числе в учебном заведении. И здесь получается сразу две проблемы:

1. Учебное заведение не может обучать своих студентов на современной технике как отечественного, так и зарубежного производства.
2. Студенты не имеют возможности практиковаться на данной технике даже тогда, когда они проходят практику в хозяйствах района. Потому, что не во всех хозяйствах имеется такая техника, но если она есть, то ему не позволят на ней работать. Велика стоимость машины и нет опыта в эксплуатации данной машины.

Точное земледелие – это современный высокотехнологичный уровень развития земледелия и растениеводства, основанный на

применении цифровых методов и геоинформационных систем. Точное земледелие основано на общих знаниях традиционного и адаптивноландшафтного земледелия и включает новые подходы современных достижений механизации растениеводства. Основная цель внедрения системы точного земледелия, как технологии растениеводства – это повышение рентабельности сельскохозяйственного производства путем получения высоких урожаев и продукции растениеводства требуемого качества при снижении затрат на производство и при снижении отрицательной экологической нагрузки на агроэкосистемы.

Список использованной литературы

1. Алетдинова А.А. Инновационное развитие аграрного сектора на основе цифровизации и создания технологических платформ // Инновационный журнал. 2017. №4 С. 11–15.

УДК 657:004:338.43

РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЦИФРОВИЗАЦИИ УЧЕТА ЗАТРАТ В СУБЪЕКТАХ АГРОБИЗНЕСА

А.Б. Исомухамедов, преподаватель

Наманганский государственный технический университет, г. Наманган, Республика Узбекистан

Аннотация. В исследовании предложена модель, основанная на интеграции учетных, цифровых, аналитических, управленческих и контрольных компетенций.

Abstract. The study proposes a model based on the integration of accounting, digital, analytical, managerial, and control competencies.

Ключевые слова: развитие, компетенции, цифровизация, агробизнес.

Keywords: development, competencies, digitalization, agribusiness.

Актуальность

Устойчивое развитие агропромышленного комплекса требует не только внедрения современных цифровых технологий в производственные процессы, но и совершенствования системы формирования, обработки экономической информации и принятия управленческих решений. В деятельности субъектов агробизнеса оперативная и достоверная информация о затратах имеет важное значение для определения себестоимости продукции, оценки эффективности использования ресурсов, бюджетирования и прогнозирования финансовых результатов.

В Узбекистане цифровизация сельского хозяйства становится одним из приоритетных направлений. ФАО совместно с Министерством сельского хозяйства Республики Узбекистан разработала Национальную программу действий по цифровизации сельского хозяйства [1]. Поэтому цифровая трансформация требует не только внедрения новых технологий, но и формирования профессиональных компетенций специалистов, способных применять их в практической деятельности.

В сфере бухгалтерского учета современный специалист не ограничивается обработкой первичных документов и регистрацией хозяйственных операций. Он должен обладать компетенциями в области анализа данных, использования цифровых информационных систем, контроля затрат, выявления отклонений и подготовки управленческих решений. В материалах IFAC использование информационно-коммуникационных технологий рассматривается как важная техническая компетенция профессионального бухгалтера [2].

Цель исследования состоит в определении необходимых профессиональных компетенций специалистов бухгалтерского учета в условиях цифровизации учета затрат в субъектах агробизнеса и разработке практической модели их формирования.

Результаты исследования

Особенности учета затрат в субъектах агробизнеса характеризуются сезонностью производства, зависимостью от биологических и природных факторов, различиями в расходовании ресурсов по стадиям производства, а также формированием затрат в различных центрах ответственности. В таких условиях использование только традиционных методов учета ограничивает возможности оперативного формирования информации, необходимой для управления.

Цифровая система учета позволяет объединить в единой информационной среде процессы сбора первичных данных, классификации затрат, их группировки по центрам затрат, сопоставления плановых и фактических показателей и отражения результатов в управленческой отчетности.

В исследованиях ФАО отмечается, что цифровые и автоматизированные решения способны повысить эффективность, производительность и устойчивость сельского хозяйства, а недостаток цифровых знаний и навыков является одним из препятствий для внедрения таких технологий [3]. На этой основе предлагается фор-

мировать компетенции специалиста по цифровизации учета затрат в субъектах агробизнеса по пяти взаимосвязанным блокам.

Таблица 1 – Профессиональные компетенции специалиста по цифровизации учета затрат в агробизнесе

Блок компетенций	Основное содержание	Практический результат
Учетная	Признание, классификация и оценка затрат, калькулирование себестоимости	Достоверная информация о затратах
Цифровая	Электронные документы, базы данных и учетные информационные системы	Автоматизация учетных процессов
Аналитическая	Сопоставление плановых и фактических затрат, выявление отклонений	Контроль и анализ затрат
Управленческая	Бюджетирование, прогнозирование и управленческая отчетность	Информационное обеспечение решений
Контрольная	Оценка достоверности цифровых данных и внутреннего контроля	Повышение качества учетной информации

В предлагаемом подходе процесс подготовки специалиста ориентируется не на изолированное усвоение теоретических знаний, а на практическое выполнение непрерывной цепочки «данные – учет – анализ – контроль – управленческое решение».

