

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сборник научных трудов

Выпуск 11

В двух частях

Часть 1

Горки
Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия
2026

УДК 001.895:[631.152:657.1.011.54]

ББК 40.7

И66

Редакционная коллегия:

В. В. Гусаров (гл. редактор),

В. А. Левчук (отв. за выпуск),

В. В. Азаренко, В. С. Астахов, А. Н. Карташевич,

С. А. Плотников, В. А. Шаршунов, О. В. Гордеенко,

В. И. Коцуба, И. И. Сергеева, К. Л. Пузевич, М. В. Цайц

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *Л. В. Мисун*;

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *В. Н. Босак*

**И66 Инновационные решения в технологиях и механизации
сельскохозяйственного производства** : сб. науч. тр. : в 2 ч. /
редкол.: В. В. Гусаров (гл. ред.) [и др.]. – Горки : Белорус. гос.
с.-х. акад., 2026. – Вып. 11. – Ч. 1. – 270 с.

ISBN 978-985-882-848-6.

Представлены результаты научных исследований в области механизации
сельскохозяйственного производства.

Для научных сотрудников, преподавателей, студентов и практических ра-
ботников АПК.

УДК 001.895:[631.152:657.1.011.54]

ББК 40.7

ISBN 978-985-882-848-6 (ч. 1)

ISBN 978-985-882-847-9

© Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия, 2026

Секция 1. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

УДК 331.465

ЭЛЕКТРОТРАВМАТИЗМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ В УСЛОВИЯХ РОСТА ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

В. Г. АНДРУШ, канд. техн. наук, доцент

Е. В. ШЕЛЕГОВА, аспирант

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Современное сельское хозяйство характеризуется опережающим ростом уровня механизации и автоматизации технологических процессов, что сопровождается увеличением энергонасыщенности производственных систем, этот процесс ускорился в условиях цифровизации и внедрения технологий с искусственным интеллектом. Практически во всех отраслях агропромышленного комплекса активно используются электрифицированные машины, установки и оборудование, обеспечивающие выполнение работ по содержанию и обслуживанию животных, переработке сельскохозяйственной продукции, управлению микроклиматом и освещением производственных помещений [1–4].

Расширение сферы применения электротехнических средств одновременно приводит к росту количества потенциально опасных ситуаций, связанных с воздействием электрического тока. По статистике, электротравмы занимают значительную долю в структуре производственного травматизма на сельскохозяйственных предприятиях и нередко имеют тяжёлые последствия, вплоть до смертельных исходов.

Основная часть. По данным Госэнергонадзора в Республике Беларусь за 2024 г. было зафиксировано 41 несчастный случай поражения электрическим током среди персонала потребителей и населения (26 человек погибло, 19 человек получили травмы), что показало увеличение количества электротравм по сравнению с 2023 г. (35 человек пострадало, из них 18 погибло, 17 травмировано). Производственный электротравматизм за этот же период увеличился на 45 % – с 11 несчастных случаев в 2023 г. (5 из которых со смертельным исхо-

дом и 6 с тяжелым) до 16 несчастных случаев в 2024 г. (11 со смертельным исходом, 4 – с тяжелым) [5].

Причинами электротравматизма в быту часто является недооценка населением опасности электрического тока, недостаток знаний о его природе и способности причинять вред; несоблюдение правил пользования электрическими бытовыми приборами; личная неосторожность и невнимательность. Также большую роль играет улучшение материального состояния населения, которая обуславливает возможность приобретения различных электротоваров, электроинструмента (ручные электрические машины составляют 60–70 % всей линейки электрических мобильных машин) и электротехники отечественных и зарубежных производителей, в большом ассортименте представленных на современном рынке [6].

По данным Департамента охраны труда удельный вес происшествия – поражение электрическим током, повлекшим травмирование или гибель работников на производстве в 2024 г., составил 1,2 % от общего количества травмированных (1,5 % в 2023 г.) и 7,6 % от общего количества погибших (6,8 % в 2023 г.) (табл. 1) [7].

Таблица 1. Удельный вес происшествий, повлекших травмирование или гибель работников на производстве в 2023–2024 гг.

Происшествия, повлекшие травмирование или гибель работников на производстве	Травмированные				Погибшие			
	2023 г.		2024 г.		2023 г.		2024 г.	
	всего, чел.	уд. вес от их общего количества, %	всего, чел.	уд. вес от их общего количества, %	всего, чел.	уд. вес от их общего количества, %	всего, чел.	уд. вес от их общего количества, %
Всего	1850	100	1 849	100	117	100	105	100
Поражение электрическим током	27	1,5	22	1,2	8	6,8	8	7,6

Причинами производственного электротравматизма, согласно анализу обстоятельств и причин несчастных случаев, является невыполнение персоналом требований нормативных и технических правовых актов, устанавливающих правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок, в том числе ТКП 427-2022 «Электроустановки. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации» [6]. Нередки случаи смертельного и тяжелого электротравматизма среди ра-

ботников сельскохозяйственных организаций в охранной зоне воздушных линий электропередачи, связанные с несоблюдением требований Положения о порядке установления охранных зон электрических сетей, размерах и режиме их использования (утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21.11.2022 № 794).

В отдельных случаях электротравмирование и гибель работников, занятых выполнением сельскохозяйственных работ на открытых территориях, происходит в результате воздействия опасного и вредного фактора природного характера – удара молнии. С 2003 по 2023 г. на пастбищах Беларуси от удара молнии погибли 12 работников АПК [8].

По данным Департамента охраны труда преобладающим остается ряд причин, вызванных действиями самих травмированных работников, таких как нарушение трудовой и производственной дисциплины, инструкций по охране труда, нахождение в состоянии алкогольного опьянения. Процент травм, произошедших с работниками из-за их личной неосторожности, также остается неизменно высоким (табл. 2) [7].

Таблица 2. Удельный вес основных причин несчастных случаев (НС) со стороны потерпевших, произошедших в 2024 году, %

Наименование причины	Все НС	НС со смертельным исходом
Нарушение трудовой дисциплины, требований нормативных трудовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных правовых актов по охране труда	49,5	61,6
Личная неосторожность	35,35	–
Нарушение правил дорожного движения	4,06	4,9
Нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств, машин, механизмов, оборудования, оснастки, инструмента	3,5	9,4
Нахождение в состоянии алкогольного опьянения	3,1	16,8
Неприменение выданных средств индивидуальной защиты	2,9	2,4
Нарушение требований по охране труда потерпевших, являющихся должностным лицом	1,4	4,9
Нарушение правил пожарной безопасности	0,19	–

В связи с развитием электроэнергетики, а особенно после введения в эксплуатацию Белорусской АЭС, в стране, вследствие электрификации как сельскохозяйственных, так и других отраслей, происходит увеличение производственных мощностей, механизация и автоматизация технологических процессов, расширяется номенклатура применя-

емых отечественных электроустановок, внедряется зарубежная электротехника, происходит электронасыщение производства.

В 2024 г. потребление в стране электроэнергии составило 43,221 млрд кВт·ч, что составило прирост 5 % к значению 2023 г. – 41,113, и прирост 6,6 % к значению 2022 г. В 2025 г. предполагаемое потребление электроэнергии в стране составит 44,000 млрд кВт·ч, а к 2030 г. – 47,000 млрд кВт·ч, что говорит о поступательном росте [9].

Отрасль сельского хозяйства также не уступает в росте электропотребления. В стране вводятся в эксплуатацию производственные мощности (с 2010 г. количество молочно-товарных ферм с доильными залами и роботизированными комплексами увеличилось в 3 раза с 592 до 1 696 в 2025 г.) [10, 11].

В сельском хозяйстве за 2016–2020 годы выполнен показатель государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы – энерговооруженность труда в организациях, осуществляющих деятельность в области сельского хозяйства, которая составила 52,5 кВт при задании 52,2 кВт, в том числе в 2020 г. – 55,8 кВт при задании 55,2 кВт [6]. С 2020 г. данный показатель продолжил расти и в 2024 г. составил 63,3 кВт на одного работника [12].

Заключение. Внедрение инновационных технологий и расширение сферы их применения приводит к росту количества потенциально опасных ситуаций, связанных с увеличением техногенных рисков (отказы технических систем, ошибки операторов и персонала) и, следовательно, к увеличению вероятности контакта работников с источниками повышенной опасности.

Наиболее значимым фактором, определяющим уровень производственного травматизма, является человеческий фактор – недостаточная осведомленность, неприменение средств защиты, нарушение инструкций, усталость и неадекватная оценка риска. Анализ статистических данных по несчастным случаям показывает, что до 70 % травм происходят вследствие ошибок и неправильных действий работников.

В условиях цифровизации и внедрения энергоемких технологий (в том числе автоматизированных систем управления, датчиков контроля и электротехнических установок) возникает необходимость в научно обоснованной системе анализа и управления рисками травматизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андруш, В. Г. Охрана труда / В. Г. Андруш, Л. Т. Ткачева, Т. П. Кот. – Минск: РИВШ, 2021. – 620 с.

2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.

3. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексееenko, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.

4. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

5. В Беларуси в 2024 году зафиксирован 41 случай электротравматизма / [Электронный ресурс]: // БЕЛТА-новости. – Режим доступа: <https://belta.by/society/view/v-belarusi-v-2024-godu-zafiksirovan-41-sluchaj-elektrotravmatizma-703885> – Дата доступа: 18.11.2025.

6. О состоянии травматизма в энергоустановках потребителей за 2024 год и мерах по его предотвращению в 2025 году / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://sad-ruchey.osipovichiedu.gov.by/-20943.html>. – Дата доступа: 18.11.2025.

7. Департамент государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь [Электронный ресурс]: Информационные материалы к Всемирному дню охраны труда «Безопасная и здоровая рабочая среда – основополагающий принцип и право в сфере труда». – Режим доступа: <http://git.gov.by/ru/article/informacionnye-materialy-k-vseminomu-dnu-ohrany-truda-bezopasnaa-i-zdorovaa-rabocaa>. – Дата доступа: 18.11.2025.

8. Повышение защищенности животноводов в летне-пастбищный период / В. Г. Андруш, Н. Н. Жаркова, Е. В. Шелегова, Т. И. Ханда // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 11–15.

9. В минувшем году объем электропотребления в Беларуси составил рекордные 43 миллиарда кВт·ч [Электронный ресурс]: // Беларусь сегодня. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/energiya-s-polozhitelnym-zaryadom-.html?ysclid=mgf5ggz8dv4>. – Дата доступа: 18.11.2025.

10. Выбор наиболее перспективного решения летнего содержания скота в условиях современных молочно-товарных комплексов / В. Г. Андруш, Т. В. Молощ, С. А. Корчик [и др.] // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2024. – № 2 (53). – С. 3–8.

11. Влияние кормления коров на производство молока / Д. Ф. Кольга, Т. В. Молощ, С. А. Костокевич, В. Н. Босак // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2023. – № 3. – С. 13–18.

12. Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы: утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.02.2021 № 59 / [Электронный ресурс] // <https://mshp.gov.by/uploads/Files/prog/post59.pdf>. – Дата доступа: 18.11.2025.

Аннотация. Рассмотрены актуальные вопросы электробезопасности в сельском хозяйстве на фоне роста энергонасыщенности агропромышленного производства. Отмечено влияние роста механизации, внедрения современного электротехнического оборудования, человеческого фактора на уровень производственного травматизма.

Ключевые слова: электробезопасность, электротравматизм, сельское хозяйство, человеческий фактор, энергонасыщенность, производственный травматизм, механизация, охрана труда.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ РАБОТНИКОВ ХИМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Н. В. БАРБАСОВ, канд. с.-х. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Химия прочно вошла в нашу жизнь. Химические явления и реакции сопровождают человека с момента его рождения и до конца жизни. Сегодня нет ни одной сферы деятельности, ни одной отрасли промышленности, в которой химические процессы не занимали бы доминирующего положения. Химия и химические ремесла напрямую связаны с историей человечества, его культурой. Как в далеком прошлом, так и сегодня невозможно себе представить жизнь людей без материалов и химических веществ и материалов, лекарств, парфюмерии. Более того, все функции организма осуществляются при помощи химических реакций [1].

Основная часть. В состав химической отрасли входит большое количество промышленных производств, отличающихся как спектром действующих факторов, так и их интенсивностью. Наряду с высокоавтоматизированными производствами и испытаниями с преимущественным дистанционным управлением, отрасль включает также производства и аналитические исследования, связанные с применением ручного труда и постоянным контактом работающих с опасными и вредными производственными факторами [2–4].

Основными вредными и опасными производственными факторами на химических производствах и в научных химических лабораториях являются *химические*, представленные широким спектром вредных веществ, преимущественно II–IV классов опасности (кислоты, щелочи, соли, химические чистые элементы, перекиси, органические соединения и т. д.) и *физические* (тепловое, электромагнитное излучение, электрический ток, шум, вибрация, недостаточная освещенность, несоответствие параметров микроклимата, острые крошки, заусеницы и т. д.), а также *психофизиологические опасные и вредные производственные факторы* (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки, стрессы неблагоприятный психологический климат в коллективе, статические и динамические нагрузки, неудобное рабочее место и т. д.). Уве-

личение интенсивности воздействия факторов рабочей среды и трудового процесса обуславливает повышенный риск нарушения здоровья, что определяет необходимость разработки методических подходов к оценке и управлению профессиональными рисками [5–9].

Оценка профессионального риска может проводиться в рамках осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора, специальных гигиенических исследований с использованием материалов производственного контроля, социально-гигиенического мониторинга и специальной оценки условий труда.

Вероятность проявления негативных последствий тех или иных опасных и вредных производственных факторов является *риском*, который нуждается в доскональном анализе и изучении с целью выработки мероприятий по его минимизации и дальнейшему недопущению, а также выработке стратегии по управлению рисками с целью реализации системы управления охраной труда [10, 11].

Для оценки рисков работников химических лабораторий/центров применяется множество методов и методик. В своей статье Е. С. Гонтарь описал метод Файна-Кинни, основанный на учете вероятности возникновения события (фактора), тяжести последствий события (фактора) и времени воздействия события (фактора) [12].

Широко применяется оценка профессионального риска для здоровья работников химических производств по МР 2.2.0138-18 «Методические указания по оценке профессионального риска на химических производствах». Данный метод основан на оценке априорного (предварительного) и апостериорного (окончательного) профессионального риска и проводится в соответствии с Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» на основании результатов гигиенической оценки условий труда. При этом для оценки профессионального риска могут быть использованы результаты исследований, измерений факторов производственной среды, проведенных в рамках государственного санитарно-эпидемиологического надзора, производственного контроля, специальной оценки условий труда на рабочих местах, а также предметных гигиенических научных исследований. Целесообразно при этом использовать результаты измерений, исследований по данным многолетних наблюдений.

Особое внимание следует уделять изучению химического фактора, который представлен веществами I–IV классов опасности с различным характером действия на организм. При составлении перечня исследуе-

мых вредных веществ в воздухе рабочей зоны следует учитывать все химические вещества, используемые в технологическом процессе (сырье, промежуточные продукты, готовая продукция).

На основании количественной оценки профессионального риска проводят ранжирование рабочих мест по степени приоритетности разработки и внедрения мероприятий по управлению риском.

В соответствии с этим методом, при наличии у работников нескольких категорий риска по различным показателям (класс условий труда, профессиональная заболеваемость, профессионально обусловленная патология и др.) интегральную оценку профессионального риска рекомендуется проводить по наиболее высокому показателю.

Категории профессионального риска определяются путем сопоставления априорной и апостериорной оценок риска, которые являются основанием для выбора необходимых приоритетных мер по их снижению, которые включают в себя проведение организационно-технических (механизация и автоматизация процессов, замена вредных веществ менее вредными и безопасными, пылеподавление, кондиционирование воздуха, режимы труда и отдыха), санитарно-гигиенических (кондиционирование воздуха, обеспечение средствами индивидуальной защиты, смывающими и обеззараживающими средствами, постоянный мониторинг и контроль опасных и вредных производственных факторов) и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности и сохранение здоровья работников [4, 10, 13, 14].

Заключение. Оценка рисков в химической промышленности позволяет выявить наиболее опасные факторы и разработать стратегии их минимизации. Одним из обязательных условий оценки риска является систематическое информирование о риске работников и иных заинтересованных лиц. Важно продолжать совершенствовать систему охраны труда и использовать результаты оценки для предотвращения профессиональных заболеваний и травм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инженерная альма-матер большой химии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Статья о ХТФ АлтГТУ. – Дата доступа: 27.12.2025.
2. Саян, А. С. Правила безопасности при работе студентов в химической лаборатории УО БГСХА / А. С. Саян, Е. Л. Ионас // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 80–83.
3. Ушакова, А. В. Чрезвычайные ситуации техногенного характера на химически опасных объектах на примере ОАО «ГродноАзот» / А. В. Ушакова, А. А. Барановская,

Е. Л. Ионас // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 93–95.

4. ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора. Методические указания по оценке профессионального риска на химических производствах: МР 2.2.0138-18. – Москва: Роспотребнадзор, 2018. – 9 с.

5. Бараш, В. П. Обеспечение техносферной безопасности в современных условиях производства / В. П. Бараш, И. И. Сергеева // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 3–4.

6. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, Н. А. Невестенко [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.

7. Кондраль, А. Е. Организация и проведение работ с повышенной опасностью / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 50–53.

8. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

9. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.

10. НИИ медицины труда Российской академии медицинских наук. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: Р 2.2.1766-03 – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 24 с.

11. Сачивко, Е. В. Идентификация опасностей и оценка производственных рисков / Е. В. Сачивко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 95–96.

12. Гонтарь, Е. С. Оценка профессионального риска лаборанта химического анализа с использованием метода Fina-Kini / Е. С. Гонтарь // Весник науки. – 2025. – № 3 (84), т. 4. – С. 591–595.

13. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.

14. НИИ медицины труда Российской академии медицинских наук. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006-05. – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2005. – 144 с.

Аннотация. Рассмотрены основные опасные и вредные производственные факторы, воздействующие на работников химической отрасли, дано определения понятия «риск», применимое к химической отрасли. Рассмотрены методы оценки профессионального риска и алгоритмы оценки данного риска, расчета и его категорирования.

Ключевые слова: химические производства, риск, работники, производственные факторы, мероприятия.

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА В КАБИНЕ САМОХОДНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА

Г. И. БЕЛОХВОСТОВ¹, канд. техн. наук, доцент
М. В. КУНАШ², ст. преподаватель
М. В. ХАРЧЕНКО¹, магистрант

¹Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

²Барановичский государственный университет,
Барановичи, Республика Беларусь

Введение. Шум и вибрацию рассматривают как сильный стресс-фактор, оказывающий отрицательное влияние на психомоторную работоспособность, эмоциональную сферу, умственную деятельность человека и повышающий тем самым вероятность возникновения несчастных случаев [1–4]. Природа возникновения шума и вибрации одинакова – и в том, и другом случае их вызывает колеблющееся тело (источник колебаний). Но, в случае с шумом, колебания в виде звуковой (акустической) волны передаются через среду (газ, жидкость, твердое тело) и воздействуют на органы слуха работающих, а также имеют костную проводимость, а при вибрации контактируют непосредственно с телом и конечностями работающих. И то, и другое явление может непосредственным образом препятствовать выполнению рабочих операций или косвенно влиять на работоспособность за счет снижения уровня функционального состояния человека.

Действию общей вибрации подвергается весь организм человека-оператора через пол, сиденье при работе на транспорте, сельскохозяйственной и горнодобывающей технике, обслуживании технологического оборудования, локальной вибрации – через конечности оператора. Чаще всего действию вибрации рабочих мест подвергаются механизаторы сельского хозяйства, водители большегрузных машин, бульдозеристы, машинисты экскаваторов и буровых станков. Для современного производства характерны относительно низкие уровни вибрации с преобладанием низкочастотного спектра в октавах 1–8 Гц. Несмотря на исключительную научную направленность и экономические усилия, переход от ДВС к полностью электрическим двигателям будет долгим и сложным. ДВС в ближайшие годы будут по-прежнему играть

фундаментальную роль как в качестве традиционных двигателей, так и в составе гибридных силовых агрегатов. Исходя из изложенного, снижение уровня шума тракторов, самоходных сельскохозяйственных и транспортных машин совершенствованием системы выпуска ОГ является важной народнохозяйственной задачей [5–7].

Основная часть. Ужесточение ограничений негативного воздействия шума тракторов на окружающую среду, повышение требований к условиям работы трактористов наряду с возросшей конкуренцией с иностранными производителями этой техники побуждают отечественных производителей уделять значительное внимание исследованиям по разработке методов и средств снижения шума и вибрации как производимых, так и вновь разрабатываемых моделей тракторов. В Республике Беларусь постановлением Совета Министров от 25.01.2021 № 37 введен в действие ГН «Показатели безопасности и безвредности шумового воздействия на человек», согласно которому уровень звука на рабочем месте оператора не должен превышать 80 дБА.

Поршневые двигатели внутреннего сгорания (ПДВС) являются сложным источником шума. По механизму образования различают структурный и аэродинамический шум. Структурный шум излучается наружными поверхностями деталей двигателя при механических колебаниях его структуры. Аэродинамический шум возникает в результате газообмена двигателя с окружающей средой при впуске и выпуске, а также при взаимодействии лопастей вентилятора с воздухом. Аэродинамический шум возникает в результате колебания давления и скорости в газовых потоках и объемах.

Для расчета внешнего звукового поля в расчетной точке (РТ) можно использовать расчетную схему, приведенную на рис. 1.

Важная задача заключается в минимизации пульсирующей составляющей газовой струи. Пульсации газовой струи можно свести к минимуму двумя путями:

- превращением энергии газового потока в тепловую энергию;
- не пропускать энергию пульсации из источника в среду.

Для снижения шума выпуска газов следует уменьшать интенсивность пульсаций давления отработавших газов и препятствовать распространению шума через систему выпуска выхлопных газов в окружающее пространство. Для этой цели на выпуске двигателей применяют глушители шума (ГШ). Заметим, что во всех случаях глушения выхлопа ГШ ПДВС постоянный поток газа должен выпускаться в среду с возможно меньшим сопротивлением. Очевидно, что чем меньше

сопротивление ГШ ПДВС постоянному потоку, тем меньше ГШ снижает мощность двигателя [2, 5–11].