Для этого целесообразно использовать цифровую практическую модель: сбор первичных данных в цифровой форме → классификация затрат по экономическим элементам и статьям калькуляции → отнесение затрат к центрам затрат → расчет себестоимости продукции → сопоставление плановых и фактических показателей → определение величины и причин отклонений → формирование аналитического отчета → разработка управленческого решения.

Основное отличие модели состоит в том, что студент или специалист участвует во всем процессе от формирования исходных данных до подготовки конечного управленческого решения. Например, при превышении материальными затратами бюджетного показателя необходимо определить не только сумму перерасхода, но и центр возникновения затрат, влияние цены или количества ресурсов, влияние на себестоимость продукции и необходимые корректировки бюджета следующего периода.

Таблица 2 – Этапы формирования компетенций в области цифровизации учета затрат

Этап	Выполняемая задача	Формируемая компетенция
1. Сбор данных	Формирование первичных документов в электронной форме	Работа с цифровой информацией
2. Учет	Классификация затрат и отражение в регистрах	Учетная компетенция
3. Анализ	Выявление отклонений «план–факт»	Аналитическая компетенция
4. Контроль	Определение причин отклонений и контрольных точек	Контрольная компетенция
5. Прогнозирование	Оценка затрат будущего периода	Аналитическая и цифровая компетенции
6. Принятие решения	Предложения по оптимизации затрат	Управленческая компетенция

Данный подход может быть интегрирован в практические занятия по дисциплинам «Бухгалтерский учет», «Управленческий учет», «Бухгалтерские информационные системы» и «Аудит». Целесообразно комплексно использовать электронные таблицы, базы данных, средства визуальной аналитики и автоматизированные учетные системы.

Согласно IES 2 IFAC, будущий профессиональный бухгалтер должен понимать влияние информационно-коммуникационных технологий на бизнес-модель, анализировать данные с использованием ИКТ, применять ИКТ для повышения эффективности систем организации и анализировать процессы и средства контроля ИКТ [4]. В материалах ФАО также отмечается, что использование цифровых технологий и искусственного интеллекта в сельском хозяйстве расширяет возможности принятия решений на основе данных [5].

Заключение

Цифровизация учета затрат в субъектах агробизнеса формирует новые требования к профессиональным компетенциям специалистов. Современный бухгалтер наряду с учетом затрат должен обладать навыками обработки цифровых данных, их анализа, выявления отклонений между плановыми и фактическими показателями, контроля, прогнозирования и обоснования управленческих решений.

В исследовании предложена модель, основанная на интеграции учетных, цифровых, аналитических, управленческих и контрольных компетенций. Для ее внедрения рекомендуется использовать практические задания, построенные на цепочке «данные – учет – анализ – контроль – управленческое решение». Такой подход позволяет объединить теоретические знания с практическими цифровыми навыками и усилить подготовку специалистов в области управления затратами субъектов агробизнеса.

Список использованной литературы

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO presents the National Programme of Action for the Digitalization of Agriculture in Uzbekistan. Rome: FAO, 2024.

2. International Federation of Accountants. Information and Communications Technologies: Non-Authoritative Learning Outcomes. New York: IFAC, 2019.

3. McCampbell M. Agricultural digitalization and automation in low- and middle-income countries: Evidence from ten case studies. FAO Agricultural Development Economics Technical Study No. 25. Rome: FAO, 2022.

4. International Federation of Accountants. IES 2: Initial Professional Development – Technical Competence. 2026 Edition. New York: IFAC, 2026.

5. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Digital Agriculture and AI Innovation. Rome: FAO, 2026.

6. Ceccarelli T., Chauhan A., Rambaldi G., Kumar I., Cappello C., Janssen S., McCampbell M. Leveraging automation and digitalization for precision agriculture: Evidence from the case studies. FAO Agricultural Development Economics Technical Study No. 24. Rome: FAO, 2022.

Научное издание

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АПК

Сборник научных статей
Международной научно-практической конференции

(*Минск, 29–30 октября 2026 года*)

В двух частях

Часть 2

Ответственный за выпуск *В. Б. Ловкис*
Компьютерная верстка *Н. Г. Серебряковой*

Подписано в печать 30.10.2026. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 21,86. Уч.-изд. л. 17,09. Тираж 30 экз. Заказ 650.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99–1, 220012, Минск