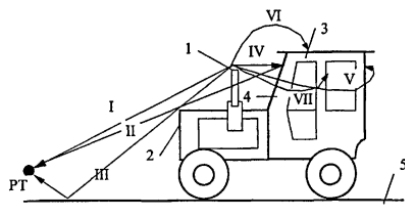


Рис. 1. Схема расчета внешнего звукового поля от выпуска ДВС [8]:

- 1 – ГШ ПДВС; 2 – капот; 3 – кабина; 4 – вторичный излучатель звука;
 5 – опорная отражающая поверхность; I – пути прямого проникновения звука от первичного источника; II – путь от вторичного излучателя;
 III – путь отражения звука от опорной поверхности; IV – прямой путь звука в кабину;
 V–VII – пути проникновения дифрагированного звука в кабину

Разработка ГШ выпуска – важное направление шумозащиты транспортных машин. Над проектированием и производством глушителей работают множество фирм и специалистов. В этой области отсутствует сколько-нибудь серьезная унификация, почти к каждой новой транспортной машине создается свой ГШ.

Техническое усовершенствование трактора, а именно совершенствование системы выпуска отработавших газов, позволяют значительно снизить шум, колебания, получить лучшие условия труда. Несмотря на многообразие технических решений, до настоящего времени не создана единая научно обоснованная методика расчета геометрических параметров перфорации внутренних элементов глушителя, что существенно усложняет их разработку [2, 5–11]. На кафедре управления охраной труда учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» в результате проведенных исследований были разработаны новые конструкции глушителей аэродинамического шума, обладающие высокой степенью эффективности, которые предложены к испытаниям в ОАО «Минский тракторный завод».

Заключение. Сформулированы современные подходы по снижению шума и вибрации в самоходной сельскохозяйственной техники, в частности минимизации пульсирующей составляющей аэродинамического шума. Предложены инновационные модели ГШ самоходной сельскохозяйственной техники, опытные образцы которых успешно

проходят испытания на предприятиях-изготовителях самоходной сельскохозяйственной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.
2. Новые направления в конструировании глушителей шума поршневых двигателей внутреннего сгорания / В. Я. Груданов [и др.] // Вестник БАРГУ. Сер. Технические науки. – 2022. – № 2 (12). – С. 74–84.
3. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
4. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.
5. Груданов, В. Я. Научно-практические подходы к совершенствованию конструкций глушителей шума поршневых двигателей внутреннего сгорания на основе теории чисел / В. Я. Груданов, Г. И. Белоховостов, Л. Т. Ткачева // Наука и техника. – 2021. – Т. 20, № 4. – С. 434–444.
6. Груданов, В. Я. Моделирование и оптимизация гидравлических и акустических характеристик глушителей шума поршневых двигателей на основе теории чисел / В. Я. Груданов, Г. И. Белоховостов, Л. Т. Ткачева // Горная механика и машиностроение. – 2020. – № 4. – С. 28–42.
7. Белоховостов, Г. И. Выбор оптимальной конструкции глушителя шума поршневых двигателей внутреннего сгорания / Г. И. Белоховостов, М. В. Бренч, С. В. Акуленко // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК. – Минск: БГАТУ, 2022. – С. 422–426.
8. Дробаха, М. Н. Снижение внешнего шума транспортных машин глушителями (на примере трактора МТЗ-82): дис. ... канд. техн. наук / М. Н. Дробаха – СПб., 2004. – 148 с.
9. Инновационная конструкция глушителя шума поршневых двигателей с улучшенными гидравлическими и акустическими характеристиками на основе теории чисел // Каталог ярмарки «Инновации в машиностроении»; руков. разработки В. Я. Груданов, Г. И. Белоховостов. – Бобруйск: БелИСА, 2019. – С. 18–19.
10. Кунаш, М. В. Разработка экспериментального стенда для прозвучивания глушителей / М. В. Кунаш, М. В. Харченко, Г. И. Белоховостов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 57–61.
11. Харченко, М. В. Совершенствование глушителей шума ДВС: интеграция теории чисел и инновационных конструкций / М. В. Харченко, Г. И. Белоховостов. – Могилев: БГУТ, 2025. – Т. 2. – С. 351–352.

Аннотация. Предложены улучшения условий труда в кабине самоходной сельскохозяйственной техники путем разработки глушителя шума.

Ключевые слова: безопасность, шум, техника, глушитель.

ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ПРИ УБОРКЕ И ДОРАБОТКЕ УРОЖАЯ

В. Н. БОСАК¹, д-р с.-х. наук, профессор
А. Е. КОНДРАЛЬ², канд. техн. наук, доцент
М. П. АКУЛИЧ³, ст. преподаватель
Н. В. УЛАХОВИЧ³, зав. лабораторией

¹ООО «Торговый Дом Торфяные Гуматы»,
Минск, Республика Беларусь

²Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

³Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Сельскохозяйственное производство является отраслью экономики, которая характеризуется целым рядом специфических особенностей: сезонность производства, большое количество технологических операций, работа с разнообразной сельскохозяйственной техникой и оборудованием, наличие большого количества пожароопасных объектов, материалов и оборудования (бензин, дизельное топливо, грубые корма и т. д.), что требует особых мер по обеспечению пожарной безопасности в отрасли, особенно в период уборки и доработки урожая сельскохозяйственных культур [1–16].

Основная часть. При возникновении пожара на объектах АПК необходимо незамедлительно вызвать пожарную помощь по телефону 101 или 112, обесточить электрооборудование, прекратить подачу газа и горючих жидкостей на объекте, задействовать внештатные пожарные формирования, приступить к эвакуации людей и ликвидации пожара имеющимися средствами пожаротушения [4, 11].

Особая пожарная опасность отмечается в период уборки зерновых культур и заготовки кормов, что требует определенных навыков в случае возникновения пожара. В случае возникновения пожара на зерноуборочном комбайне необходимо:

- подать сигнал (звуковой, световой, флажками) водителю пожарной или приспособленной для целей пожаротушения техники;
- вывести агрегат из хлебного массива;
- приступить к тушению пожара средствами пожаротушения;
- солому из соломокопнителя выбрасывать только после вывода агрегата из хлебного массива;

– принять меры к ограничению распространения огня по массиву.

Огонь тушат имеющимися первичными средствами пожаротушения, а также используют песок и землю. Горящие двигатели комбайнов, тракторов, автомобилей накрывают полотнищем противопожарным, брезентом, одеждой и другими подручными средствами.

Пожары зерновых культур на корню или в валках, особенно в первоначальный момент их возникновения, тушат первичными средствами пожаротушения и подручными средствами (например, захлестыванием метлами или ветками), смачивают водой (используют автоцистерны, бензовозы, опрыскиватели и другую технику), окапывают, устраивают (комбайнами или жатками) прокосы впереди фронта пожара.

Распространяющиеся на большой площади пожары, особенно при сильном ветре, локализуют, устраивая заградительные полосы. Для этого перед фронтом движущегося огня в несколько прогонов делают прокосы, а затем вспахивают полосу шириной 8–10 м и более. Вдоль естественных преград (овраги, реки, озера и др.) и преград, созданных искусственно, расставляют по всему фронту движущегося огня людей со всеми имеющимися средствами тушения пожаров с целью ликвидации летящих горящих пучков соломы, искр и горения, которые могут перебрасываться ветром в защищаемую зону через преграду. При наличии механизированных средств тушения пожаров, пожарной техники, запасов воды на путях распространения огня увлажняют посевы зерновых на корню и валки. При горении валков скошенного хлеба и сена, увеличивают разрывы между ними, для чего перед фронтом движущегося огня убирают несколько валков и вспахивают полосу шириной 8–10 м и более. В ходе тушения постоянно необходимо контролировать направление ветра и производить перестановку сил и средств.

Возникший на зерноочистительных комплексах пожар распространяется на осевшей на оборудовании пыли и по сгораемым конструкциям. Первоначальное горение чаще всего начинается в помещениях сушилок в результате неисправности или оставления без присмотра работающих на жидком топливе агрегатов.

В случае обнаружения пожара на КЗС необходимо:

- остановить сушильный аппарат (прекратить подачу топлива);
- сообщить в пожарную аварийно-спасательную часть;
- подать звуковой сигнал пожарной тревоги;
- эвакуировать людей из опасной зоны;
- произвести выгрузку зерна (при загорании зерна в сушилке);

– приступить к тушению имеющимися средствами пожаротушения.

На мельнично-крупяных предприятиях для ликвидации горения применяют воду в виде распыленных и компактных струй. Как правило, в помещения с наличием мучной пыли воду подают стволы-распылители и только при увлажнении всего помещения и оборудования используют компактные струи, которые нельзя направлять на открытые кучи муки. Стволы подают в горящий этаж (этажи) со стороны лестничных клеток и через окна, в вышерасположенный этаж, а затем в нижний этаж и на защиту технологических проемов со стороны не горящих помещений. Затем вводят резервные стволы на все верхние и нижние этажи. В смежных с горящими пыльных помещениях распыленными струями воды смачивают все строительные конструкции и оборудование, а также вводят в действие водяные завесы и дренчерные системы. Для подачи стволов используют сухотрубы, наружные пожарные лестницы, балконы, рабочие площадки. Одновременно с подачей огнетушащих веществ на ликвидацию горения и защиту вскрывают и проверяют все технологические аппараты и системы, аспирации и пневмотранспорта, нории, связанные с горящим оборудованием. В целях защиты от воды, зерно и готовую продукцию закрывают брезентами и другими подручными средствами.

Сено, солома, травяная мука и лен хранятся, как правило, в стогах (скирдах) или в больших складах и могут загореться от постороннего источника огня или самовоспламенения. Пожар от самовоспламенения тушат водой. Запрещается разбирать стога и скирды и допускать воздух к месту горения. После тушения обязательно организуют наблюдение, так как в стогах и скирдах часто остаются скрытые очаги огня.

Заключение. Выполнение всех требований пожарной профилактики и наличие навыков по предотвращению и тушению пожаров у работников обеспечивает необходимые меры безопасности при уборке, доработке и хранении урожая на предприятиях АПК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бараш, В. П. Обеспечение техносферной безопасности в современных условиях производства / В. П. Бараш, И. И. Сергеева // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 3–4.
2. Босак, В. М. Новыя правілы пажарнай бяспекі ў прыватнай гаспадарцы / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамнянкова // Тэхналогія арганічных рэчываў. – Мінск: БГТУ, 2023. – С. 53–56.
3. Босак, В. Н. Новые издания по безопасности жизнедеятельности для высшей школы Беларуси, Казахстана и России / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2025. – № 3. – С. 2–3.

4. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
5. Зубец, А. В. Разработка общеобъектовой инструкции по пожарной безопасности / А. В. Зубец, В. Н. Босак, Н. В. Улахович // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2026.
6. Кошман, А. И. Особенности ликвидации лесных пожаров / А. И. Кошман, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. – Минск: КИИ, 2014. – Ч. 1. – С. 164.
7. Кошман, А. И. Требования пожарной безопасности в лесном хозяйстве / А. И. Кошман, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. – Минск: КИИ, 2013. – Ч. 2. – С. 173.
8. Натынчик, Т. Г. Параметры молниезащиты комбикормового цеха / Т. Г. Натынчик, В. Н. Босак // Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций. – Минск: Промбытсервис, 2013. – С. 101–103.
9. Пенязь, С. А. Обеспечение пожарной безопасности на линиях по доработке семян / С. А. Пенязь, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. – Минск: КИИ, 2016. – Ч. 1. – С. 83–84.
10. Петроченко, М. С. Обеспечение пожарной безопасности на объектах АПК Республики Беларусь / М. С. Петроченко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. – Минск: КИИ, 2015. – Ч. 1. – С. 58.
11. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, А. Е. Кондраль [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.
12. Сачивко, И. Д. Обеспечение пожарной безопасности при лесных пожарах / И. Д. Сачивко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. – Минск: КИИ, 2016. – Ч. 1. – С. 91–92.
13. Швецкова, С. И. Тушение пожаров на складах агрохимикатов и удобрений / С. И. Швецкова, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 64–65.
14. Швяцкова, С. І. Знакі бясьпекі і колеры сігнальныя: характарыстыка і ўмовы выкарыстання / С. І. Швяцкова, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 143–144.
15. Numerical simulation modeling of temperature distribution in the process of coal self-heating in the mined-out spaces / N. M. Suleymenov, Sh. K. Shapalov, G. S. Sattarova [et al.] // News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2021. – V. 2 (446). – P. 167–173.
16. Recognition of stages of emergence and development of the endogenous fire in coal mines / V. N. Bosak, N. M. Suleymenov, R. I. Gabaydullin [et al.] // Bulletin of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2018. – V. 3, Nr. 373. – P. 107–112.

Аннотация. Приведены сведения по организации пожарной безопасности и мероприятиях по тушению пожаров при уборке и доработке урожая сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: пожарная безопасность, уборка и доработка урожая, сельское хозяйство.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В КАБИНЕ ТРАКТОРА С УЧЕТОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ ИСТОЧНИКОВ ШУМА

А. В. ГАРКУША, магистр техн. наук
Ал-р Л. МИСУН, канд. техн. наук, доцент
Л. В. МИСУН, д-р техн. наук, профессор
К. А. ГОРЯЧКО, студентка

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Из известных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) шум выделяется как постоянно действующий фактор высокой интенсивности, воздействие которого приводит как к ухудшению здоровья работающих, так и к снижению производительности труда [1–10]. Создание мощных и производительных тракторов неизбежно сопровождается увеличением уровней шума в кабинах на рабочих местах трактористов-машинистов. Еще большую актуальность имеет вопрос снижения шума, улучшения условий труда для тракторов в послегарантийный период эксплуатации. Согласно статистическим данным, такой техники в Республике Беларусь около 80 % от ее общего количества. Проведенный анализ показал, что работы по снижению шума в кабинах тракторов проводились, как правило, на стадии проектирования с доводкой акустических характеристик в кабинах до нормативных величин и практически не рассматривались в послегарантийный период эксплуатации трактора. В качестве объекта исследований был выбран наиболее типичный представитель парка тракторов Республики Беларусь – трактор Беларус 1221.

Основная часть. Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований позволили разработать алгоритм (рис. 1) и методику инженерного расчета основной составляющей шума – при воздействии внешних источников. Исследования шумовых характеристик в кабине проводились с учетом изменения коэффициента звукоизоляции элементов ограждения кабины от срока эксплуатации трактора и выполнялись при возникновении акустического излучения со стороны внешнего источника, установленного на расстоянии одного метра от рабочего места тракториста-машиниста.

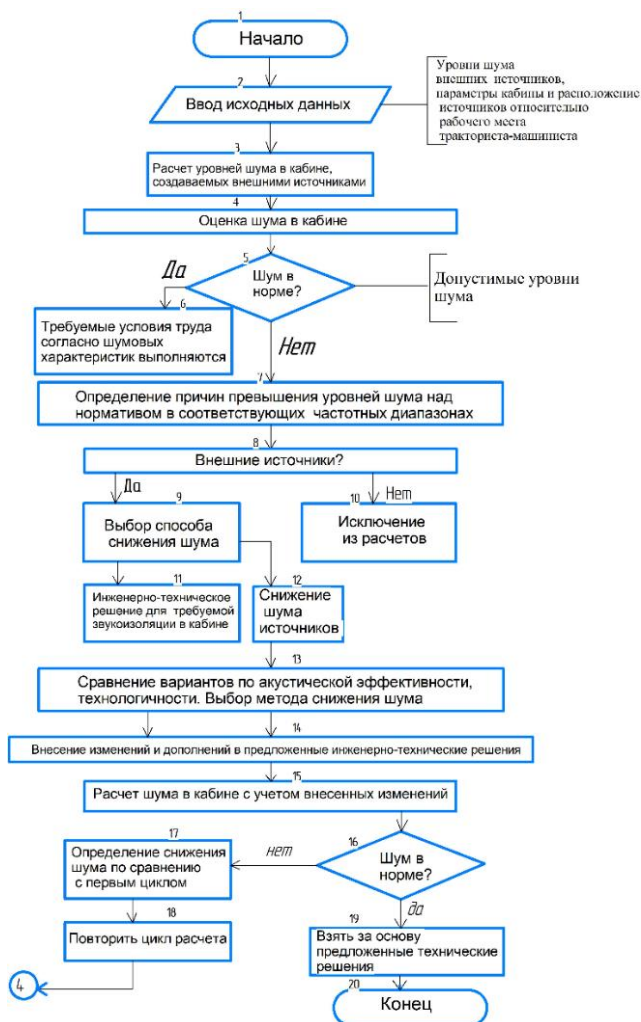


Рис. 1. Алгоритм расчета шума в кабине трактора, создаваемого внешними источниками

Под наблюдением находились 20 тракторов Беларус 1221 со сроком эксплуатации от 5 до 14 лет. Сбор и отработка информации проводилась согласно требованиям нормативных документов [11–12].

Для определения доли воздушной составляющей шума в кабине трактора в соответствующих частотных полосах при воздействии внешних источников определялась амплитудно-частотная характеристика воздушного объема кабины методом прозвучивания. Внутри кабины устанавливался динамик, настраиваемый звуковым генератором и микрофоном.

Для расчетов уровня шума в кабине при воздействии внешних источников (ДВС, выпуска ОГ ДВС) использовались выражения [13]:

$$L_{\text{каб}}^{\text{ДВ}} = L_{W_{\text{ДВ}}} + 10 \lg \sum_{i=1}^n S_{\text{каб}_i} 10^{-0,1(3\text{И}_i - t g_i)} - 10 \lg A_{\text{каб}} - L_{\text{др}}^{\text{ДВ}}; \quad (1)$$

$$L_{\text{каб}}^{\text{вып}} = L_{W_{\text{вып}}} + 10 \lg \sum_{i=1}^n S_{\text{каб}_i} 10^{-0,1(3\text{И}_i + t g_i)} - 10 \lg A_{\text{каб}} - L_{\text{др}}^{\text{вып}}, \quad (2)$$

где $L_{\text{каб}}^{\text{ДВ}}$, $L_{\text{каб}}^{\text{вып}}$ – доли шума соответственно корпуса ДВС и выпуска ОГ ДВС;

$L_{W_{\text{ДВ}}}$, $L_{W_{\text{вып}}}$ – спектры звуковой мощности соответственно корпуса двигателя и выпуска ОГ ДВС (определяются по техническому паспорту);

$S_{\text{каб}_i}$ – площадь соответствующего i -го элемента ограждения кабины;

n – количество элементов ограждения кабины трактора;

$L_{\text{др}}^{\text{ДВ}}$, $L_{\text{др}}^{\text{вып}}$ – величина поправки к значению уровня шума в кабине трактора, соответственно от корпуса ДВС и выпуска ОГ ДВС, с учетом воздействия внутренних и структурных источников шума (принимается $L_{\text{др}}^{\text{ДВ}} = 4 \text{ дБ}$, $L_{\text{др}}^{\text{вып}} = 18 \text{ дБ}$).

Расчет звукоизоляции (ЗИ) i -го элемента ограждения кабины проводился по формуле:

$$\text{ЗИ}_i = 10 \lg m_i^2 \cdot h_i \cdot h_i \cdot K_{\text{зв}_i} + \Delta_1, \quad (3)$$

где m_i – поверхностная масса i -го элемента ограждения кабины, кг;

h – толщина стенки i -го элемента кабины;

η – коэффициент потерь i -й стенки элемента ограждения кабины в октавных или $1/3$ октавных полосах частот:

$$\eta = \frac{1}{\pi \cdot n_i} \ln \frac{A_1}{A_n}, \quad (4)$$

где n_1 – количество колебаний на измерительном расстоянии;

A_1 и A_n – амплитуда соответственно первого и последнего колебаний на измерительном расстоянии;

$K_{зв_i}$ – коэффициент уменьшения звукоизоляции i -го элемента кабины в зависимости от срока эксплуатации трактора T_3 ;

Δ_1 – величина поправки зависящей от среднегеометрической частоты;

tg_i – поправка звукоизоляции элемента ограждения кабины в зависимости от его расположения относительно источника шума, дБ;

$A_{каб}$ – звукопоглощение в кабине:

$$A_{каб} = \bar{a}_{каб} \cdot S_{каб}, \quad (5)$$

где $\bar{a}_{каб}$ – среднее значение коэффициента звукопоглощения в кабине в октавных полосах.

Для уменьшения уровня шума, проникающего в кабину трактора рекомендуется техническое средство в виде вертикального поглотителя звуковой энергии, состоящее из цельноформованного звукопоглощающего модуля и шумопоглощающей панели, смонтированных в подкапотном пространстве. Для дополнительного демпфирования звукопоглощающего модуля выполнены тупиковые плоскости в виде обращенных вершинами внутрь прямых круговых конусов. При этом обращенные наружу диаметры оснований прямых круговых конусов равны 6–8 мм, а угол при вершине в осевом сечении углублений равен в шахматном порядке 60 и 90 градусов. Поверхность стенок звукопоглощающего модуля облицована термостойкой алюминиевой фольгой.

Применение предлагаемого технического решения будет способствовать снижению уровня шума в кабине трактора на 6–8 дБА, улучшению условий и повышению безопасности труда.

Заключение. На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработаны алгоритм и методика расчета акустических характеристик в кабине тракторов, на примере трактора Беларусь 1221 срок эксплуатации которых составляет более пяти лет, с учетом воздействия внешних источников шума. Полученные результаты использованы в разработке технических решений для снижения уровней шума на рабочем месте тракториста-машиниста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.

2. Иванов, Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом / Н. И. Иванов. – Москва: Логос, 2015. – 432 с.
3. Климова, М. Г. Физическое воздействие шума на здоровье водителей / М. Г. Климова, Н. К. Христофорова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 11. – С. 38–46.
4. Мисун, Ал-й Л. Научно-методические основы повышения техносферной безопасности на объектах АП / Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2025. – 388 с.
5. Мисун, Л. В. О проблеме уровня шума в кабине мобильной сельскохозяйственной техники / Л. В. Мисун, А. В. Гаркуша // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции. – Воронеж: ВГАУ, 2022. – С. 44–50.
6. Обеспечение безопасности производственной среды в кабине мобильной сельскохозяйственной техники / Ал-р Л. Мисун, И.М. Морозова, Л.В. Мисун [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2018. – № 11. – С. 24–27.
7. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
8. Техническое решение для снижения уровня воздействия источников шума на акустические характеристики кабины трактора в послегарантийный период эксплуатации / Ал-р Л. Мисун, А. В. Гаркуша, А. П. Рудковская [и др.] // Обеспечение безопасной жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 92–94.
9. Физиологические и медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности / Ал-й Л. Мисун, Л.В. Мисун, Ал-р Л. Мисун [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2024. – 312 с.
10. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.
11. Надежность в технике. Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений: ГОСТ 27.502-83. – Москва: изд-во стандартов, 1983. – 23 с. (дата актуализации 01.06.2019).
12. Надежность в технике. Термины и определения: ГОСТ 27.002 – 2015. – Москва: Стандартиформ, 2015. – 63 с.
13. Полезная модель BY13753, МПК В 60R 13/08, G 10K 11/168, F 0277/13 (2006.01). Поглотитель звуковой энергии для моторного отсека транспортного средства сельскохозяйственного назначения: №и20240284: заявлено: 27.12.2024: опубл. 16.06.2025 / Ал-р Л. Мисун, О. Г. Агейчик, А. В. Гаркуша [и др.]. – 5 с.

Аннотация. Предложен алгоритм и выполнен расчет уровней шума в кабине трактора, на примере Беларус 1221, с послегарантийным периодом его эксплуатации при возникновении акустического излучения со стороны внешнего источника. Рассмотрены технические решения, способствующие снижению шума до нормативного значения.

Ключевые слова: трактор, послегарантийный период эксплуатации, кабина, уровень шума, технические решения.

ОСОБЕННОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ МЕДИЦИНСКИХ ОСМОТРОВ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А. К. ГАРМАЗА¹, канд. техн. наук, доцент

Н. О. АЗОВСКАЯ¹, канд. с.-х. наук

М. В. БАЛАКИР¹, канд. с.-х. наук

В. Н. БОСАК², д-р с.-х. наук, профессор

Н. В. УЛАХОВИЧ³, зав. лабораторией

¹Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Республика Беларусь

²ООО «Торговый Дом Торфяные Гуматы»,
Минск, Республика Беларусь

³Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Важной составной частью предотвращения производственного травматизма и профессиональных заболеваний, особенно при наличии вредных и (или) опасных производственных факторов на рабочем месте, является профессиональный подбор работающих, составной частью которого служат медицинские осмотры [1–17].

Основная часть. В Республике Беларусь периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры проводятся в соответствии с постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29 июля 2019 г. № 74 (с изм. и доп., в посл. ред. от 18.10.2024 № 149) «О проведении обязательных и внеочередных медицинских осмотров работающих».

Периодические медосмотры работающих проводятся в целях:

- обеспечения безопасности труда;
- предупреждения профессиональных заболеваний;
- охраны здоровья работающих.

По результатам проведения очередных медосмотров работающих определяется:

- годность (негодность) по состоянию здоровья работающих к работам во вредных и (или) опасных условиях труда в зависимости от вредных и (или) опасных производственных факторов;
- годность (негодность) по состоянию здоровья работающих к работам, где есть необходимость в профессиональном отборе.

Очередные медосмотры работающих осуществляются медицинскими комиссиями по проведению обязательных и внеочередных ме-

досмотров, формируемыми из числа медицинских работников. Медицинские комиссии создаются в государственных организациях здравоохранения, медицинских частях, больницах исправительных учреждений, медицинских частях лечебно-трудовых профилакториев и в организациях, которые наряду с основной деятельностью также осуществляют медицинскую деятельность в порядке, установленном законодательством.

По результатам проведения периодических медосмотров медицинской комиссией принимается одно из следующих решений:

- годен к работе (с указанием вредных и (или) опасных производственных факторов, вида выполняемых работ);
- негоден к работе (с указанием вредных и (или) опасных производственных факторов, вида выполняемых работ);
- годен к работе (с указанием отдельных вредных и (или) опасных производственных факторов, вида выполняемых работ) и негоден к работе (с указанием отдельных вредных и (или) опасных производственных факторов, вида выполняемых работ);
- годен к работе (с указанием вредных и (или) опасных производственных факторов, вида выполняемых работ) и нуждается в проведении внеочередного медосмотра;
- годен к работе (негоден к работе) с указанием вредных и (или) опасных производственных факторов, вида выполняемых работ и выявлено подозрение на хроническое профессиональное заболевание.

Результаты очередных медосмотров работающих вносятся в протокол, который подлежит хранению в медицинской карте пациента для амбулаторно-поликлинических организаций в организации, проводившей обязательный и (или) внеочередной медосмотр.

По результатам проведения очередных медосмотров работающих оформляется медицинская справка о состоянии здоровья, подтверждающая годность (негодность) работающего к работе, или акт.

Для проведения обязательных периодических медосмотров работников наниматель ежегодно составляет список профессий рабочих (должностей служащих). Периодические медосмотры работников, не включенных в список профессий рабочих (должностей служащих), физических лиц, работающих по гражданско-правовым договорам, и иных физических лиц проводятся на основании направления.

Список профессий рабочих (должностей служащих) составляется в двух экземплярах с указанием результатов оценки условий труда по каждому вредному и (или) опасному производственному фактору, один из которых остается у нанимателя, второй – направляется в орга-

низацию до 1 января календарного года, в течение которого необходимо провести работникам запланированный периодический медосмотр

Организация на основании списка профессий рабочих (должностей служащих) составляет и направляет нанимателю не позднее 1 февраля календарного года график проведения периодических медосмотров работников, сформированный с учетом срока ранее проведенного периодического медосмотра. Наниматель на основании списка профессий рабочих (должностей служащих) и графика проведения периодических медосмотров составляет список работников. Список работников за 20 рабочих дней до начала периодического медосмотра направляется нанимателем в организацию. В случае несоблюдения графика проведения периодического медосмотра и (или) неявки работников на периодический медосмотр организация в течение пяти рабочих дней со дня завершения периодического медосмотра информирует нанимателя о несоблюдении графика проведения периодических медосмотров и (или) неявке работников на периодический медосмотр.

При воздействии вредных и (или) опасных производственных факторов, периодичность прохождения медосмотров определяется по результатам оценки условий труда с периодичностью 1 раз в год, 1 раз в 2 года или 1 раз в 3 года в зависимости от наличия вредных и (или) опасных производственных факторов, указанных в постановлении.

Срок проведения очередного периодического медосмотра исчисляется от даты окончания предыдущего периодического медосмотра, указанной в акте, или от даты выдачи медицинской справки о состоянии здоровья при проведении предварительного медосмотра.

Заключение. Периодические медицинские осмотры выполняют важнейшую роль в обеспечении безопасности труда в организациях, предотвращении несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ требований охраны труда при производстве работ на высоте / М. П. Акулич, И. И. Сергеева, М. В. Цайц [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 12–16.
2. Бараш, В. П. Кантроль аховы працы ў Рэспубліцы Беларусь / В. П. Бараш, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 23–25.
3. Бараш, В. П. Страты ад траўматызму і іх прафілактыка на вытворчасці / В. П. Бараш, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 28–30.

4. Босак, В. Н. Травматизм на производстве: причины, состояние и мероприятия по снижению / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 1 (32). – С. 2–6.

5. Ермак, И. Т. Гигиеническая оценка влияния микроклимата на условия труда при производстве древесностружечных плит / И. Т. Ермак, А. К. Гармаза, В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 34.

6. Забезпечення ахов працы ў лясной гаспадарцы / В. М. Босак, А. У. Дамнянкова, І. Ц. Ярмак, С. У. Кісялёў // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2025. – С. 65–69.

7. Заурбеков, Т. Т. Асбест и асбестовые изделия: характеристика, безопасность и перспективы / Т. Т. Заурбеков, К. С. Досалиев, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 23–25.

8. Зубец, А. В. Особенности обеспечения охраны труда в строительстве / А. В. Зубец, В. Н. Босак, Н. В. Улахович // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2026.

9. Кондраль, А. Е. Организация и проведение работ с повышенной опасностью / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Главный агроном. – 2024. – № 9. – С. 56–59.

10. Кондраль, А. Е. Производственный контроль охраны труда на предприятиях АПК / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак, М. В. Цайц // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2025. – Вып. 10. – С. 47–51.

11. Кондраль, А. Е. Региональные аспекты охраны труда при выполнении работ на высоте / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2026. – № 1.

12. Мазуренко, С. С. Охрана труда на железнодорожных станциях / С. С. Мазуренко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 140–141.

13. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

14. Производственный травматизм в АПК Беларуси / И. Е. Баева, М. В. Цайц, М. П. Акулич [и др.] // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2025. – № 1 (24). – С. 285–290.

15. Улаховіч, Н. У. Прычыны вытворчага траўматызму ў Рэспубліцы Беларусь / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 90–92.

16. Шинкевич, К. С. Охрана труда в индустрии косметики / К. С. Шинкевич, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 240–241.

17. Шлапеко, Е. В. Анализ производственного травматизма в организациях Могилевской области / Е. В. Шлапеко, Н. В. Улахович // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки, 2025. – С. 156–158.

Аннотация. Приведены сведения о нормативном обеспечении и особенностях проведения периодических медицинских осмотров.

Ключевые слова: охрана труда, периодические медицинские осмотры, травматизм, профессиональная заболеваемость.

СТРУКТУРА И СПЕЦИФИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В АПК БЕЛАРУСИ: АНАЛИЗ РИСКОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ЖИВОТНОВОДСТВЕ

И. А. ГРАЩЕНКО, ст. преподаватель
М. В. ЦАЙЦ, канд. техн. наук, доцент
И. И. СЕРГЕЕВА, канд. с.-х. наук, доцент
Е. Л. ИОНАС, канд. с.-х. наук, доцент
М. П. АКУЛИЧ, ст. преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Сельское хозяйство является одной из ключевых отраслей экономики Республики Беларусь и одновременно одной из самых травмоопасных. Высокий уровень производственного травматизма наносит значительный социально-экономический ущерб, препятствуя устойчивому развитию АПК [1–4].

Несмотря на общенациональные усилия по улучшению условий труда, проблема сохраняет остроту, что требует глубокого анализа ее структурных причин для разработки эффективных профилактических мер. Существующие исследования [5, 6] затрагивают отдельные аспекты безопасности, однако необходим консолидированный анализ, учитывающий различия между основными подотраслями – растениеводством и животноводством [7]. Целью данной работы является анализ структуры, динамики и причин производственного травматизма в сельскохозяйственной отрасли Республики Беларусь за 2018–2024 гг. и разработка на этой основе дифференцированной стратегии его снижения.

Основная часть. Исследование основано на анализе данных официальной статистики Республики Беларусь по производственному травматизму, опубликованных Министерством труда и социальной защиты, а также Департаментом государственной инспекции труда [8, 9]. Использовались методы сравнительного, структурного и динамического анализа. Рассчитывались абсолютные и относительные показатели, включая общий коэффициент частоты травматизма (КЧ) и коэффициент частоты смертельного травматизма (КЧС) в разрезе видов экономической деятельности и регионов. Анализировались причины и обстоятельства несчастных случаев, распределение пострадавших по

профессиям. Для детализации рисков данные были сегментированы по сферам растениеводства и животноводства.

За период 2018–2024 гг. в целом по стране наблюдалась позитивная динамика: число пострадавших снизилось на 12,6 %, а число погибших – на 27,1 %. Однако в сельском хозяйстве прогресс минимален: число пострадавших осталось практически на уровне 2018 года, а число погибших снизилось лишь на 3,8 %. Удельный вес отрасли в общереспубликанской статистике устойчив (около 23 % всех пострадавших), а доля смертельных исходов выросла с 18,1 % до 23,8 %. Это свидетельствует о растущей тяжести происшествий в АПК.

Общий КЧ в сельском, лесном и рыбном хозяйстве стабильно в 2,8–3,6 раза превышает средний по стране, фиксируясь на уровне около 150 (на 100 тыс. работников). КЧС в отрасли за период снизился более чем вдвое (с 22,95 до 10), но все еще в 3,4 раза превышает средний показатель по Беларуси (2,9 в 2024 г.). Это указывает на эффективность мер по предотвращению летальных случаев, но не решена фундаментальная проблема высокой частоты всех видов травм [8, 9].

Общая статистика по сельскому хозяйству складывается из различных рисков двух основных подотраслей – растениеводства и животноводства, каждая из которых имеет характерные причины травматизма.

Травматизм в животноводстве является одним из наиболее острых и специфичных направлений. Он характеризуется прямым контактом с животными. За 10 месяцев 2024 года в результате контакта с крупным рогатым скотом было травмировано 88 работников, один из которых погиб, а 19 получили тяжелые травмы [7]. Шесть из упомянутых пострадавших находились в состоянии алкогольного опьянения. Данный фактор, имея относительно небольшую долю в общем травматизме (1,6 %), становится значимым в смертельных исходах (4,8 %).

Для животноводства характерны такие нарушения, как необеспечение работников необходимым инвентарём для безопасного подгона и усмирения животных, а также неограждение опасных узлов механизмов. Травматизм в растениеводстве в большей степени связан с эксплуатацией техники. Ведущими нарушениями являются работа со снятыми ограждениями опасных зон, проведение ремонтов под поднятыми рабочими органами без установки страховочных упоров [8, 10, 11].

Ключевыми пострадавшими профессиями в этой сфере являются трактористы-машинисты и полеводы. Для полеводов характерен один из самых высоких условных коэффициентов летальности ($\approx 14,3$ % по-

гибших среди пострадавших). Анализ структуры травматизма выявил следующие общие проблемные зоны:

- водители автомобилей, слесари, животноводы и трактористы-машинисты формируют более 60 % всех пострадавших;

- нарушения требований охраны труда и личная неосторожность со стороны самих работников являются причиной более 50 % всех несчастных случаев.

- неудовлетворительная организация рабочих мест и невыполнение руководителями обязанностей по охране труда становятся ведущими причинами смертельных исходов, указывая на системные управленческие недостатки.

Заключение. Сельское хозяйство Беларуси сохраняет статус отрасли с системно самым высоким уровнем производственного риска, демонстрируя стагнацию в снижении общего травматизма при сохраняющейся высокой доле смертельных исходов.

Риски существенно дифференцированы: в животноводстве доминируют травмы от контакта с животными, усугубляемые поведенческими факторами; в растениеводстве – травмы, связанные с эксплуатацией и ремонтом машинной техники.

Для кардинального улучшения ситуации необходима комплексная модернизация системы охраны труда в АПК. Стратегия должна быть трехвекторной:

- усиление поведенческой культуры безопасности через бескомпромиссную борьбу с нарушениями дисциплины, работой в состоянии опьянения и внедрение программ мотивации безопасного труда;

- повышение персональной ответственности руководителей за создание безопасных условий, подкрепленное аудитом организации работ и состояния рабочих мест;

- дифференциация профилактических мер с учетом специфики подотраслей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Травматизм на производстве: причины, состояние и мероприятия по снижению / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 1 (32). – С. 2–6.

2. Кондраль, А. Е. Региональные аспекты охраны труда при выполнении работ на высоте / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2026. – № 1.

3. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 188–193.

4. Производственный травматизм в сельском хозяйстве Республики Беларусь: анализ структуры, динамика и стратегия снижения / М. В. Цайц, И. И. Сергеева, Е. Л. Ионас, М. П. Акулич // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2026. – № 1. – С. 138–144.

5. Левашов, С. П. Обоснование путей и методов профилактики производственного травматизма работников АПК на основе оценки и управления профессиональными рисками: дис. ... д-ра техн. наук / С. П. Левашов. – Санкт-Петербург, 2018.

6. Сухов, С. С. Повышение безопасности операторов сельскохозяйственных самоходных транспортных машин минимизацией опасностей столкновения и совершенствованием технических средств: дис. ... канд. техн. наук / С. С. Сухов. – Орел, 2006.

7. Алексеенко, А. С. Условия труда и безопасность работы операторов мобильных сельскохозяйственных машин в АПК Республики Беларусь / А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 280–285.

8. Охрана труда и травматизм в Республике Беларусь 2024 года. Итоги: [сайт]. – URL: <https://otb.by/news/5102-okhrana-truda-i-travmatizm-v-respublike-belarus-2024-goda-itogi> (дата обращения: 08.01.2026).

9. Анализ требований охраны труда при производстве работ на высоте / М. П. Акулич, И. И. Сергеева, М. В. Цайц [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 12–16.

10. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.

11. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

Аннотация. Представлен комплексный анализ состояния производственного травматизма в аграрном секторе Республики Беларусь за период 2018–2024 гг. Несмотря на общую положительную динамику в стране, сельское хозяйство остается отраслью с критически высоким уровнем профессионального риска. На его долю стабильно приходится около 23 % всех несчастных случаев, а удельный вес смертельных исходов вырос с 18,1 % до 23,8 %. Общий коэффициент частоты травматизма в отрасли системно в 2,8–3,6 раза превышает средний по стране. На основе статистических данных детализированы проблемы в растениеводстве и животноводстве. Выявлены ключевые проблемные зоны: наиболее травмоопасные профессии, доминирующая роль нарушений трудовой дисциплины. Разработана дифференцированная стратегия, предполагающая комплексную модернизацию системы охраны труда в АПК с учетом специфики подотраслей.

Ключевые слова: производственный травматизм, охрана труда, сельское хозяйство, безопасность труда, профессиональные риски, животноводство, растениеводство.

ЗАГОТОВКА ВТОРИЧНЫХ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ НА ТЕРРИТОРИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А. В. ДОМНЕНКОВА¹, канд. с.-х. наук, доцент

В. Н. БОСАК², д-р с.-х. наук, профессор

Т. В. САЧИВКО³, канд. с.-х. наук, доцент

И. И. СЕРГЕЕВА⁴, канд. с.-х. наук, доцент

¹Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Республика Беларусь

²ООО «Торговый Дом Торфяные Гуматы»,
Минск, Республика Беларусь

³Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений,
Минск, Республика Беларусь

⁴Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В результате аварии на Чернобыльской АЭС около 23 % лесных угодий нашей страны подверглось радиоактивному загрязнению. Радиоактивное загрязнение территории лесного фонда Республики Беларусь обусловило принятие комплекса мероприятий по радиационной безопасности, направленных на минимизацию негативного последствия радиоактивного загрязнения. В лесном фонде особое внимание уделяется безопасному ведению лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения, радиационному контролю и радиационному мониторингу лесного фонда, охране и защите лесов в зонах радиоактивного загрязнения, особенностям ведения охотничьего хозяйства, порядку информирования населения, в том числе обеспечению радиационной безопасности при заготовке вторичных лесных ресурсов [1–16].

Основная часть. Заготовка живицы, вторичных лесных ресурсов и побочное лесопользование проводится в соответствии с Правилами ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС (постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 27 декабря 2016 г. № 86), Правилами заготовки живицы (постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 6 декабря 2016 г. № 62), Инструкцией о порядке освидетельствования лесосек и участков лесного фонда, предоставленных для заготовки жи-

вицы (постановление Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 19 декабря 2016 г. № 66) и другими ТНПА [5].

Во время заготовки живицы и вторичных лесных ресурсов в зонах радиоактивного загрязнения осуществляется радиационный контроль заготавливаемой лесной продукции [5].

Заготовка живицы и еловой серки допускается в I–III зонах по загрязнению цезием-137. Сенокошение и пастьба скота на участках лесного фонда, заготовка новогодних деревьев хвойных пород, луба липы, ивовой и еловой коры допускается в I зоне. Заготовка пней и корней на топливо, заготовка веток деревьев для переработки на хвойно-витаминную муку, веточного корма, бересты, мха, сбор лесной подстилки и опавших листьев в зонах радиоактивного загрязнения не допускается.

В связи с тем, что значительная часть радионуклидов цезия-137, осевшего в лесах, в настоящее время находится в лесной подстилке и верхнем слое почвы, лекарственные растения, грибы и ягоды дополнительно загрязняются за счет частиц лесной подстилки и почвы.

По способности накапливать цезий-137 грибы условно можно разделить на четыре группы:

1) *грибы-аккумуляторы* цезия-137: колпак кольчатый, польский гриб, моховик желто-бурый, масленок, свинушка, горькушка. В плодовых телах этих грибов даже при загрязнении почв, близких к фоновому значению ($0,1\text{--}0,2\text{ Ки/км}^2$), содержание цезия-137 может превышать допустимый уровень;

2) сильно накапливающие цезий-137 грибы: грузди, волнушки, зеленка, решетник, ежовик пестрый, скрипница, синяк, сыроежки. Собирать грибы этой группы, как и грибы-аккумуляторы цезия-137, допускается при плотности загрязнения почв до 37 кБк/м^2 (до 1 Ки/км^2) с обязательным радиометрическим контролем;

3) средне накапливающие цезий-137 грибы: белый гриб (боровик), подосиновик, подберезовик, лисичка настоящая, рядовка, рыжик, сморчки и строчки;

4) слабо накапливающие цезий-137 грибы: дождевики, шампиньон лесной, гриб-зонтик пестрый, опенок осенний и опенок луговой.

Слабо- и средне накапливающие цезий-137 грибы разрешается собирать в лесных кварталах с плотностью загрязнения до 74 кБк/м^2 (до 2 Ки/км^2) с обязательным радиометрическим контролем. Согласно РДУ-99, допустимый уровень содержания ^{137}Cs в свежих грибах составляет 370 Бк/кг , в грибах сушеных – 2500 Бк/кг .

Накопление радионуклидов в грибах различается не только по их видовой принадлежности, но и по содержанию в отдельных частях плодовых тел у одного вида. У грибов с хорошо развитой ножкой (белый гриб, подберезовик, подосиновик, польский гриб), как правило, содержание радионуклидов в шляпках в 1,5–2,0 раза выше, чем в ножках. Существенных различий в содержании цезия-137 в молодых и старых грибах не установлено. Тем не менее, рекомендуется собирать молодые грибы, так в старых могут накапливаться еще и ядовитые токсины. Собранные грибы перед приготовлением необходимо обязательно очистить от прилипших частиц лесной подстилки, мха и почвы; у некоторых грибов необходимо снять со шляпки кожицу.

Снижения содержания цезия-137 в грибах можно достичь путем отваривания их в течение 15–60 минут в соленой воде, при этом через каждые 15 минут отвар сливается. При кипячении в подсоленную воду можно добавить немного столового уксуса или лимонной кислоты, что увеличивает выход радионуклидов из грибов в отвар. При такой обработке сыроежек, зеленков, рядовок и волнушек в течение 30 минут концентрация радиоцезия снижается в 2–10 раз. Несколько больше времени (45 минут) для снижения цезия-137 в 2–10 раз требуется для трубчатых грибов: боровика, подосиновика, подберезовика, польского гриба, моховиков. Безусловно, содержание питательных веществ в грибах после длительного отваривания снижается. При сушке грибов содержание радионуклидов в них не снижается, поэтому сушить нужно только «чистые» грибы.

Из лесных ягод наибольшей способностью накапливать цезий-137 обладают голубика, черника, клюква и брусника. Несколько меньше накапливают радиоцезий земляника и рябина. Менее всего загрязнены ягоды малины, ежевики и калины.

При заготовке и переработке лесных ягод необходимо знать, что:

- приготовление варенья и компота из ягод не изменяет общего содержания цезия-137; снижается только удельное содержание цезия-137 за счет увеличения объема при добавлении сахара и воды;

- при одинаковой плотности загрязнения почв накопление цезия-137 в ягодах больше во влажных условиях произрастания, чем в сухих;

- при одинаковой плотности загрязнения почв накопление цезия-137 в ягодах больше в чистых сосновых лесах, меньше – в смешенных лесах, минимальное – в лиственных лесах;

- собранные ягоды перед употреблением необходимо очистить от прилипших частиц лесной подстилки, мха, почвы и промыть в проточ-

ной воде. Согласно РДУ-99, допустимый уровень содержания ^{137}Cs в свежесобранных дикорастущих ягодах составляет 185 Бк/кг.

Из лекарственного сырья больше всего накапливают цезий-137 споры плауна булавовидного, побеги багульника болотного и листья брусники. В больших количествах цезий-137 обнаруживается в листьях черники, траве золототысячника, зверобоя, пижмы обыкновенной, толокнянки, коре дуба и крушины. Менее всего накапливают радиоактивный цезий фиалка трехцветная, ландыш майский, душица обыкновенная, тмин песчаный, тимьян обыкновенный и наперстянка крупноцветная. Допустимый уровень содержания ^{137}Cs в лекарственно-техническом сырье составляет 370 Бк/кг (РДУ/ЛТС-2004).

Сбор дикорастущих ягод, плодов, орехов, а также растений и их частей, используемых в качестве лекарственного сырья, допускается в лесных кварталах с плотностью загрязнения до 74 кБк/м² (до 2 Ки/км²).

Размещение ульев и пчеловодческих пасек допускается в I и II зонах. Собранный мед подлежит радиометрическому контролю. Не рекомендуется размещать ульи и пчеловодческие пасеки на расстоянии ближе 10 км от территорий с плотностью загрязнения почв цезием-137 15 Ки/км² и более. Допустимый уровень содержания ^{137}Cs в меде составляет 3700 Бк/кг.

Березовый сок является одним из самых чистых пищевых продуктов леса. Его заготовка производится в зонах с плотностью загрязнения почв цезием-137 до 15 Ки/км² с проведением радиометрического контроля. При заготовке березового сока необходимо знать, что концентрация цезия-137 в березовом соке зависит от условий произрастания насаждений: во влажных условиях содержание ^{137}Cs в нем возрастает до 3 раз; в конце периода подсочки концентрация цезия-137 в соке возрастает до 2 раз; для предотвращения загрязнения березового сока посторонними предметами и пылью, содержащими радиоактивные вещества, необходимо применять способы закрытой подсочки (емкость для сбора сока и лоток должны быть закрыты).

Заключение. Все работы по заготовке вторичной продукции лесного хозяйства в зонах радиоактивного загрязнения должно проводиться в строгом соответствии с действующими требованиями радиационной безопасности и охраны труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азовская, Н. О. Анализ радиоактивного загрязнения «даров леса» в различных регионах Беларуси / Н. О. Азовская, Г. А. Чернушевич, А. В. Домненкова // Проблемы экологии и экологической безопасности. Создание новых полимерных материалов. – Минск, 2021. – С. 130–134.

2. Босак, В. М. Асаблівасці назапашвання радыенуклідаў у лясных экосістэмах / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамнянкова // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2024. – С. 60–62.
3. Босак, В. М. Забеспячэнне радыяцыйнай бяспекі ў аграпрамысловым комплексе / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 20.
4. Босак, В. Н. Особенности нормативно-правового обеспечения радиационной безопасности в Республике Беларусь / В. Н. Босак, И. Т. Ермак, О. Ф. Смеянович // Дальневосточная весна – 2015. – Комсомольск-на-Амуре, 2015. – С. 249–252.
5. Босак, В. Н. Радиационная безопасность в лесном хозяйстве / В. Н. Босак, Л. А. Веремейчик. – Минск: РИПО, 2018. – 277 с.
6. Домненкова, А. В. Основные закономерности распределения радионуклидов в лесных экосистемах / А. В. Домненкова, В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 39–42.
7. Домненкова, А. В. Состояние и перспективы развития пеллетных производств в Республике Беларусь / А. В. Домненкова, И. Т. Ермак, В. Н. Босак // Вестник технической безопасности и сельского развития. – 2025. – № 4. – С. 11–15.
8. Забеспячэнне аховы працы ў лясной гаспадарцы / В. М. Босак, А. У. Дамнянкова, І. Ц. Ярмак, С. У. Кісялёў // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2025. – С. 65–69.
9. Заготовка грибов в зонах радиоактивного загрязнения / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, И. Т. Ермак, А. В. Домненкова // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2026. – С. 98–101.
10. Информирование о радиационной обстановке в лесах Республики Беларусь / А. В. Домненкова, И. Т. Ермак, А. К. Гармаза, В. Н. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2026. – С. 116–120.
11. Контроль радиоактивного загрязнения лесного фонда Республики Беларусь / А. В. Домненкова, И. Т. Ермак, А. К. Гармаза, В. Н. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2026. – С. 120–124.
12. Мозырчук, Н. Н. Содержание цезия-137 в лекарственном сырье и лекарственных препаратах / Н. Н. Мозырчук, И. И. Сергеева // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки, 2023. – С. 167–169.
13. Особенности накопления радионуклидов в ягодах и лекарственном сырье / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак, А. В. Домненкова, И. Т. Ермак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2026. – С. 143–145.
14. Прогноз изменения радиационной обстановки на территории Великолемковского лесничества ГСЛХУ «Ветковский спецлесхоз» / А. В. Домненкова, Г. А. Чернушевич, И. Т. Ермак, В. Н. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2024. – С. 101–104.
15. Сермакшева, Е. В. Особенности обеспечения радиационной безопасности в лесном хозяйстве / Е. В. Сермакшева, А. В. Домненкова, В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 21.
16. Система защитных мероприятий по обеспечению радиационной безопасности в лесном комплексе Беларуси / В. В. Перетрухин, Г. А. Чернушевич, В. Н. Босак [и др.] // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2017. – № 2 (198). – С. 316–321.

Аннотация. Рассмотрены особенности соблюдения мер радиационной безопасности при заготовке вторичных лесных ресурсов в зонах радиоактивного загрязнения.

Ключевые слова: радиационная безопасность, радиоактивное загрязнение, лесные угодья, вторичные лесные ресурсы.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БЕЗОПАСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕМ

Г. Г. ЕВТУХ, ст. преподаватель
В. А. ЛЕВЧУК, канд. техн. наук, доцент
В. А. ГАЙДУКОВ, канд. техн. наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Существует ряд факторов, влияющих на управление автомобилем [1–3]. Существенное влияние на управление автомобилем оказывают возрастные и гендерные различия, в том числе на сенсорные процессы и время реакции водителя.

Основная часть. Водитель в возрасте 30–45 лет – уже сложившаяся личность, имеющая устоявшийся набор ценностей, привычек, и это не может не отразиться на стиле вождения. Однако ритм жизни стремителен, и стрессы, а также желание успеть все и сразу могут привести к пагубным последствиям.

Когда водителю более 50 лет, он может быть подвержен колебаниям кровяного давления, увеличению времени реакции, снижению остроты зрения и т. п. Однако это не означает, что такому водителю нельзя садиться за руль.

Согласно статистике, женщины попадают в ДТП реже мужчин. Дамы за рулем более внимательны, осторожны и неплохо приспосабливаются к обстановке, уверенно управляя автомобилем в простых ситуациях.

Мужчины чаще становятся участниками ДТП, поскольку они менее осторожны, менее внимательны и склонны к риску. Мужчины, в отличие от женщин, не склонны к эмоциональности, любят водить автомобиль на высокой скорости, а также любят учить других ездить, особенно женщин, предпочитая сложные задачи простым [4].

Реакция водителя является закономерным ответом организма водителя на воздействие извне. Самая типичная реакция водителя – реакция торможения на запрещающий сигнал светофора. Сложными реакциями являются торможение на появление объекта, реакция поворота руля и т. д. Латентный период простой реакции на световой сигнал в среднем длится примерно 0,20 с, а на звуковой – 0,14 с.

Время моторного периода может быть различным в зависимости от сложности ответных выполняемых действий, которые могут совмещаться в различных сочетаниях в сложных реакциях [5].

Сигнал проходит полностью по следующей схеме: дорожная обстановка меняется, и водитель воспринимает ее преимущественно органами зрения (реже органами слуха). Далее совокупность сигналов поступает в центральную нервную систему, и уже на их основании, а также на основании имеющихся знаний и навыков формируется ответ водителя, выражаемый рядом действий – работа водителя с педалями, рулем и т. д.

Организм человека является сложной биологической системой, и сигнал об опасности не может пройти по ней мгновенно. Требуется время на обработку информации головным мозгом [5]. В настоящее время, проводя экспертизы, используют нормативное время реакции водителя – 0,8 с, однако в реальности данное время может значительно отличаться.

Водитель-мужчина по времени реакции на 0,05 с лучше водителя-женщины, но дамы опережают мужчин по точности управления.

Молодой водитель быстрее обнаруживает сигнал и обрабатывает информацию, но пожилой водитель потратит меньше времени на принятие правильного решения, и время реакции у него более стабильно.

Опыт нельзя компенсировать знаниями ПДД. Опытный водитель спокоен, дисциплинирован, уверен в себе. С годами он приобретает способность предугадывания ситуации на дороге, что сокращает время реакции.

Спорт и физкультура, в случае регулярных занятий, оздоравливают организм. И если водитель здоров физически, то и на опасность он реагирует быстрее.

При городском движении дорожная ситуация постоянно меняется, и если водитель заранее на это настроен, то и его реакция на внезапную опасность будет лучше, чем у водителя, который расслабился на долгой и однообразной междугородней трассе [6].

Сенсомоторные процессы являются комплексом ответных реакций организма на воздействие внешних раздражителей. В их число входят сложная и простая сенсомоторные реакции, а также сенсомоторная координация.

Простой сенсомоторной реакцией является ответное элементарное движение на внезапно появившийся, но заранее известный сигнал. Простую реакцию характеризует единственный параметр – время.

Сложную сенсомоторную реакцию характеризует время выполнения, вариативность и точность.

Нормальным временем реакции для торможения является 1,0 с, минимальным – 0,5 с и максимальным – 2,0 с.

В случае внезапного появления пешехода на дороге нужно сразу затормозить, однако, время реакции у всех разное [6].

Заключение. Не стоит забывать также и о внешних факторах, негативно влияющих на время реакции, таких как:

- принятие алкоголя, расслабляющего водителя и притупляющего реакцию. Поэтому никогда не управляйте автомобилем, если вы выпили;
- музыка может действовать на водителя как расслабляюще, так и возбуждающе. Однако громкая музыка в любом случае является негативным фактором;
- ароматы также, как и музыка, могут оказывать различное действие на водителя;
- прием медицинских препаратов;
- и самый негативный фактор – мобильный телефон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левкевич, А. М. Условия работы водителя механического транспортного средства / А. М. Левкевич, В. А. Гайдуков, В. А. Левчук // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 68–72.
2. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
3. Сачивко, Е. В. Идентификация опасностей и оценка производственных рисков / Е. В. Сачивко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 95–96.
4. Евтух, Г. Г. Психофизиологические свойства, влияющие на способность водителя воспринимать дорожную информацию / Г. Г. Евтух, Л. А. Попова, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 36–39.
5. Попова, Л. А. Человеческий фактор в организации дорожного движения / Л. А. Попова, Г. Г. Евтух, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 79–81.
6. Синявский, В. А. Профилактика дорожно-транспортных происшествий / В. А. Синявский, В. А. Левчук, В. А. Гайдуков // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 123–125.

Аннотация. Выделены основные факторы, влияющие на безопасное управление автомобилем.

Ключевые слова: водитель, ДТП, фактор, безопасность, скорость.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ И ПЕСТИЦИДОВ АВИАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

И. Т. ЕРМАК¹, канд. биол. наук, доцент
А. В. ДОМНЕНКОВА¹, канд. с.-х. наук, доцент
В. Н. БОСАК², д-р с.-х. наук, профессор
Т. В. САЧИВКО³, канд. с.-х. наук, доцент
И. И. СЕРГЕЕВА⁴, канд. с.-х. наук, доцент

¹Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Республика Беларусь

²ООО «Торговый Дом Торфяные Гуматы»,
Минск, Республика Беларусь

³Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений,
Минск, Республика Беларусь

⁴Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Агрохимикаты (минеральные и органические удобрения, агроメリоранты и регуляторы роста), а также пестициды (средства защиты растений) являются важной составной частью современного земледелия. В почвенно-климатических условиях Республики Беларусь агрохимикаты и пестициды обеспечивают не менее 50 % продуктивности агроценозов [1–7, 10, 11, 13–16, 19, 23–28].

В современной земледелии, наряду с традиционными способами применения агрохимикатов и пестицидов, актуальным является применение сельскохозяйственной авиации, в первую очередь современных беспилотных летающих аппаратов (БПЛА) [9, 12].

Основная часть. При использовании пестицидов и агрохимикатов должны соблюдаться меры безопасности, установленные правовыми актами и указанные на тарных этикетках, а также в рекомендациях по их применению [8, 9, 17, 18, 20–22].

Использование авиации, в том числе БПЛА, при проведении работ по защите сельскохозяйственных культур допускается только в случаях отсутствия возможности применения наземной техники или необходимости проведения обработок в сжатые сроки на больших площадях, по результатам проведения в установленном законодательством порядке санитарно-гигиенической экспертизы. При проведении работ по защите сельскохозяйственных культур преимущественно должны использоваться летательные аппараты, в том числе сверхлегкая авиация и БПЛА, с возможно низкой высотой полета, обеспечивающей целенаправленное поступление пестицидов и агрохимикатов на обра-

батываемые посевы и исключение загрязнения прилегающей территории.

Распыление жидких пестицидов и агрохимикатов с применением воздушного судна, не имеющего системы принудительной вентиляции, разрешается только при использовании герметизированной емкости (бака) для пестицидов и агрохимикатов.

Перед проведением обработок лесных массивов необходимо заблаговременное (не менее чем за 10 дней до начала работ) оповещение населения о запрете выхода в леса и сбора дикорастущих ягод и грибов в сроки, установленные Государственным реестром и рекомендациями по применению конкретных пестицидов и агрохимикатов.

Запрещается проведение авиационно-химических обработок над зонами отдыха населения и расположения оздоровительных учреждений.

При авиаобработке пестицидами и агрохимикатами должны соблюдаться следующие санитарные разрывы:

- от населенных пунктов – 1 км;
- от рыбохозяйственных водоемов, источников хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, скотных дворов, птицеферм, территории государственных заповедников, природных (национальных) парков, заказников – 2 км;
- от мест постоянного размещения медоносных пасек – 5 км;
- от мест выполнения других сельскохозяйственных работ, а также от участков под посевами сельскохозяйственных культур, идущих в пищу без тепловой обработки (лук на перо, петрушка, сельдерей, щавель, горох, укроп, томаты, огурцы, плодово-ягодные культуры и другое), – 2 км. При невозможности соблюдения данных условий авиационная обработка не допускается.

Обработки с использованием авиации проводятся при скорости ветра на рабочей высоте не более 3–4 м/с. Экипажи, вылетающие в район авиационно-химических работ, должны быть снабжены СИЗ, а также аптечкой первой медицинской помощи.

Аэродромы сельскохозяйственной авиации должны располагаться на расстоянии не менее 3 км от населенных пунктов со стороны предполагаемой концевой полосы безопасности и 1 км от населенных пунктов и водоисточников со стороны боковой полосы безопасности.

Аэродромы сельскохозяйственной авиации оборудуются дегазационными площадками для периодической очистки воздушных судов, сельскохозяйственного оборудования, тары и защитной одежды от пестицидов и агрохимикатов. Рабочие растворы, зерновые отравленные приманки готовятся и загружаются в воздушное судно на специально оборудованных загрузочных площадках аэродромов.

При авиационном опрыскивании оборудование должно быть снабжено надежными отсечными устройствами. Запрещается эксплуатация неисправной техники и воздушных судов. До начала авиационных работ командир воздушного судна обязан ознакомиться с картограммой полей, подлежащих обработке, затем осмотреть каждый участок путем личного объезда (или облета) и определить участки, подлежащие выбраковке, как не обеспечивающие безопасность полетов.

Предупредительные знаки выставляются не ближе 500 м от границ обрабатываемого участка и убираются только по истечении установленных карантинных сроков, включая возможные сроки выхода в обработанные лесные массивы, сроки сбора дикорастущих грибов и ягод, сенокосения и выпаса скота.

Командир воздушного судна должен возвратиться на аэродром, если при полете к участку, подлежащему обработке, на нем или в пределах санитарного разрыва (1 000 м от границ обрабатываемого участка) обнаружены люди или домашние животные, и известить представителя организации, в которой планировались обработки.

Сточные воды, образующиеся в процессе мойки воздушных судов и их оборудования, должны собираться в специально оборудованные приемники и подвергаться обезвреживанию. В качестве метода обезвреживания может быть использована схема нейтрализации сточных вод при заполнении ям-приемников наполовину (объем вод проверяют по стационарной мерной линейке, установленной в приемнике). При загрязнении сточных вод одним пестицидом нейтрализация проводится средствами избирательного обезвреживания для конкретного химического вещества; если смывные воды загрязнены несколькими пестицидами, нейтрализация проводится едким натром. Сброс обезвреженных и очищенных сточных вод в системы водоотведения или поверхностные водоемы осуществляется в соответствии с требованиями.

Заключение. Все работы по применения агрохимикатов и пестицидов авиационным методом, в том числе при применении современных БПЛА, следует осуществлять в строгом соответствии с действующими требованиями охраны труда, что исключит случаи производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также обеспечивает экологические нормативы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрономическая эффективность применения гуминового удобрения Гумат Рост при возделывании сельскохозяйственных культур / И. И. Сергеева [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2026. – № 2.

2. Босак, В. М. Агразкалагічныя аспекты выкарыстання арганічных ўгнаенняў / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамнянкова // Химическая технология и техника. – Минск: БГТУ, 2025. – С. 464–467.
3. Босак, В. М. Агразкалагічныя аспекты выкарыстання мінеральных ўгнаенняў / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамнянкова // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2026. – С. 256–259.
4. Босак, В. М. Арганічныя ўгнаенні: роля ў забеспячэнні харчовай бяспекі і ўзнаўленні глебавай урадлівасці / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, Н. У. Улаховіч // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 22–24.
5. Босак, В. М. Асаблівасці выкарыстання вермікапоста ў аграбіяцэнозе / В. М. Босак, В. М. Марцуль, С. Л. Максімава // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы, перспективы. – Минск, 2013. – С. 57–61.
6. Босак, В. М. Выкарыстанне ўгнаенняў у севазваротах і іх аграэканамічная эфектыўнасць / В. М. Босак, А. Ф. Смяяновіч // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно, 2015. – С. 24–25.
7. Босак, В. Н. Когда растения «голодают» / В. Н. Босак // Хозяин. – 2011. – № 6. – С. 16–17.
8. Босак, В. Н. Обеспечение безопасности при работе с пестицидами и удобрениями / В. Н. Босак // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК. – Минск: БГАТУ, 2014. – С. 396–399.
9. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеевко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
10. Босак, В. Н. Чем, как и когда подкормить сад / В. Н. Босак // Хозяин. – 2012. – № 7. – С. 8.
11. Вирулентность листовой ржавчины пшеницы – *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. ex. Desm / Ш. К. Шапалов [и др.] // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия аграрных наук. – 2015. – № 5 (30). – С. 79–85.
12. Влияние беспилотных транспортных средств на производственную экосистему / М. А. Малей, А. Р. Созоник, М. И. Усенко, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 12–14.
13. Возрастная устойчивость сортов яровой пшеницы к листовой ржавчине (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. ex. Erikss et Henn) / Ш. К. Шапалов, Ж. С. Тилеубаева, В. Н. Босак [и др.] // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия аграрных наук. – 2015. – № 5 (30). – С. 86–92.
14. Исследование влияния минеральных солей на активацию фосфоритов Каратау / О. И. Ларионова, А. Ф. Минаковский, В. И. Шатило [и др.] // Новейшие достижения в области инновационного развития в химической промышленности и производстве строительных материалов. – Минск, 2015. – С. 187–190.
15. Марцуль, В. М. Бягумус у сістэме ўгнаення сельскагаспадарчых культур / В. М. Марцуль, В. М. Босак // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси. – Минск, 2009. – С. 191–192.
16. Скрининговая устойчивость районированных и перспективных сортов яровой пшеницы к видам ржавчины / Ш. К. Шапалов, Ж. С. Тилеубаева, В. Н. Босак [и др.] // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия биологическая и медицинская. – 2015. – № 6. – С. 169–175.

17. Стаина, В. А. Охрана труда при работе с минеральными удобрениями / В. А. Стаина, Я. В. Сергачёва, М. П. Акулич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 244–246.
18. Требования охраны труда при работе с пестицидами и удобрениями / М. П. Акулич, О. В. Малашевская, Н. В. Ключкова [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2022. – Вып. 7. – С. 3–6.
19. Улахович, Н. В. Биологическая ценность и аминокислотный состав зернобобовых культур в зависимости от применения минеральных удобрений / Н. В. Улахович, В. Н. Босак, Т. В. Сачивко // Вестник БГСХА. – 2025. – № 3. – С. 24–28.
20. Улахович, Н. В. Особенности мероприятий по охране труда при работе с удобрениями и агроメリорантами / Н. В. Улахович, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 99–100.
21. Швецов, С. И. Требования охраны труда при применении удобрений и пестицидов в защищенном грунте / С. И. Швецов, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 89–91.
22. Шик, А. В. Внесение агрохимикатов авиационным и наземным способом – аспекты безопасности / А. В. Шик, Д. Ю. Босак, М. В. Цайц // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 42–44.
23. Эффективность применения гуминового удобрения Гумат Рост в агробиоценозах / Г. П. Шушкевич, В. Н. Босак, О. А. Соколов [и др.] // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2025. – № 4. – С. 16–20.
24. Эффективность применения биоудобрения СояРиз на фоне минеральных удобрений при возделывании сои в почвенно-климатических условиях Беларуси / Л. Е. Картыжова, З. М. Алешенкова, И. В. Семенова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань, 2018. – С. 158–163.
25. Эффективность применения регулятора роста эпин при возделывании сои и спаржевой фасоли / В. Н. Босак, О. Н. Минюк, В. А. Хрипач, Т. В. Колоскова // Фитогормоны, гуминовые вещества и другие биорациональные пестициды в сельском хозяйстве. – Минск, 2011. – С. 28.
26. Application of Humic Fertilizer Gumat Rost in Agrobiocenoses / V. N. Bosak, T. V. Sachivko, I. I. Sergeeva [et al.]. – Minsk, 2026. – 24 p.
27. Bosak, V. Application of saponite-containing basaltic tuffs to improve the cultivation of agricultural crops / V. Bosak, T. Sachyuka // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Евразии. – Улаанбаатар: МААН, 2023. – С. 284–286.
28. Monitoring of wheat leaf rust (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. ex. Desm) in the Southeast of Kazakhstan / Sh. K. Shapalov, Zh. S. Tileubayeva, V. N. Bosak [et al.] // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия биологическая и медицинская. – 2015. – № 6. – С. 175–181.

Аннотация. Приведены основные требования охраны труда при работе с пестицидами (средствами защиты) и агрохимикатами в АПК при применении сельскохозяйственной авиации.

Ключевые слова: охрана труда, сельское хозяйство, пестициды, агрохимикаты, сельскохозяйственная авиация.

НОВЫЕ ФОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ К АТТЕСТАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ ПО УСЛОВИЯМ ТРУДА

Е. Л. ИОНАС, канд. с.-х. наук, доцент
И. И. СЕРГЕЕВА, канд. с.-х. наук, доцент
М. В. ЦАЙЦ, канд. техн. наук, доцент
О. В. МАЛАШЕВСКАЯ, канд. с.-х. наук

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Аттестация рабочих мест в Беларуси – это комплекс мер, который включает в себя выявление рабочих мест с вредными условиями труда, их оценку, а также разработку мероприятий по улучшению условий труда [1–7].



На основании приказа о проведении аттестации рабочих мест аттестационная комиссия:

1	ОСУЩЕСТВЛЯЕТ организацию, проведение аттестации и контроль за ее ходом	4	УСТАНОВЛИВАЕТ соответствие наименования профессий и должностей ОКРБ 014-2017 «Занятия»
2	ФОРМИРУЕТ необходимую для проведения аттестации нормативную правовую базу и организует ее изучение	5	ОПРЕДЕЛЯЕТ исполнителей для оценки условий труда и проводит иные процедуры по аттестации рабочих мест
3	ОПРЕДЕЛЯЕТ перечень рабочих мест, подлежащих аттестации	6	ОЗНАКАМЛИВАЕТ работников с результатами аттестации



С 31 августа 2025 г. вступили в силу изменения к Инструкции по оценке условий труда, при аттестации рабочих мест по условиям труда, утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь № 85 от 18 августа 2025 г.

Эти нововведения направлены на улучшение процедуры оценки условий труда, повышение точности и ответственности при аттестации, а также усиление механизмов защиты прав работников [8].

В данной публикации приведены ключевые уточнения порядка оценки условий труда.

Основная часть. Новые формы и требования к аттестации рабочих мест по условиям труда четко регламентируют процесс воздействия факторов производственной среды и трудового процесса. Акцент сделан на необходимости проведения оценки именно на тех рабочих местах, где работник осуществляет трудовую деятельность полный рабочий день.

Введена обязанность подтверждать результаты оценки документально с использованием протоколов измерений обновленных форм.

Оценка проводится с учетом комплексного анализа – учитываются как физические, химические, биологические факторы, так и напряженность, тяжесть трудового процесса.

Вредные и опасные условия труда подразделены по четырем классам общей вредности и степеням внутри третьего класса (степени с 1 по 4) (таблица).

Классификация условий труда

1-й класс	Оптимальные – нормальные условия, которые допускаются для всех работников
2-й класс	Допустимые – условия труда, ведущие к таким нарушениям в организме человека, которые естественным образом восстанавливаются к наступлению следующей рабочей смены, дня
3-й класс	Вредные – условия, результатом воздействия которых на организм работника может стать заболевание или снижение работоспособности и (или) отрицательное влияние на здоровье потомства; восстановление не происходит до наступления следующего дня, смены (условия труда 3 класса подразделяются на 4 степени вредности: 3.1, 3.2, 3.3, 3.4)
4-й класс	Опасные – условия, из-за которых может наступить внезапное резкое ухудшение здоровья, травма, смертельный исход

Определены более строгие критерии отнесения условий труда к различным степеням вредности, что обеспечивает более точное выявление рисков для здоровья работников.

Важной частью является обязательное проведение объективных измерений для подтверждения вредных условий.

Измерения факторов производственной среды рекомендуется проводить в течение календарного года с обязательным документальным оформлением результатов.

Допущена возможность выборочных измерений на идентичных рабочих местах (минимум 20 % от общего числа), если обусловленные условия труда на них одинаковы.

В инструкциях усилены требования к стандартизации методик измерений, что повышает достоверность данных.

Постановление обязывает использовать обновленные унифицированные формы протоколов лабораторных измерений, актов обследования рабочих мест и карт аттестации. Это позволяет создавать прозрачную, стандартизированную и легко контролируемую систему документации.

Применение единых форм облегчает подготовку отчетности и взаимодействие с государственными контролирующими органами.

Внесены дополнения для более корректного учета специфики вредных и опасных факторов в различных сферах деятельности (например, в строительстве, промышленности, сельском хозяйстве). Эти поправки позволяют более точно учитывать условия, связанные с особенностями каждой профессии и отрасли, что способствует правильному начислению компенсаций и улучшению режимов труда.

Введены новые требования по информированию работников о результатах аттестации рабочих мест и мерах по улучшению условий труда.

Утверждена процедура документального подтверждения ознакомления работников с результатами оценки условий труда, что увеличивает прозрачность и повышает ответственность работодателей.

Усилен контроль со стороны государственных органов за соблюдением работодателями прав работников в части охраны труда [8–11].

Заключение. Эти нововведения напрямую влияют на работодателей и службы охраны труда предприятий:

1. Обеспечивают более объективную и всестороннюю оценку условий труда.
2. Помогают выявлять риски для здоровья и принимать меры по их устранению.
3. Способствуют улучшению условий труда и сокращению профессиональных заболеваний.
4. Упрощают ведение отчетности и взаимодействие с контролирующими органами.

5. Усиливают право работников на получение полной и достоверной информации о состоянии условий труда.

Пересмотренный порядок аттестации рабочих мест и оценка условий труда, утвержденные постановлением Министерства труда и социальной защиты № 85 от 18.08.2025, призваны повысить качество охраны труда в Беларуси, обеспечить законность и прозрачность процедур, а также защитить права работников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андруш, В. Г. Охрана труда / В. Г. Андруш, Л. Т. Ткачева, Т. П. Кот. – Минск: РИВШ, 2021. – 620 с.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.
3. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеев, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
4. Босак, В. Н. Охрана труда, охрана окружающей среды и энергосбережение / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль. – Горки: БГСХА, 2023. – 107 с.
5. Бычко, Д. Г. Аттестация рабочих мест по условиям труда, в том числе новых / Д. Г. Бычко // Охрана труда и социальная защита. – 2025. – № 1. – С. 33–47.
6. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
7. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.
8. Аттестация рабочих мест по условиям труда: новые формы и требования Минтруда [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://ilex.by/news/attestatsiya-rabochih-mest-po-usloviyam-truda-novye-formy-i-trebovaniya-mintruda/>. – Дата доступа: 17.10.2025.
9. Емельянова, К. С. Проводим аттестацию рабочих мест по условиям труда / К. С. Емельянова // Экология на предприятии. – 2025. – № 2. – С. 82–87.
10. Емельянова, К. С. Проводим аттестацию рабочих мест по условиям труда / К. С. Емельянова // Экология на предприятии. – 2025. – № 3. – С. 824–95.
11. Карчевский, И. А. Об оценке условий труда, медосмотрах и стажировке учащихся / И. А. Карчевский, Д. Н. Томашев // Охрана труда и социальная защита. – 2024. – № 6. – С. 77–80.

Аннотация. Рассмотрены изменения и дополнения в проведении аттестации рабочих мест по условиям труда. Утвержденные изменения и дополнения позволяют конкретизировать отдельные процедуры и улучшить процесс проведения аттестации по условиям труда.

Ключевые слова: охрана труда, аттестация рабочих мест, безопасность, оценка условий труда, вредные и опасные вещества.

ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ С ПЕСТИЦИДАМИ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Е. Л. ИОНАС, канд. с.-х. наук, доцент
М. А. ЛИСОВСКАЯ, студентка

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Расширение тепличного производства и внедрение технологий непрерывного выращивания растений обуславливают необходимость использования эффективных химических препаратов для их защиты. При этом использование подобных веществ в закрытых помещениях представляет собой потенциальную опасность: малая вентиляция, высокая влажность и температуры внутри теплиц ускоряют концентрацию вредных испарений и оказывают негативное воздействие на здоровье персонала [1–3].

В 2025 г. вопросы безопасности при обращении с ядохимикатами регулируются обновленными санитарными нормами и правилами охраны труда, которые призваны минимизировать вероятность профессиональных заболеваний и производственного травматизма. Соблюдение этих требований – это не только юридическая обязанность работодателя, но и критическое условие сохранения здоровья персонала.

Основная часть. Постановление Министерства Здравоохранения Республики Беларусь 11 декабря 2024 г. № 171 «Санитарно-эпидемиологические требования к применению средств защиты растений, агрохимикатов и минеральных удобрений» заменило собой и пришло на смену утратившим силу Постановления № 149 (2012 г.) и № 40 (2016 г.) [4–6].

В новом Постановлении № 171 впервые четко прописан запрет на использование средств защиты растений (СЗР) на территориях:

- учреждений образования всех уровней (детские сады, школы, вузы);
- санаторно-курортных и оздоровительных организаций;
- организаций здравоохранения и физической культуры;
- объектов торговли и общественного питания.

Четко установлено расстояние не менее 10 метров между работниками при ручной/ранцевой обработке.

Введен абсолютный запрет на фумигацию в подвальных помещениях жилых домов (ранее допускались исключения при определенных условиях).

В редакциях 2012 и 2016 гг. не учитывались современные методы внесения СЗР. Постановление № 171 впервые адаптировано под использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для защиты растений. Также значительно упростило регулирование безопасности труда, предлагая более понятные и однозначные требования, что положительно скажется на их практическом применении.

Вступившие в силу с 15 февраля текущего года обновленные санитарно-эпидемиологические нормы предъявляют более строгие условия работы в тепличном комплексе:

При применении штангового или ранцевого оборудования несколькими сотрудниками важно поддерживать расстояние минимум в десять метров между участками обработки, чтобы обеспечить движение в едином направлении (исключая возможность попадания аэрозоля на коллег). Запрещено проводить фумигацию в присутствии людей или в непосредственной близости от жилых зданий. Обработка отдельных теплиц требует полной герметизации помещений и информирования персонала о времени дегазации.

Рабочие растворы следует подготавливать в специально определенных местах – так называемых растворных узлах, которые оборудованы системой вытяжной вентиляции и средствами обеспечения личной гигиены (умывальником, мылом, медикаментами).

Гигиенические нормы предписывают избегать приема пищи, курения и употребления жидкости непосредственно в рабочей зоне. Оборудование зон отдыха и питания должно производиться на безопасном расстоянии от места обработки – как минимум триста метров с учетом направления ветра при выполнении обширных работ.

Операции с использованием пестицидов должны оформляться в специализированном журнале, содержащем сведения о дате, времени проведения, названии применяемого препарата и персональных данных ответственного за операцию сотрудника.

Работа с пестицидами в закрытом грунте требует неукоснительного соблюдения правил техники безопасности и является сложным, но необходимым процессом, который предполагает высокую ответственность как администрации предприятия, так и самих работников. Современные тенденции в развитии сельского хозяйства, отличающиеся увеличением интенсивности производства и высокими стандартами

экологической безопасности, делают формальное отношение к защите недопустимым [7–8].

Заключение. Предотвращение отравлений и профессиональных заболеваний требует комплексного подхода к обеспечению безопасности труда. Ошибки при работе с агрохимикатами могут иметь отдаленные негативные последствия, поэтому профилактика всегда важнее реагирования на возникающие проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
2. Требования охраны труда при работе с пестицидами и удобрениями / М. П. Акулич, О. В. Малашевская, Н. В. Клочкова [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2022. – Вып. 7. – С. 3–6.
3. Швецова, С. И. Требования охраны труда при применении удобрений и пестицидов в защищенном грунте / С. И. Швецова, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 89–91.
4. Санитарно-эпидемиологические требования к применению средств защиты растений, агрохимикатов и минеральных удобрений: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11.12.2024 № 171.
5. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к применению, условиям перевозки и хранения пестицидов (средств защиты растений), агрохимикатов и минеральных удобрений», Гигиенического норматива «Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 27.09.2012 № 149.
6. О внесении дополнений в постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 27 сентября 2012 г. № 149: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 02.03.2016 № 40.
7. Миренков, Ю. А. Химические средства защиты растений / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, С. В. Сорока. – Несвиж, 2011. – 342 с.
8. Какие средства индивидуальной защиты используются в обработке [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://gvarta.com/articles/kakie-sredstva-individualnoj-zashchity-ispolzuyutsya-v-obrabotke-rastenij/>. – Дата доступа: 07.10.2025.

Аннотация. Рассмотрены действующие в настоящее время меры безопасности при проведении химических обработок в закрытых помещениях защищенного грунта.

Ключевые слова: охрана труда, безопасность, пестициды, защищенный грунт, рабочие растворы.

ПОВЫШЕНИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

И. А. КАТУШЁНОК, студент
С. А. КОРЧИК, ст. преподаватель
Е. В. ШЕЛЕГОВА, аспирант

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Производственный травматизм в аграрном секторе продолжает представлять собой серьезную проблему в области охраны труда. Комбинация интенсивного физического труда, взаимодействия с сельскохозяйственной техникой и животными, применения агрохимикатов и влияния неблагоприятных погодных явлений существенно увеличивает вероятность возникновения несчастных случаев [1–4].

Сельскохозяйственная техника является главным фактором, обуславливающим травматизм в сельском хозяйстве. В Республике Беларусь, где аграрная деятельность сильно зависит от сезонности, вероятность несчастных случаев, связанных с эксплуатацией машин, возрастает в периоды наибольшей загруженности. В связи с этим, наряду с необходимостью разработки и внедрения технических средств обеспечения безопасности и эффективного управления рисками, особое значение приобретает формирование у работников осознанного отношения к безопасности в качестве приоритетной ценности, основанного на стремлении к обеспечению максимальной степени защиты от потенциальных угроз и опасностей. Это требует систематической работы по повышению культуры безопасности труда [5–9].

Основная часть. По данным статистики, около 96 % всех травм и происшествий, происходящих на производстве связаны с опасными действиями самого работника и только 4 % – с условиями труда на рабочем месте. Наиболее распространенные травмы: придавливания и раздавливания (опрокидывание трактора), защемления и отрывы конечностей (ВОМ, режущие и подающие механизмы), переломы при высадке/посадке, ожоги и возгорания, отравления химикатами при работе с пестицидами. Основными причинами является: техническая неисправность, отсутствие ограждений, неправильная эксплуатация, усталость операторов в сезон пиковой нагрузки, недостаточные или

формальные инструктажи у сезонных работников, нарушение потерпевшими трудовой дисциплины, личная неосторожность.

Анализ причин несчастных случаев показывает их прямую зависимость от личной ответственности и мотивированности на выполнение норм и требований по охране труда.

По оценке Международной организации труда, ежегодно регистрируется 340 млн несчастных случаев на производстве и 160 млн человек с профессиональными заболеваниями. Все это говорит о неразвитой культуре безопасности и пренебрежениями требований охраны труда.

Обеспечение безопасности производственных процессов продолжает оставаться ключевым аспектом для устойчивого функционирования производства. Это напрямую зависит от отношения работников и должностных лиц к безопасности, их готовности справляться с поставленными задачами и наличия мотивации для безопасного выполнения своих обязанностей.

Снижение травматизма на рабочих местах начинается с формирования культуры безопасности. Одним из ее элементов является метод Dutch Reach – это способ открытия дверей транспортных средств, который подразумевает использование руки, противоположной двери (например, правой руки для пассажира, выходящего из автомобиля с левой стороны). Это заставляет человека поворачиваться корпусом и смотреть назад, что позволяет заметить приближающийся транспорт.

В сфере сельского хозяйства, особенно в период сезонных работ, использование метода Dutch Reach может существенно помочь в предотвращении дорожно-транспортных происшествий и инцидентов рядом с транспортными средствами. В аграрной деятельности активно применяются тракторы, грузовики и прочие виды транспорта, и безопасное открытие дверей способствует снижению вероятности наезда на рабочих или другую технику, находящуюся вблизи. Для сезонных сотрудников, а также при работе в условиях высокой нагрузки и сменного графика, применение данной практики может способствовать снижению транспортного травматизма и улучшению общей культуры безопасности.

Метод Dutch Reach способствует повышению осознанности и снижению числа дорожно-транспортных происшествий, что имеет особое значение в сельскохозяйственных предприятиях. В условиях интенсивной эксплуатации сельскохозяйственной техники и передвижения работников на больших территориях, данная практика является важным элементом безопасности. Сезонные изменения, такие как туман

или осадки, способны оказывать негативное воздействие на видимость и создавать риски при выполнении маневров. Внедрение Dutch Reach может существенно снизить количество дорожно-транспортных происшествий и повысить уровень безопасности работников.

Для внедрения метода Dutch Reach в инструкции по охране труда следует соблюдать несколько ключевых этапов:

- разъяснение сути и пользы Dutch Reach. В инструкциях необходимо четко объяснять принцип: открывать дверь транспортного средства рукой, противоположной стороне двери, чтобы корпус поворачивался и обеспечивался обзор сзади. Это помогает заметить приближающийся транспорт или других работников и избежать травм;

- включение пошаговых инструкций с визуализацией. Обучающие материалы должны содержать наглядные схемы или фотографии, показывающие правильное выполнение Dutch Reach. Желательно добавить короткие видео для практического восприятия;

- обучающие тренинги и практические занятия. Для сезонных работников целесообразно проводить краткие вводные тренинги при начале смены, с акцентом на правила безопасного выхода из транспортных средств с использованием Dutch Reach;

- учет сезонных и климатических особенностей. В инструкции нужно учитывать условия видимости и дорожной обстановки в разное время года, а также обеспечить напоминания о важности соблюдения метода при неблагоприятных погодных условиях;

- мониторинг и контроль соблюдения. Внедрить систему наблюдения или оценки корректного применения метода на рабочем месте, чтобы закрепить навык и при необходимости корректировать поведение работников;

- внедрение в общие правила охраны труда. Включить Dutch Reach в официальные документы, регламентирующие поведение при использовании транспорта в сельхозпредприятии, с обязательным ознакомлением каждого работника.

Заключение. Приоритетной задачей формирования культуры безопасности на предприятиях является развитие у каждого сотрудника такого уровня осознанности, при котором выполнение производственных задач исключает возможность совершения действий, ставящих под угрозу безопасность. Это достигается, когда работник неукоснительно соблюдает все предписания, нормы и установленные порядки, даже в отсутствие прямого контроля со стороны руководства.

Внедрение системы информационного обеспечения, образовательных мероприятий и надзора обеспечит успешное включение метода Dutch Reach в документацию по охране труда и в учебные программы для работников агропромышленного комплекса. Такой подход способствует повышению уровня безопасности на рабочих местах и уменьшению вероятности дорожно-транспортных инцидентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Травматизм на производстве: причины, состояние и мероприятия по снижению / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 1 (32). – С. 2–6.
2. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 188–193.
3. Травматизм на производстве: состояние и мероприятия по снижению / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, И. Е. Жабровский // Основные направления кардинального роста эффективности АПК в условиях цифровизации. – Казань, 2019. – С. 344–348.
4. Улаховіч, Н. У. Прычыны вытворчага траўматызму ў Рэспубліцы Беларусь / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 90–92.
5. Босак, В. Н. Значение человеческого фактора в обеспечении безопасности труда / В. Н. Босак, И. Е. Жабровский // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 294–298.
6. Босак, В. Н. Роль человеческого фактора в обеспечении безопасности труда / В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 4.
7. Гуров, В. А. Поведенческая безопасность на производстве / В. А. Гуров, Е. В. Смирнова // Безопасность труда в промышленности. – 2021.
8. Доклад о соблюдении законодательства о труде и об охране труда в Республике Беларусь в 2024 году // Департамент государственной инспекции труда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://storage.git.gov.by/source/>. – Дата доступа: 04.11.2025
9. Корчик, С. А. Формирование корпоративной культуры как элемента системы управления охраной труда / С. А. Корчик, Т. В. Молош, М. В. Чижик // Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК. – Минск: БГАТУ, 2025. – С. 519–524.

Аннотация. Проведен анализ причин травматизма в сельском хозяйстве. Предложены мероприятия по обеспечению безопасности труда в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: травматизм, риски, техника, метод, безопасность.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР И БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

С. В. КИСЕЛЕВ¹, канд. техн. наук
А. В. ДОМНЕНКОВА¹, канд. с.-х. наук, доцент
В. Н. БОСАК², д-р с.-х. наук, профессор
Т. В. САЧИВКО³, канд. с.-х. наук, доцент
И. И. СЕРГЕЕВА⁴, канд. с.-х. наук, доцент

¹Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Республика Беларусь

²ООО «Торговый Дом Торфяные Гуматы»,
Минск, Республика Беларусь

³Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений,
Минск, Республика Беларусь

⁴Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Значительную роль в повышении безопасности труда играет человеческий фактор. По мере совершенствования техники и технологии, повышением их надежности и безопасности роль человеческого фактора будет возрастать, поскольку на общем фоне технических поломок и происшествий значимость ошибки человека при принятии решения приобретает все большее значение [1–25].

Основная часть. В результате трудовой деятельности возникают три вида психологических состояний человека: а) длительные, определяющие отношение человека к выполняемой им работе и его общий психологический настрой; б) временные, возникающие из-за различных нарушений в выполнении производственного процесса; в) периодические, связанные с изменением работоспособности.

Устойчивость работника к тем или нестандартным ситуациям на производстве определяют путем проведения профессионального отбора. Профессиональный отбор направлен на выявление людей, у которых процесс обучения дает максимальный эффект при минимальном времени обучения и личностные качества которых позволяют использовать их на работах со специфическими условиями труда.

Психологические причины возникновения опасных ситуаций:

1. Нарушение мотивации действий человека, что проявляется в нежелании выполнения действий, обеспечивающих безопасность. Это состояние возникает, если человек недооценивает опасность, критически относится к рекомендациям, обеспечивающим безопасность.

2. Нарушение ориентации действий человека, что выражается в незнании норм и способов обеспечения безопасности, правил эксплуатации оборудования, выполнении трудовых процессов.

3. Нарушение исполнительской дисциплины, что связано с невыполнением правил и инструкций по безопасности в связи с несоответствием психофизических возможностей человека требованиям данной работы.

Определение психофизиологических причин позволяет наметить основные способы их устранения. Устранение причин первого типа достигается пропагандой, воспитанием и образованием в области безопасности труда; второго типа – выработкой навыков и приемов безопасных действий; третьего типа – профессиональным отбором, периодическими медицинскими освидетельствованиями, в первую очередь для специфических видов трудовой деятельности.

На надежность персонала влияют совокупность эмоциональных, волевых, мотивационных, интеллектуальных и других личностных качеств, обеспечивающих точное, безошибочное, адекватное восприятие сложившейся ситуации, своевременное и успешное выполнение регламентированных функций в различных режимах работы.

Профессиональная надежность работника проявляется в работоспособности и функциональной готовности его психики работать в нормальных и экстремальных условиях на заданном уровне качества.

В процессе трудовой деятельности выделяются три основные функциональные состояния организма человека: нормальное, пограничное, патологическое.

В процессе рабочего дня выделяют также несколько периодов, которые отличаются производительностью работающего, они получили название стадий (фазы) работоспособности:

I. *Стадия вбратывания* включает подстадию активизации психофизиологических систем (первичная мобилизация) – наблюдается в момент начала деятельности и длится до нескольких минут, происходит активизация анализаторов и переход организма в состояние готовности к восприятию информации. На психологическом уровне происходит построение плана деятельности и мысленное «проигрывание» ее ключевых этапов – гипермобилизация, поиск наиболее адекватного приспособления к требованиям деятельности – гиперкомпенсация.

II. *Стадия оптимальной работоспособности* характеризуется стабильными параметрами деятельности организма. Она определяется как «устойчивое рабочее состояние» или состояние «функционального комфорта», отражающее оптимальность психофизиологических затрат (высокая продуктивность достигается минимальными затратами).

III. *Стадия полной компенсации* – снижение работоспособности и развитие начальных признаков состояния утомления, субъективно пе-

реживаемом как состояние усталости. Компенсация утомления происходит за счет волевых усилий и активизации физиологических механизмов, что отражается в более высоких, чем в период вработываемости, вегетативных сдвигах и развитии состояния нервно-психического напряжения.

IV. *Стадия неустойчивой компенсации* (или выраженного утомления) характеризуется нарастающим утомлением и снижением работоспособности. В этом состоянии наблюдается выраженное чувство утомления и разнообразные по направленности и интенсивности изменения психофизиологических показателей.

V. *Стадия «конечного прорыва»* – в конце работы может происходить кратковременное повышение продуктивности за счет привлечения «неприкосновенных» психофизиологических резервов организма.

VI. *Стадия декомпенсации* – прогрессивное снижение работоспособности, когда быстро нарастают симптомы утомления, снижается продуктивность и эффективность работы и наблюдаются значительные сдвиги во всех психофизиологических показателях, связанных с системами активации, дальнейшее выполнение деятельности может и должно быть прекращено.

Работоспособность человека меняется также в течение суток. Первая фаза длится с 6 ч утра до 15 ч, делится на фазы: 6–10 ч (вработываемость), 10–12 ч (высокая работоспособность), 13–15 ч (спад работоспособности). Вторая фаза продолжается с 15 до 22 ч, делится на фазы: 15–16 ч, 16–19 ч (высокая работоспособность), 19–22 ч. Третья фаза длится с 22 ч до 6 ч утра, делится на фазы 22–23 ч, 23–24 ч (высокая работоспособность), 1–6 ч. Критическими часами являются 2-й, 3-й и 4-й часы ночи, когда значительно возрастает уровень брака в объеме выпуска продукции, травматизм, аварийные ситуации. Все это нужно учитывать при организации режима труда и отдыха работающего, в том числе при планировании технических и обеденных перерывов.

Наблюдается изменение работоспособности по дням недели. Фаза нарастающей работоспособности характерна для понедельника, высокой работоспособности – для вторника, среды и четверга, развивающегося утомления – для пятницы и особенно субботы. У человека выражены и сезонные колебания работоспособности. В переходное время года, особенно весной, у многих людей появляются вялость, утомляемость, снижается интерес к работе (весеннее утомление).

Наряду с монотонностью труда, отрицательным образом на работоспособность человека влияет гиподинамия. При этом из-за ограниче-

ния двигательной активности изменяются многие нервно-мышечные функции организма. Антропометрические характеристики человека определяются размерами тела человека и его отдельных частей. Учет этих особенностей является обязательным условием безопасности труда, так как они позволяют рассчитывать пространственную организацию рабочего места, устанавливать зоны досягаемости и видимости, размеры конструктивных параметров рабочего места и приспособлений.

Заключение. Человеческий фактор в современном производстве играет существенную роль в обеспечении безопасности труда, что делает необходимым учет его особенностей для предотвращения производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бараш, В. П. Контроль аховы працы ў Рэспубліцы Беларусь / В. П. Бараш, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 23–25.
2. Бараш, В. П. Обеспечение техносферной безопасности в современных условиях производства / В. П. Бараш, И. И. Сергеева // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 3–4.
3. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, А. С. Алексеев, Н. А. Невестенко [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.
4. Божанов, А. А. Роль человеческого фактора в процессе обеспечения безопасности и результативности труда в сельскохозяйственных организациях / А. А. Божанов, И. В. Лопатин // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 8. – С. 45–50.
5. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, К. Т. Жантасов, М. К. Жантасова. – Шымкент, 2022. – 280 с.
6. Босак, В. Н. Значение человеческого фактора в обеспечении безопасности труда / В. Н. Босак, И. Е. Жабровский // Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК. – Минск: БГАТУ, 2017. – С. 294–298.
7. Босак, В. Н. Организация рабочего времени с учетом фаз работоспособности / В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 36.
8. Босак, В. Н. Роль человеческого фактора в обеспечении безопасности труда / В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 4.
9. Гершгорин, В. С. Человеческий фактор и культура безопасности в производственной деятельности / В. С. Гершгорин, Л. П. Петухова. – Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2016. – 447 с.
10. Гетьман, В. В. Отношение граждан Республики Беларусь к страхованию жизни и здоровья / В. В. Гетьман, Е. Д. Богдан, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. – Минск, 2016. – С. 44–45.
11. Зубец, А. В. Особенности обеспечения охраны труда в строительстве / А. В. Зубец, В. Н. Босак, Н. В. Улахович // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2026.

12. Качаноўская, Г.-М. В. Прапаганда аховы працы ў сельскай гаспадарцы / Г.-М. В. Качаноўская, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 63–64.
13. Кляпицкая, И. А. Обеспечение безопасности труда при организации рабочих мест / И. А. Кляпицкая, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 47–48.
14. Кондраль, А. Е. Производственный контроль охраны труда на предприятиях АПК / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак, М. В. Цайц // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2025. – Вып. 10. – С. 47–51.
15. Кондраль, А. Е. Региональные аспекты охраны труда при выполнении работ на высоте / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2026. – № 1.
16. Мурадян, Д. В. Роль личностного фактора в возникновении производственного травматизма / Д. В. Мурадян, Е. Н. Пуховский, А. Е. Кондраль // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 62–63.
17. Никитин, В. С. Анализ факторов, влияющих на формирование условий труда / В. С. Никитин, Л. Н. Бердникова // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 178–180.
18. Попова, Л. А. Человеческий фактор в организации дорожного движения / Л. А. Попова, Г. Г. Евтух, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 79–81.
19. Рыбалкин, В. В. Человеческий фактор и безопасность / В. В. Рыбалкин, Б. В. Зубков. – Москва: МГТУГА, 2011. – 68 с.
20. Усенко, М. И. Эффективные методы пропаганды охраны труда / М. И. Усенко, А. Р. Созоник, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 22–23.
21. Хирса, Р. А. Влияние глобализации на производство продуктов питания / Р. А. Хирса, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 108–110.
22. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.
23. Щеглова, К. Ю. Влияние похвалы на работоспособность / К. Ю. Щеглова, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 24–25.
24. Щеглова, К. Ю. Работоспособность и наличие домашних животных на рабочем месте / К. Ю. Щеглова, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 245–246.
25. Radiation risks for tourists in the belarusian exclusion zone / I. T. Yermak, A. V. Domnenkova, V. N. Shtepa, V. N. Bosak // Система управления экологической безопасностью. – Екатеринбург: УрФУ, 2025. – С. 349–353.

Аннотация. Рассмотрена роль человеческого фактора в обеспечении безопасности труда при организации производственных процессов в современной экономике.

Ключевые слова: безопасность труда, человеческий фактор, психофизиологические особенности, работоспособность.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ СЛУЖБЫ ОХРАНЫ ТРУДА ОРГАНИЗАЦИИ

А. Е. КОНДРАЛЬ¹, канд. техн. наук, доцент
В. Н. БОСАК², д-р с.-х. наук, профессор
Т. В. САЧИВКО³, канд. с.-х. наук, доцент
М. П. АКУЛИЧ⁴, ст. преподаватель

¹Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

²ООО «Торговый Дом Торфяные Гуматы»,
Минск, Республика Беларусь

³Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений,
Минск, Республика Беларусь

⁴Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Соблюдение законодательства и требований охраны труда в зависимости от специфики производства является важной составной частью предотвращения производственного травматизма и профессиональных заболеваний [1, 3–6, 11, 13–15, 17–21].

Важнейшая роль в обеспечении охраны труда в организации принадлежит службе охраны труда, специалисты которой обеспечивают выполнение различных аспектов охраны труда [2, 7, 9, 12].

Основная часть. В Республике Беларусь работа службы охраны труда регламентируется Типовым положением о службе охраны труда организации: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь № 98 от 30.09.2013 (в ред. № 42 от 30.04.2020).

Структура и численность службы охраны труда устанавливаются в зависимости от численности работников, характера и степени опасности факторов производственной среды и трудового процесса, наличия опасных производственных объектов, работ с повышенной опасностью и удаленности структурных подразделений друг от друга.

Служба охраны труда подчиняется непосредственно руководителю организации или уполномоченному в соответствии с системой управления охраной труда его заместителю. Служба охраны труда осуществляет свою деятельность во взаимодействии:

- со структурными подразделениями организации;
- с контролирующими (надзорными) органами, с профессиональными союзами, их организационными структурами, объединениями таких союзов, другими организациями.

Служба охраны труда организует работу по охране труда в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об охране труда», иными актами законодательства.

На должности руководителя и специалистов службы охраны труда назначаются лица в соответствии с квалификационными требованиями, предусмотренными законодательством.

Работники службы охраны труда кроме выполнения своих трудовых функций могут привлекаться только для ликвидации чрезвычайных ситуаций в соответствии с законодательством.

На основе «Типового положения о службе охраны труда организации» в организациях разрабатываются положения о службе охраны труда, учитывающие специфику и характер деятельности организации.

Основными задачами службы охраны труда являются:

- организация работы по охране труда;
- осуществление контроля за соблюдением работающими требований по охране труда [2, 12].

Служба охраны:

- принимает участие в координации деятельности структурных подразделений по обеспечению на каждом рабочем месте условий труда, соответствующих требованиям по охране труда;

- участвует в работе организации по пропаганде и внедрению передового опыта безопасных методов и приемов труда, сотрудничеству с работниками, их полномочными представителями в области охраны труда, информированию о состоянии условий и охраны труда на рабочем месте, существующем риске повреждения здоровья и полагающихся средствах индивидуальной защиты и об иных вопросах, связанных с охраной труда [8–10];

- осуществляет совместно с иными структурными подразделениями подготовку документов по вопросам охраны труда, в том числе перечня инструкций по охране труда, документов по вопросам обучения, стажировки, инструктажа, проверки знаний, и иным вопросам, предусмотренным законодательством об охране труда;

- участвует в организации проведения инструктажей по охране труда в порядке, установленном законодательством;

- принимает участие в коллективных переговорах при рассмотрении вопросов охраны труда, подготовке проектов положений коллективного договора, касающихся охраны труда, разработке плана мероприятий по охране труда;

- участвует в соответствии с законодательством в расследовании несчастных случаев на производстве и профессиональных заболева-

ний, проведении анализа их причин, разработке мер по их профилактике и предупреждению;

- разрабатывает совместно со структурными подразделениями предприятия по внедрению и функционированию системы управления охраной труда, обеспечивающей идентификацию опасностей, оценку профессиональных рисков, определение мер управления профессиональными рисками и анализ их результативности [16];

- осуществляет контроль за соблюдением работающими требований по охране труда в порядке, установленном законодательством;

- организует совместно со структурными подразделениями проведение обучения и проверки знаний работников по вопросам охраны труда;

- участвует в работе комиссий, в том числе комиссии для проверки знаний работающих по вопросам охраны труда, по общему техническому осмотру зданий (помещений), по охране труда и других;

- вносит предложения либо участвует в подготовке предложений по вопросам:

- совершенствования системы управления охраной труда, разработке локальных правовых актов, содержащих требования по охране труда;

- внедрения безопасных технологических процессов, производственного оборудования;

- вывода из эксплуатации производственного оборудования, не соответствующего требованиям по охране труда;

- организует обеспечение структурных подразделений необходимыми нормативными правовыми актами, локальными правовыми актами, содержащими требования по охране труда, наглядными пособиями, плакатами по охране труда;

- участвует в организации проведения смотров-конкурсов на лучшую организацию работы по охране труда, в оформлении информационных стендов, уголков по охране труда;

- осуществляет иные функции, предусмотренные законодательством.

Служба охраны труда вправе вносить предложения руководителю организации о поощрении и материальном стимулировании работников за соблюдение требований по охране труда.

Работники службы охраны труда в соответствии со своими полномочиями имеют право:

- проводить обследование состояния условий труда, осуществлять анализ соблюдения требований по охране труда, знакомиться с документами по вопросам охраны труда в организации;

– запрашивать и получать необходимую информацию по вопросам охраны труда, требовать письменные объяснения от должностных лиц и других работников, допустивших нарушения охраны труда;

– выдавать должностным лицам нанимателя обязательные для исполнения предписания об устранении нарушений требований по охране труда и вести их учет в письменной форме;

– принимать меры по приостановлению эксплуатации оборудования, инструментов, приспособлений, транспортных средств, используемых в организации, выполнения работ (оказания услуг) при выявлении нарушений, создающих угрозу жизни или здоровью работающих и окружающих, до их устранения;

– организовывать и проводить информационно-разъяснительную работу с работниками организации по вопросам охраны труда;

– вносить предложения нанимателю по улучшению условий и охраны труда работников, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

Заключение. Служба охраны труда выполняет важнейшую роль в обеспечении безопасности труда в организациях, предотвращении несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ требований охраны труда при производстве работ на высоте / М. П. Акулич, И. И. Сергеева, М. В. Цайц [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2025. – Вып. 10. – С. 12–16.

2. Бараш, В. П. Кантроль аховы працы ў Рэспубліцы Беларусь / В. П. Бараш, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 23–25.

3. Бараш, В. П. Страты ад траўматызму і іх прафілактыка на вытворчасці / В. П. Бараш, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 28–30.

4. Босак, В. Н. Травматизм на производстве: причины, состояние и мероприятия по снижению / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 1 (32). – С. 2–6.

5. Ермак, И. Т. Гигиеническая оценка влияния микроклимата на условия труда при производстве древесностружечных плит / И. Т. Ермак, А. К. Гармаза, В. Н. Босак // Технологии органических веществ. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 34.

6. Забезпечэнне аховы працы ў лясной гаспадарцы / В. М. Босак, А. У. Дамнянкова, І. Ц. Ярмак, С. У. Кісялёў // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2025. – С. 65–69.

7. Зубец, А. В. Разработка общеобъектовой инструкции по пожарной безопасности / А. В. Зубец, В. Н. Босак, Н. В. Улахович // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2026.

8. Качаноўская, Г.-М. В. Прапаганда аховы працы ў сельскай гаспадарцы / Г.-М. В. Качаноўская, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 63–64.

9. Ключкова, Н. В. Управление охраной труда в АПК Республики Беларусь / Н. В. Ключкова, В. Н. Босак // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2021. – С. 195–197.

10. Кляпицкая, И. А. Обеспечение безопасности труда при организации рабочих мест / И. А. Кляпицкая, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 108–110.

11. Кондраль, А. Е. Организация и проведение работ с повышенной опасностью / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Главный агроном. – 2024. – №. 9. – С. 56–59.

12. Кондраль, А. Е. Производственный контроль охраны труда на предприятиях АПК / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак, М. В. Цайц // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2025. – Вып. 10. – С. 47–51.

13. Кондраль, А. Е. Региональные аспекты охраны труда при выполнении работ на высоте / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2026. – № 1.

14. Мазуренко, С. С. Охрана труда на железнодорожных станциях / С. С. Мазуренко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 140–141.

15. Производственный травматизм в АПК: пути снижения и устранения / И. А. Гращенко, М. В. Цайц, И. И. Сергеева [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2025. – Вып. 10. – С. 29–32.

16. Сачивко, Е. В. Идентификация опасностей и оценка производственных рисков / Е. В. Сачивко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 95–96.

17. Улаховіч, Н. У. Прычыны вытворчага траўматызму ў Рэспубліцы Беларусь / Н. У. Улаховіч, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 90–92.

18. Шинкевич, К. С. Охрана труда в индустрии косметики / К. С. Шинкевич, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 240–241.

19. Щеглова, К. Ю. Работоспособность и наличие домашних животных на рабочем месте / К. Ю. Щеглова, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 245–246.

20. Numerical simulation modeling of temperature distribution in the process of coal self-heating in the mined-out spaces / N. M. Suleymenov, Sh. K. Shapalov, G. S. Sattarova [et al.] // News of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2021. – V. 2 (446). – P. 167–173.

21. Radiation risks for tourists in the belarusian exclusion zone / I. T. Yermak, A. V. Domnenkova, V. N. Shtepa, V. N. Bosak // Система управления экологической безопасностью. – Екатеринбург: УрФУ, 2025. – С. 349–353.

Аннотация. Приведены сведения об организации работы службы охраны труда в организации, правах и обязанностях ее специалистов.

Ключевые слова: служба охраны труда, безопасность труда, права и обязанности специалистов по охране труда.

АНАЛИЗ ПРИЧИН НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ НА ВЫСОТЕ НА ПРИМЕРЕ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Е. КОНДРАЛЬ¹, канд. техн. наук, доцент

В. Н. БОСАК², д-р с.-х. наук, профессор

В. А. ЛЕВЧУК³, канд. техн. наук, доцент

¹Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

²ООО «Торговый Дом Торфяные Гуматы»,
Минск, Республика Беларусь

³Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Работы на высоте входят в Типовой перечень работ с повышенной опасностью, приведенный в постановлении Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2008 г. № 175 «Об утверждении Инструкции о порядке обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда» (с изм. и доп.) [9].

При выполнении работ с повышенной опасностью, на работающего могут воздействовать вредные и (или) опасные производственные факторы, для управления которыми требуется осуществить специальные организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность. В каждой организации (учреждении), исходя из особенностей производства, составляется свой перечень работ с повышенной опасностью [1–11, 13–17].

Основная часть. Анализ результатов специальных исследований Могилевского областного управления департамента государственной инспекции труда позволяет выделить две основные группы причин несчастных случаев при работе на высоте: организационные и технические [12].

Организационные причины

Эти причины связаны с недостатками в управлении охраной труда, подготовке персонала и организации рабочих процессов.

1. Неудовлетворительная организация работ и нарушение требований документации:

- выполнение работ без наряда-допуска, проекта производства работ (ППР) или технологической карты;
- отсутствие или некачественная разработка организационно-технологической документации, которая должна содержать мероприятия по безопасности;

- не ознакомление работников с ППР под роспись;
- производство работ без ответственного руководителя или производителя работ;

- допуск к работе лиц, не имеющих требуемой квалификации.

2. Неудовлетворительный контроль и надзор за безопасностью:

- не проведение или некачественное проведение инструктажей, обучения, стажировки и проверки знаний по охране труда;
- отсутствие контроля за состоянием территории, зданий и сооружений (незакрытые люки, не огражденные проемы, отсутствие перил);
- отсутствие контроля за применением СИЗ и безопасных методов работы.

3. Нарушения со стороны работников (потерпевших):

- нарушение требований инструкций по охране труда;
- выполнение работ, не порученных руководством;
- использование непредусмотренных и небезопасных приспособлений (случайных подставок, поддонов вместо лестниц);
- работа в состоянии алкогольного опьянения;
- неприменение средств индивидуальной защиты (предохранительных поясов, касок).

4. Нарушения в допуске оборудования к эксплуатации:

- допуск к работе неисправного оборудования (люльки, подъемной платформы, автогидроподъемника);
- эксплуатация оборудования с просроченным сроком службы, без технического освидетельствования и диагностирования.

На основе анализа 30 случаев несчастных случаев при работе на высоте, произошедших в Могилевской области за период с ноября 2022 по октябрь 2025 г., можно провести следующую оценку причин.

Общая статистика: проанализировано случаев: 30; всего выявлено причин: 67 (в одном случае могло быть несколько причин).

Организационные причины являются доминирующими и составляют 72 % от всех выявленных причин (48 из 67) (табл. 1).

Из приведенных данных видно, что подавляющее большинство причин (около 72 %) носят организационный характер. Это указывает на системные недостатки в управлении охраной труда. Человеческий фактор имеет серьезное влияние: самая частая конкретная причина – нарушение инструкций самими работниками (14 случаев). Однако за этим часто стоят другие организационные провалы: недостаточное обучение (12 случаев), плохая организация работ (13 случаев).

**Таблица 1. Организационные причины несчастных случаев
при выполнении работ на высоте**

№	Причина	Количество случаев, шт.	% от всех причин	% от организационных причин
1	Нарушение требований инструкций по охране труда со стороны потерпевшего (включая неприменение СИЗ)	14	20,9	29,2
2	Неудовлетворительная организация работ (отсутствие наряда-допуска, ППР, ответственного руководителя)	13	19,4	27,1
3	Недостатки в обучении, проведении инструктажей, проверки знаний, стажировки	12	17,9	25,0
4	Допуск к работе без соответствующей квалификации	6	9,0	12,5
5	Нахождение потерпевшего в состоянии алкогольного опьянения	4	6,0	8,3
6	Выполнение работ, не порученных руководством	3	4,5	6,3
	Итого по организационным причинам	48	71,6	100

Технические причины

Эти причины связаны с несовершенством, неисправностью или отсутствием необходимых технических средств защиты, оборудования и приспособлений.

1. Отсутствие или неисправность ограждений:

- отсутствие перильных ограждений на площадках, лестницах, перепадах высот (1,3 м и более);
- отсутствие защитных ограждений на рабочих настилах, лесах, подмостях;
- не ограждение проемов в перекрытиях.

2. Несовершенство или неисправность оборудования и приспособлений:

- использование неисправных лестниц, лесов, подмостей, люлек, подъемных механизмов;
- применение самодельных или непредназначенных для данных работ приспособлений (деревянных колодок, досок, поддонов);
- конструктивные недостатки оборудования (например, использование одного стропа для подъема балки).

3. Отсутствие, неисправность или неприменение систем обеспечения безопасности:

- отсутствие страховочных систем (предохранительных поясов, страховочных канатов);
- не применение СИЗ при работе на высоте;
- отсутствие трапов, мостков, кровельных лестниц для безопасного перемещения по крышам.

4. Несоответствие конструкций и материалов предполагаемым нагрузкам:

- выполнение работ на кровле или конструкциях, не рассчитанных на нагрузку от веса человека (поликарбонат, шифер, хрупкие материалы, цементная стяжка);
- использование ненадежных оснований для установки лестниц и оборудования.

Технические причины составляют 28 % от всех выявленных причин (19 из 67) (табл. 2). Основная техническая проблема – отсутствие инженерных средств защиты от падения (ограждения и СИЗ), на которые суммарно приходится 13 случаев (19,4 % от всех причин).

Заключение. Организационные причины являются преобладающими и системными. Они создают предпосылки для возникновения несчастных случаев, так как формируют среду, в которой нарушаются базовые принципы безопасности.

Технические причины часто являются следствием организационных недостатков (например, отсутствие контроля приводит к эксплуатации неисправного оборудования).

Наиболее типичными и повторяющимися нарушениями являются:

- работы без наряда-допуска;
- отсутствие ограждений на высоте;
- не применение СИЗ (предохранительных поясов);
- недостатки в организации обучения и проведении инструктажей работников;
- нарушения правил эксплуатации лестниц и подмостей.

Для предотвращения подобных несчастных случаев необходимы комплексные меры, направленные как на совершенствование системы управления охраной труда (организационная составляющая), так и на обеспечение технической исправности и оснащенности рабочих мест (техническая составляющая).

**Таблица 2. Технические причины несчастных случаев
при выполнении работ на высоте**

№	Причина	Количество случаев, шт.	% от всех причин	% от технических причин
1	Отсутствие или неисправность ограждений (перил, защитных ограждений на площадках, лестницах, проемах)	8	11,9	42,1
2	Отсутствие, неисправность или неприменение СИЗ от падения с высоты (предохранительные пояса, страховочные канаты)	5	7,5	26,3
3	Неисправность оборудования, механизмов (люльки, подъемники, платформы)	3	4,5	15,8
4	Использование непредназначенных/неисправных приспособлений (случайные подставки, ненадежные лестницы, поддоны)	2	3,0	10,5
5	Несоответствие конструкций (кровли, настилов) нагрузкам от веса человека	1	1,5	5,3
	Итого по техническим причинам	19	28,4	100

С 25.04.2026 вводятся в действие новые Правила по охране труда при выполнении работ на высоте – это значительный шаг вперед в защите жизни и здоровья работников, выполняющих работы в Республике Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ требований охраны труда при производстве работ на высоте / М. П. Акулич, И. И. Сергеева, М. В. Цайц [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2025. – Вып. 10. – С. 12–16.
2. Бараш, В. П. Кантроль аховы працы ў Рэспубліцы Беларусь / В. П. Бараш, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 23–25.
3. Бараш, В. П. Страты ад траўматызму і іх прафілактыка на вытворчасці / В. П. Бараш, В. М. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 28–30.
4. Босак, В. Н. Охрана труда, охрана окружающей среды и энергосбережение / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль. – Горки: БГСХА, 2023. – 107 с.

5. Босак, В. Н. Травматизм на производстве: причины, состояние и мероприятия по снижению / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 1 (32). – С. 2–6.

6. Босак, В. Н. Требования охраны труда в различных отраслях АПК / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, Т. В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 9–12.

7. Зубец, А. В. Особенности обеспечения охраны труда в строительстве / А. В. Зубец, В. Н. Босак, Н. В. Улахович // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2026.

8. Кондраль, А. Е. Обеспечение охраны труда при выполнении строительных работ / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 8. – С. 97–99.

9. Кондраль, А. Е. Организация и проведение работ с повышенной опасностью / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Главный агроном. – 2024. – № 9. – С. 56–59.

10. Кондраль, А. Е. Производственный контроль охраны труда на предприятиях АПК / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак, М. В. Цайц // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2025. – Вып. 10. – С. 47–51.

11. Кондраль, А. Е. Региональные аспекты охраны труда при выполнении работ на высоте / А. Е. Кондраль, В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2026. – № 1.

12. Охрана труда (социально-трудовая сфера). [Электронный ресурс]: Могилевский областной исполнительный комитет. – Режим доступа: https://mogilev-region.gov.by/category/ohrana_truda – Дата доступа: 19.11.2025.

13. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

14. Производственный травматизм в АПК: пути снижения и устранения / И. А. Гращенко, М. В. Цайц, И. И. Сергеева [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2025. – Вып. 10. – С. 29–32.

15. Сафронов, А. В. Обеспечение безопасности при выполнении строительных работ на высоте / А. В. Сафронов, Д. Р. Федорович, А. Е. Кондраль // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2023. – С. 186–188.

16. Сачивко, Е. В. Идентификация опасностей и оценка производственных рисков / Е. В. Сачивко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 95–96.

17. Царов, Д. В. Современные средства индивидуальной защиты при работе на высоте / Д. В. Царов, А. В. Юрко, А. Е. Кондраль // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 271–273.

Аннотация. Проанализированы организационные и технические причины несчастных случаев при выполнении работ на высоте (на примере Могилевской области).

Ключевые слова: охрана труда, безопасность труда, работы на высоте, несчастные случаи, организационные и технические причины.

СТРУКТУРА И РЕГИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

О. В. МАЛАШЕВСКАЯ, канд. с.-х. наук
Е. Л. ИОНАС, канд. с.-х. наук, доцент
М. В. ЦАЙЦ, канд. техн. наук, доцент
И. И. СЕРГЕЕВА, канд. с.-х. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Республика Беларусь относится к числу государств с развитой химической и нефтехимической промышленностью, что объективно обуславливает наличие на ее территории значительного числа предприятий, работающих с опасными химическими веществами. Обеспечение химической безопасности является одной из приоритетных задач государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера [1–7].

Актуальность исследования потенциально опасных химических объектов обусловлена резким изменением статистики аварийности: после десятилетия безаварийной работы (2010–2020 гг.), в 2021–2024 гг. зафиксировано 12 случаев выбросов АХОВ сверх ПДК, что свидетельствует о формировании устойчивого негативного тренда. Данная динамика требует углубленного анализа причин возникновения инцидентов для разработки эффективных мер по предотвращению чрезвычайных ситуаций, минимизации ущерба для здоровья населения и окружающей среды, а также совершенствования систем мониторинга и реагирования, что делает исследование своевременным и практически значимым для обеспечения химической безопасности Республики Беларусь.

Информационной базой для подготовки данной статьи послужили открытые данные Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС) Республики Беларусь, нормативно-правовые акты, регулирующие вопросы промышленной безопасности, а также аналитические обзоры и материалы специализированных изданий.

Основная часть. По имеющимся данным, на территории Беларуси функционирует порядка 544 химически опасных объектов (рис. 1). Суммарный запас (АХОВ) на этих предприятиях превышает 40 тыс. т [8].

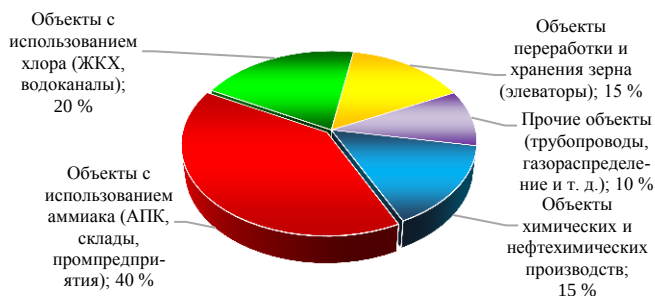


Рис. 1. Распределение химически опасных объектов по отраслям экономики

Помимо стационарных объектов, серьезную потенциальную угрозу представляют транспортные коммуникации. Протяженность магистральных газопроводов составляет 4 324 км, нефтепроводов – 1 459 км, продуктопроводов – 990 км. Значительная часть этих трубопроводов была введена в эксплуатацию в конце 1960-х – начале 1970-х гг., и их гарантийные сроки эксплуатации истекли, что повышает риски возникновения аварий с масштабным загрязнением окружающей среды.

В Республике Беларусь надзор за безопасностью предприятий химического профиля осуществляет специализированное Управление МЧС. В его компетенцию входит надзор за несколькими категориями потенциально опасных производственных объектов (ПОО) [9]:

- объекты химических и нефтехимических производств – предприятия, в технологических процессах которых возможно образование взрывоопасных сред. Критерием отнесения является наличие взрывоопасных технологических блоков с относительным энергетическим потенциалом Q_v более 9. Это ключевой параметр, определяющий масштабы возможных разрушений;

- объекты с использованием аммиака – аммиачные холодильные установки, содержащие от 1 000 кг аммиака и более. Такие установки широко распространены на продовольственных складах, мясокомбинатах, молокозаводах и крупных овощехранилищах по всей стране;

- объекты с использованием хлора – хлораторные и склады хлора, применяемые преимущественно на объектах водоподготовки и очистных сооружениях системы ЖКХ;

- объекты переработки и хранения зерна – элеваторы, склады силосного типа, мукомольные и комбикормовые производства мощностью от 100 т в сутки и объемом хранения от 500 т. На таких объектах

основную опасность представляет образование взрывоопасной пылевоздушной смеси.

Такая классификация позволяет дифференцировать подходы к надзору и требованиям промышленной безопасности для каждого типа объектов, учитывая специфику обрабатываемых веществ и технологических процессов.

Официальная статистика, детализирующая количество ХОО в разрезе каждой области, в открытом доступе представлена фрагментарно. Однако, основываясь на отраслевой принадлежности предприятий и географическом размещении производительных сил, можно сделать следующие обобщения:

Гродненская область традиционно является регионом с высокой концентрацией ХОО. Ключевым предприятием здесь выступает ОАО «Гродно Азот» – один из крупнейших производителей минеральных удобрений и капролактама в Восточной Европе. В 2026 г. на предприятии продолжается масштабная модернизация, включая строительство нового азотного комплекса, что, с одной стороны, повышает производительность, а с другой – требует усиленного контроля за промышленной безопасностью и экологическими рисками.

Могилевская область также является значимым центром химической промышленности. ОАО «Могилевхимволокно» и другие предприятия нефтехимического комплекса формируют зону потенциальной химической опасности.

Минская область и г. Минск характеризуются высокой плотностью размещения объектов, использующих аммиачные холодильные установки (на продовольственных складах и рынках), хлор (на станциях обеззараживания воды Минскводоканала), а также наличием ряда промышленных гигантов (ОАО «Борисовский завод медицинских препаратов»), где в производственном цикле используются различные химические вещества.

Гомельская, Витебская и Брестская области обладают рядом крупных предприятий химической и нефтехимической направленности (ОАО «Мозырский НПЗ», ОАО «Нафтан», ОАО «Лакокраска» и др.), а также разветвленной сетью объектов ЖКХ и АПК, использующих опасные вещества в технологических процессах.

Наиболее опасные объекты с максимальными запасами АХОВ сконцентрированы в Гродненской, Могилевской и Гомельской областях.

Основой обеспечения химической безопасности в стране являются нормативные правовые акты, среди которых ключевую роль играют «Правила по обеспечению промышленной безопасности взрывоопас-

ных химических производств и объектов», утвержденные Постановлением МЧС № 54 [10]. Данный документ устанавливает обязательные требования на всех этапах жизненного цикла опасного производственного объекта: от проектирования до ликвидации.

Важным аспектом является государственная регистрация опасных химических веществ и обязательное проведение токсиколого-гигиенических исследований перед началом их промышленного производства или ввоза на территорию страны. Это требование закреплено в Законе «Об охране окружающей среды» и направлено на недопущение бесконтрольного обращения с потенциально опасной продукцией [11, 12].

Заключение. Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы о состоянии химической обстановки в Республике Беларусь:

- на территории страны сохраняется значительная техногенная нагрузка, обусловленная наличием более 500 химически опасных объектов и разветвленной сети трубопроводного транспорта;

- система классификации опасных объектов, принятая МЧС, охватывает широкий спектр производств – от крупных нефтехимических комбинатов до объектов АПК и ЖКХ, что позволяет осуществлять дифференцированный надзор;

- наиболее напряженная обстановка с точки зрения концентрации и масштабов ХОО складывается в Гродненской, Могилевской и Гомельской областях, где расположены предприятия базовых отраслей химии и нефтепереработки;

- значительный износ основных фондов, в частности магистральных трубопроводов, и истечение гарантийных сроков эксплуатации оборудования требуют постоянного обновления программ модернизации и усиления контрольных функций со стороны надзорных органов;

- совершенствование нормативно-правовой базы и ужесточение требований к эксплуатации взрывоопасных производств является ключевым инструментом снижения рисков возникновения техногенных аварий.

Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на создание детализированных региональных карт рисков и разработку методик оценки уязвимости населения в зонах возможного химического заражения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, Н. А. Невестенко [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.

2. Безопасность жизнедеятельности человека. Обеззараживание территорий сельскохозяйственного объекта / М. В. Цайц, В. Н. Босак, О. В. Малашевская, И. И. Сергеева. – Горки: БГСХА, 2025. – 27 с.
3. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.
4. Глушковская, А. А. Анализ чрезвычайных ситуаций Республики Беларусь и их последствий / А. А. Глушковская, В. М. Бычковская, М. В. Цайц // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 43–45.
5. Зизюк, И. И. Правовые вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности / И. И. Зизюк, И. И. Сергеева // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2026.
6. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.
7. Чрезвычайные ситуации на территории Республики Беларусь и их последствия / А. А. Глушковская, В. М. Бычковская, М. В. Цайц [и др.] // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 23–27.
8. Vuzlit.com [сайт]. – URL: <https://vuzlit.com>. – Дата обращения: 01.10.2025.
9. МЧС Республики Беларусь [сайт]. – URL: <https://gospromnadzor.mchs.gov.by/>. – Дата обращения: 01.10.2025.
10. Правила по обеспечению промышленной безопасности взрывоопасных химических производств и объектов: постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 29.12.2017 № 54.
11. Об охране окружающей среды: Закон Республики Беларусь от 17 июля 2023 г. № 294-З. – Минск: Амалфея, 2024. – 61 с.
12. Безопасность жизнедеятельности человека. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций / В. Н. Босак, М. В. Цайц, А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 97 с.

Аннотация. Представлен комплексный анализ химической обстановки в Республике Беларусь. Рассматривается количественный и качественный состав химически опасных объектов (ХОО), их распределение по категориям опасности и отраслям экономики. Особое внимание уделяется анализу нормативно-правовой базы в области промышленной безопасности и региональным особенностям размещения потенциальных источников техногенной опасности. На основе обобщения доступных данных и официальных источников делаются выводы о современном состоянии защищенности населения и территорий от угроз химического характера.

Ключевые слова: химически опасный объект, промышленная опасность, чрезвычайная ситуация, сильнодействующие ядовитые вещества, категорирование опасности, Республика Беларусь, мониторинг.

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ШУМА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРА

Ал-р Л. МИСУН, канд. техн. наук, доцент
Л. В. МИСУН, д-р техн. наук, профессор
А. В. ГАРКУША, магистр техн. наук
К. А. ГОРЯЧКО, студентка

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. В настоящее время практически нет ни одной отрасли народного хозяйства или среды обитания человека, где шум не был бы в числе ведущих вредных факторов. Действие шума приводит к развитию преждевременного утомления, снижению работоспособности, повышению заболеваемости и инвалидности [1–3].

Так, если его параметры на рабочем месте тракториста-машиниста превышают 80 дБА, что во многих случаях фиксируется в кабинах тракторов с послегарантийным сроком эксплуатации, то значительное количество трактористов-машинистов имеют сенсоневральную (нейросенсорную) тугоухость.

Основная часть. Установленные закономерности формирования акустических характеристик на рабочем месте тракториста-машиниста позволили обосновать способы и технические решения по доведению уровня шума в кабине трактора с послегарантийным сроком эксплуатации до нормативных значений. Обоснование выбора способов и технических средств для снижения шума осуществлялось с учетом увеличения диссипативных и особенно звукоизолирующих материалов для технических устройств.

Исследования проводились на тракторе Беларус-1221.2 (срок эксплуатации семь лет; гос. номер ВВ-28150) при загрузке двигателя трактора на 80 % эксплуатационной мощности [4].

По результатам аттестации рабочего места тракториста-машиниста по условиям труда, значение эквивалентного по энергии уровня звука непостоянного шума составило 83 дБА. Предварительными исследованиями определены показатели снижения звукового давления в нормируемых частотах в кабине трактора при использовании различных

технических решений (двойное остекление, напольный коврик, поглотители звуковой энергии, акустический экран).

Большое количество факторов различной природы, способствующих снижению уровня шума в кабине трактора, делает целесообразным на первом этапе исследований выявить из них наиболее существенные.

Анализ предварительных исследований показал, что для описания рассматриваемого процесса целесообразно использовать уравнение регрессии следующего вида:

$$Y_1 = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3 + a_{12} \cdot X_{12} + a_{13} \cdot X_{13} + a_{23} \cdot X_{23}, \quad (1)$$

где $a_0, a_1, a_2, a_3, a_{12}, a_{13}, a_{23}$ – коэффициенты уравнения регрессии.

Однородность построчных выборочных дисперсий (S_i^2) результатов эксперимента проведена по критерию Кохрена [5–9]:

$$\Phi_{\phi} < \Phi_{n-1;N;p}, \quad (2)$$

где Φ_{ϕ} – экспериментальное значение критерия Кохрена:

$$\Phi_{\phi} = \frac{S_{i_{\max}}^2}{\sum_{i=1}^N S_i^2} = \frac{0,0038}{0,0238} = 0,1597;$$

$\Phi_{n-1;N;p}$ – критическое значение критерия Кохрена при числе степеней свободы $f_{\text{числ.}} = n-1$, $f_{\text{знам.}} = N$ и доверительной вероятности $p = 0,95$ [6]:

$$\begin{aligned} \Phi_{n-1;N;p} &= \Phi_{2;8;0,95} = 0,5157; \\ \Phi_{\phi} &= 0,1597 < \Phi_{2;8;0,95} = 0,5157, \end{aligned}$$

т. е. выдвинутая гипотеза не противоречит экспериментальным данным.

Коэффициенты уравнения регрессии (1), рассчитанные по формулам:

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^N \bar{Y}_i}{N}; \quad (3)$$

$$a_i = \frac{\sum_{i=1}^N x_i \bar{Y}_i}{N}, i = 1, 2, 3, \dots, N; \quad (4)$$

$$a_{ir} = \frac{\sum_{\substack{i=1 \\ i < r}}^N x_{ir} \cdot x_i \bar{Y}_i}{N}, \quad i, r = 1, 2, 3, \dots, N; \quad (5)$$

и равны: $a_0 = 5,591$; $a_1 = 0,824$; $a_2 = 0,499$; $a_3 = 0,334$; $a_{12} = -0,084$; $a_{13} = -0,049$; $a_{23} = 0,056$.

Доверительный интервал для коэффициентов уравнения регрессии рассчитывался по формуле:

$$\Delta a = t_{N(n-1);p} \cdot \sqrt{\frac{S_{\text{воспр}}^2}{n \cdot N}}, \quad (6)$$

где $t_{N(n-1);p}$ – табличное значение критерия Стьюдента при числе степеней свободы $f = N(n-1) = 16$ и доверительной вероятности $p = 0,95$

$$t_{\text{табл}} = t_{N(n-1);p} = t_{16;0,95} = 1,7460,$$

$S_{\text{воспр}}^2$ – дисперсия воспроизводимости:

$$S_{\text{воспр}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_i^2}{N} = \frac{0,0238}{8} = 0,0030.$$

$$\text{Тогда, } \Delta a = 1,7460 \cdot \sqrt{\frac{0,0030}{3 \cdot 8}} = 0,0195.$$

Коэффициенты уравнения регрессии значимы, если выполняется условие:

$$\Delta a < |a_i|, \quad (i = 0; 1; 2; 3) \quad (7)$$

и

$$\Delta a < |a_{is}|, \quad (i, s = 0; 1; 2; 3, i < s). \quad (8)$$

В нашем случае условия (6) и (7) выполняются, поэтому:

$$Y_1 = 5,591 + 0,824 \cdot X_1 + 0,499 \cdot X_2 + 0,334 \cdot X_3 - 0,084 \cdot X_1 X_2 - 0,049 \cdot X_1 X_3 + 0,056 \cdot X_2 X_3. \quad (9)$$

Полученное уравнение регрессии адекватно, если $F_p < F_q$,

где $F_p = \frac{S_{\text{воспр}}^2}{S_{\text{ад}}^2}$ – расчетное значение F – критерия Фишера; $S_{\text{ад}}^2$ – дис-

персия адекватности, характеризующая отклонение экспериментальных данных от полученных по уравнению регрессии:

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{n \cdot \Phi}{N - B}, \quad (10)$$

Φ – остаточная сумма квадратов:

$$\Phi = \sum_{i=1}^N (\bar{Y}_i - Y_{ip})^2 = 0,013;$$

B – число значимых коэффициентов уравнения регрессии.

$$\text{Тогда, } S_{\text{ад}}^2 = \frac{3 \cdot 0,008}{8 - 7} = 0,024, \quad F_p = \frac{0,003}{0,024} = 0,125;$$

F_q – табличное значение критерия Фишера ($F_q = F_{N(n-1); N-B; p} = F_{16; 1; 0,95} = 4,49$, т. е. $F_p = 0,125 < F_q = 4,49$).

Анализ математической модели позволил сделать выводы:

а) максимальный показатель снижения уровня шума в кабине трактора достигается при $X_1 = +1$ (двойное остекление), $X_2 = +1$ (вертикальный поглотитель звуковой энергии), $X_3 = +1$ (минераловатная плита) и составляет 7,2 дБА;

б) наихудший результат (3,9 дБА) ожидается, когда для защиты от влияния воздушной составляющей шума на рабочем месте тракториста-машиниста используется акустический экран между двигателем и кабиной трактора ($X_1 = -1$), механизм поглощения звуковой энергии в подкапотном пространстве – горизонтальный поглотитель звуковой энергии ($X_2 = -1$), материал звукоизоляции стенок ограждения кабины трактора – полимерный материал MULTI-MAT ($X_3 = -1$);

в) фактор «способ защиты от влияния воздушной составляющей шума на рабочем месте тракториста-машиниста» (X_1) оказывает более существенное влияние на снижение шума в кабине, нежели другие рассматриваемые факторы:

$$X_1 = 0,824 > X_2 = 0,499 > X_3 = 0,334;$$

г) результат численного эксперимента, когда переменные X_2 и X_3 зафиксированы на определенных значениях ($X_2 = +1$; $X_3 = +1$) показывает, что в сравнении с акустическим экраном, устанавливаемым между двигателем и кабиной трактора, использование двойного остекле-

ния в ближней к двигателю стенке кабины сопровождается повышением шумопоглощения на 23,9 %.

Заключение. Разработана математическая модель шумопоглощения на рабочем месте тракториста-машиниста с учетом материала звукоизоляции стенок ограждения кабины, механизма поглощения звуковой энергии в подкапотном пространстве, воздушной составляющей шума на рабочем месте тракториста-машиниста. Рассмотрены варианты использования различных сменных шумопоглощающих технических средств, исследована их целесообразность и эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеев, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
3. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
3. Физиологические и медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: пособие/ Ал-й Л. Мисун, Л. В. Мисун, Ал-р Л. Мисун [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2024. – 321 с.
4. Методы измерения шума на рабочих местах: ГОСТ 12.1.050-86. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 19 с.
5. Мисун, Ал-р Л. Технические решения и основные показатели звукоизоляции двухслойной конструкции из стекла кабины мобильной сельскохозяйственной техники / Ал-р Л. Мисун, И. Н. Мисун, А. Г. Кузнецов // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2021. – Вып. 6. – С. 29–32.
6. Мисун, Л. В. Техносферная безопасность / Л. В. Мисун, Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2023. – 212 с.
7. Полезная модель BY13753, МПК B60R 13/08; G10K 11/168 (2006.01). Поглотитель звуковой энергии для моторного отсека транспортного средства сельскохозяйственного назначения: №u20240284: заявлено: 27.12.2024: опубл. 16.06.2025 / Ал-р Л. Мисун, В. А. Агейчик, А. В. Гаркуша [и др.]. – 5 с.
8. Леонов, А. Н. Основы научных исследований и моделирования / А. Н. Леонов, М. М. Дечко, В. Б. Ловкис. – Минск: БГАТУ, 2010. – 276 с.
9. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: методы обработки данных / Н. Джонсон, Ф. Лион. – Москва: Мир, 1980. – 610 с.

Аннотация. Разработана математическая модель для прогнозирования снижения уровня шума в кабине трактора в зависимости от механизма поглощения звуковой энергии в подкапотном пространстве, влияния воздушной составляющей шума на рабочем месте, материала звукоизоляции стенок ограждения кабины трактора.

Ключевые слова: трактор, кабина, шум, снижение, моделирование, факторы, технические средства шумопоглощения.

К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ РИСКАМИ АГРОПРОИЗВОДСТВА

Ал-й Л. МИСУН, канд. техн. наук
В. В. АЗАРЕНКО, д-р техн. наук, профессор
Л. В. МИСУН, д-р техн. наук, профессор
К. А. ГОРЯЧКО, студентка

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Тенденция к созданию агрегированных (обобщенных, комплексных) оценок безопасности производственной среды при эксплуатации технических средств существует достаточно давно и объясняется тем, что агрегированные оценки производственной среды достаточно полно и объективно характеризуют степень сложности производственных условий вследствие чего агропроизводства могут быть ранжированы по уровню производственного риска [1–4].

При этом, измеряя влияние каждого отдельного фактора на агрегированную оценку производственной среды, определяется вклад каждого из них в безопасность этой среды, в управление производственными рисками – наиболее значимой составной частью безопасной эксплуатации, например, технических средств.

Основная часть. Предугадать сценарий и результат безопасного производства не всегда предоставляется возможным в силу множества неопределенностей человеческой, организационно-технической, экономической и социальной направленности. Принятие решения и управление безопасностью труда в таких случаях связано с вероятностной определенностью, т. е. с понятием риска, от особенностей которого во многом зависят применяемые методы оценки и управления риском. При этом существование остаточного риска обуславливается невозможностью с точностью до ста процентов прогнозировать будущее. В тоже время риск имеет место только по отношению к будущему и неразрывно связан с прогнозированием и планированием, а значит, и с принятием решений вообще. Кроме того, управление риском подразумевает реализацию последовательных действий, начиная со сбора предварительной информации об объекте исследования и заканчивая повторной оценкой после реализации выработанных корректирующих действий. Для осуществления контроля производствен-

ного риска может использоваться пятиуровневый классификатор, шкалы которого рассчитываются с учетом функции желательности Харрингтона.

В процессе трудовой деятельности на работающего воздействуют факторы производственной среды, которые могут оказывать негативное влияние на здоровье [5–7]. При этом не возникает сомнений в том, что полное исключение из процесса труда формирования неблагоприятных для здоровья факторов не всегда возможно даже в тех производствах, где внедрены передовая технология, современное оборудование, высокая культура производства и качественное медицинское обслуживание. Для оценки же параметров производственной среды целесообразно использование метода «главных компонент», когда компоненты являются некоторыми новыми переменными F_i , сформированными на базе некоторых комбинаций частных оценок условий q_i . Различаются главные компоненты между собой относительными весами, с которыми каждая из частных оценок входит в ту или иную компоненту [8].

В целях большей наглядности целесообразно допустить, что уровень производственной безопасности агропроизводства характеризуется только двумя оценками – q_1 и q_2 . Если теперь рассматривать частные оценки конкретного агропроизводства как координаты точек на плоскости с осями q_1 и q_2 , то всей анализируемой совокупности агропроизводств можно поставить в соответствие определённое множество точек, нанесённых на эту плоскость. Число таких точек будет равно числу агропроизводств и, вместе взятые, они будут образовывать некоторую плоскую фигуру, так называемый «эллипс рассеивания» (рис. 1). В такой интерпретации главные компоненты представляют собой главные оси образованного точками эллипса.

Рассмотрим каковы при этом причины рассеивания соответствующих агропроизводствам (N) точек на плоскости в направлении другой оси эллипса, то есть в направлении существенной главной компоненты. Эта ось, как видно из рисунка, направлена из области низких оценок q_1 и q_2 в область высоких их значений: вблизи точки А (рис. 1) находятся точки, которые соответствуют агропроизводствам с наиболее неудовлетворительным положением дел в части производственной безопасности, точки же, соответствующие лучшим в этом смысле агропроизводствам, группируются на указанном рисунке вблизи точки В. Следовательно, существенная главная компонента характеризует собой тенденцию улучшения положения дел на агропредприятии при повышении оценок q_1 и q_2 .

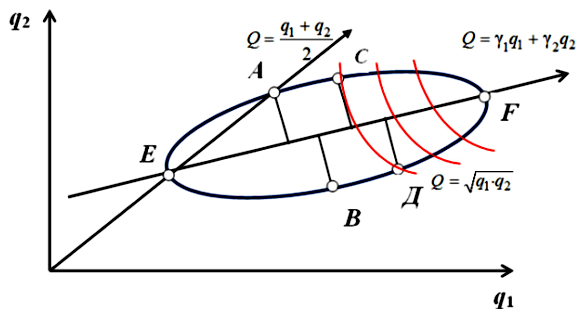


Рис. 1. Сравнение безопасности производственной среды методом агрегирования показателей

Отсюда, если соответствующие конкретным агропроизводствам точки спроектировать на главную компоненту, то на новой оси отсчета – главной компоненте, эти точки, а следовательно, и агропроизводства, оказываются ранжированными по принципу: чем хуже положение дел при выполнении работ, чем опаснее производственные условия, тем больше координата соответствующей точки на новой оси отсчета. Очевиден и смысл весовых характеристик γ_1 и γ_2 . Каждая из них в отдельности характеризует смещение точек в направлении существенной главной компоненты – когда одна из оценок меняется, другая остаётся неизменной, а их веса показывают, в какой мере агрегированная оценка (Q) уровня безопасности производственной среды зависит от роста или снижения уровня одного частного показателя при неизменном уровне другого. Для сравнения методов формирования агрегированной оценки приведена (рисунок) геометрическая интерпретация не только предлагаемого, но и часто используемого метода обобщения частных оценок путем их усреднения – представления обобщенных оценок как среднеарифметических либо среднегеометрических величин. Формулу же для агрегированной оценки производственной среды в натуральном масштабе можно, с учетом выражения (1) [8]:

$$\frac{Q - Q_{\text{ср}}}{\sigma_o} = \sum_{j=1}^m P_j \frac{q_{ji} - q_{j\text{ср}}}{\sigma_{kj}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{ср}}$, и $q_{j\text{ср}}$ – средние по всей рассматриваемой группе агропроизводств значения соответственно обобщенной и j -й частной оценок производственной среды;
 σ_o , σ_{kj} – среднеквадратические отклонения этих оценок;

m – общее число параметров;

P_i – относительный вес каждой из стандартизированных частных оценок записать в следующем виде:

$$Q_j = \sum_{j=1}^m P_j \frac{\sigma Q}{\sigma q_j} q_{ji} - \sum_{j=1}^m P_j \frac{\sigma Q}{\sigma q_j} q_{jcp}, \quad (2)$$

где σQ и σq_j – среднеквадратическое отклонение соответственно агрегированной оценки и j -го параметра;

q_{ji} и q_{jcp} – значения j -го параметра на i -м объекте агропроизводства соответственно в натуральном масштабе и среднее.

Множественность подходов к оценке рисков и аппроксимации производственных процессов через разнообразные математические модели позволяет, в некоторой степени, управлять качеством производственной среды на объектах АПК [9–13].

Однако предугадать сценарий и результат безопасного агропроизводства не всегда предоставляется возможным в силу множества неопределенностей человеческой, организационно-технической, экономической и социальной направленности [14–16].

Таким образом, в общем виде оценка производственной среды представляет собой взвешенную сумму частных критериальных показателей травматизма, значимость которых не является постоянным параметром, а тем или иным образом меняется с течением времени, как под влиянием внутренней среды агропредприятия (укрепления производственной дисциплины, роста квалификации работников и др.), так и внешней среды.

Заключение. В результате проведенных исследований научно обоснована методика и предложен алгоритм агрегирования параметров производственной среды агропроизводства. Рассмотрена динамика ее состояния в оценке безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, М. М. Принципы агрегирования показателей работы предприятий / М. М. Воробьев // Вопросы совершенствования заработной платы, хозрасчета, себестоимости и определения эффективности новой техник. – Москва, 1993. – С. 32–37.
2. Воробьев, М. М. О классификации предприятий по степени риска несчастных случаев / М. М. Воробьев, Э. В. Петросянц // Медицина труда и промышленная экология. – 2001. – № 5. – С. 37–41.
3. Левашов, С. П. Профессиональный риск: методология мониторинга и анализа / С. П. Левашов, В. С. Шкрабак. – Курган: КГУ, 2015. – 308 с.

4. Мисун, Ал-й Л. Научно-методические основы повышения техносферной безопасности на объектах АПК / Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2025. – 388 с.
5. Системы менеджмента. Здоровье и безопасный путь профессиональной деятельности. Требования и руководство по применению: СТБ ISO 435001–2020. – Минск: Госстандарт, 2020. – 32 с.
6. Пиуновский, И. И. Травматизм работников сельхозпредприятий при производстве продукции растениеводства / И. И. Пиуновский, А. В. Молош // Охрана труда. Сельское хозяйство. – 2013. – № 1. – С. 91–97.
7. Гаранин, М. А. Корреляционное исследование влияния причин несчастных случаев на статистические показатели производственного травматизма / М. А. Гаранин, А. М. Завьялов, Ю. В. Дементьева // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2017. – № 3. – С. 109–120.
8. Воробьев, М. М. Алгоритмизация оценки производственной среды и расчеты страховых взносов предприятий / М. М. Воробьев, С. В. Малютин, Э. В. Петросянц. – Москва: ИИЦ «Альфа-композит», 2001. – 94 с.
9. Сачивко, Е. В. Идентификация опасностей и оценка производственных рисков / Е. В. Сачивко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2022. – С. 95–96.
10. Система управления охраной труда. Требования: СТБ 18001–2009. – Минск: Госстандарт, 2009. – 18 с.
11. Склеменов, Г. Ж. О процессе управления рисками / Г. Ж. Склеменов, С. А. Солод, В. В. Новиков // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 1. – С. 45–48.
12. Файнбург, Г. З. Рискориентированный подход к управлению безопасностью и рисками / Г. З. Файнбург // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2016. – № 5. – С. 240–251.
13. Tanaka, K. Production risk management system with demand probability distribution / K. Tanaka, H. Akimoto, M. Inoue // Advanced Engineering Informatics. – 2012. – № 26. – С. 46–54.
14. Соложенцев, Е. Д. Технологии управления риском в структурно-сложных системах / Е. Д. Соложенцев. – Санкт-Петербург: ГУАП, 2013. – 414 с.
15. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.
16. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

Аннотация. Использован метод «главных компонент» для определения частных показателей безопасности производственной среды применительно к обобщающей агрегированной оценке агропроизводства. Предложен алгоритм агрегирования параметров производственной среды, рассмотрена динамика ее состояния в оценке безопасности.

Ключевые слова: безопасность, агропроизводство, агрегированные параметры состояния производственной среды, метод «главных компонент».

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАКТОРИСТА-МАШИНИСТА

Л. В. МИСУН, д-р техн. наук, профессор
Ал-р Л. МИСУН, канд. техн. наук
В. В. АЗАРЕНКО, д-р техн. наук, профессор
К. А. ГОРЯЧКО, студентка

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Формирование личности безопасного типа – это научно-обоснованная система мероприятий, направленных на коррекцию и развитие индивидуальных способностей личности выявленных при профотборе. Эта система включает проведение профессионального отбора, повышение качества профессиональных навыков, активизацию уровня психофизиологических показателей и др. [1, 2].

Основная часть. Для проведения исследований был осуществлен поиск наиболее корректного метода оценки профессиональной безопасности (профессиональная подготовка, успешность, пригодность) операторов мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ), на примере тракториста-машиниста, позволяющего по известным психофизиологическим показателям получить теоретические значения оценки профессиональной безопасности и сравнить их с экспертными оценками данными руководителями агропредприятий.

Экспериментальная оценка профессиональной безопасности работников исследуемой профессии проведена на десяти агропредприятиях Браславского и Глубокского районов Республики Беларусь.

Программа исследований включала оценку таких профессионально-значимых психофизиологических показателей, исследуемых как сенсомоторной реакции на световой раздражитель, памяти, внимания, координации движений. Необходимое количество экспертов (m) определялось по следующей формуле [3]:

$$m = \frac{\chi^2_{\beta; (n-1)}}{(\delta + 1)(n - 1) \cdot W_0}, \quad (1)$$

где $\chi^2_{\beta; (n-1)}$ – квантиль распределения, соответствующий доверительной вероятности β и числу степеней свободы $(n-1)$;

n – число оцениваемых факторов ($n = 4$);

δ – заданная точность результатов исследований ($\delta = 0,950$);

W_0 – критическое значение коэффициента конкордации ($W_0 = 0,100$).

Подставив значения показателей $\chi^2_{\beta;(n-1)}$ [4], δ , n и W_0 в формулу (1), получим m равное четырем экспертам.

Наблюдаемые трактористы-машинисты согласно полученным оценкам у экспертов (5; 4 и 3 балла) были разделены на три подгруппы для каждой из которых рассчитаны математическое ожидание $m_i^{(N)}$, дисперсия $D_i^{(N)}$, среднеквадратическое отклонение $\sigma_i^{(N)}$, корреляционный момент $K_{ij}^{(N)}$ между случайными величинами X_i, X_j ($i = 1, 2, 3 \dots n$; $j = 1, 2, 3 \dots n$) и коэффициент корреляции $K_{ij}^{(N)}$ переменной величины X_i события N по следующим формулам:

$$m_i^{(N)} = \frac{\sum_{j=1}^{K_N} X_{ij}^{(N)}}{K_N}, \quad (2)$$

$$D_i^{(N)} = \frac{\sum_{j=1}^{K_N} (X_{ij}^{(N)} - m_i^{(N)})^2}{K_N - 1}, \quad (3)$$

$$\sigma_i^{(N)} = \sqrt{D_i^{(N)}}, \quad (4)$$

$$K_{ij}^{(N)} = \frac{\sum_{i=1}^{K_N} \sum_{j=1}^{K_N} (X_i^{(N)} - m_i^{(N)})(X_j^{(N)} - m_j^{(N)})}{K_N - 1}, \quad (5)$$

$$r_{ij} = \frac{K_{ij}^{(N)}}{\sigma_i^{(N)} \cdot \sigma_j^{(N)}}, \quad (6)$$

где $X_{ij}^{(N)}$ ($i = 1, 2, 3, \dots, K_N$) – значение случайной величины X_i (соответствующий психофизиологический параметр), которая принадлежит одному из событий N (вероятность появления оценок 5; 4, или 3 балла).

Для проведения исследований использовались следующие методы: плотностей, геометрический и вероятностный [4, 5]. Первый метод основан на понятии плотности распределения системы случайных величин $X_1, X_2, \dots, X_n$, которая в каждом событии N принималась по многомерному нормальному закону. Из теории вероятностей известно, что в этом случае случайная величина X_i ($i = 1, 2, \dots, n$) также подчиняется нормальному закону. Пусть имеется N событий случайных величин $X_1, X_2, \dots, X_n$. В нашем случае событиями будет появление оценок 5; 4 или 3 балла, а случайными величинами – психофизиологические показатели: время сенсомоторной реакции на световой раздражитель, парамет-

ры внимания, памяти, частота сердечных сокращений и другие параметры, оцениваемые до и после рабочей смены. По экспериментальным данным выбирается многомерный закон распределения плотности вероятности случайных величин. В нашем случае за основу был взят нормальный закон распределения. Для экспериментальных значений случайных величин $X_1, X_2, \dots, X_n$ находилась плотность распределения вероятности в каждом событии N . За меру отклонения принималось отношение найденной плотности к ее максимальной величине (плотности) в событии N . Событие, в котором это отношение было наибольшим, принималось за достоверное.

При нормальном законе распределения случайной величины плотность вероятности $f^{(N)}(X_1, X_2, \dots, X_n)$ равна [3]:

$$f^{(N)}(X_1, X_2, \dots, X_n) = \frac{\sqrt{|C^{(N)}|}}{(2\pi)^{N^2}} \exp \frac{1}{2} R^{(N)}, \quad (7)$$

$$R^{(N)} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (C_{ij}^{(N)} \cdot (X_i - m_i^{(N)}) \cdot (X_j - m_j^{(N)}), \quad (8)$$

где $|C^{(N)}|$ – определитель матрицы;

$C^{(N)} = \|C_{ij}^{(N)}\|$ – матрица, обратная корреляционной матрице $K_{ij}^{(N)}$.

Из (7) следует, что максимальное значение плотности вероятности $f_{\max}^{(N)}(X_1, X_2, \dots, X_n)$ имеет место при $X_i = m_i^{(N)}$:

$$f_{\max}^{(N)}(m_1^{(N)}, m_2^{(N)}, \dots, m_n^{(N)}) = \frac{\sqrt{|C^{(N)}|}}{(2\pi)^{N^2}}. \quad (9)$$

Обозначая через $\sigma^{(N)}$ меру отклонения плотности вероятности $f^{(N)}$ к ее максимальному значению $f_{\max}^{(N)}$, получим выражение, позволяющее моделировать процесс изменения состояния профессиональной безопасности тракториста-машиниста в зависимости от его психофизиологических показателей:

$$\sigma^{(N)} = \exp\left(-\frac{1}{2R^{(N)}}\right). \quad (10)$$

Подставляя в соотношение (10) значение случайной величины $X_1, X_2, \dots, X_n$ для каждого события N , находим $\sigma^{(N)}$. В качестве достоверного события выбираем то событие N , в котором $\sigma^{(N)}$ наибольшее.

В том случае, если случайные величины $X_1, X_2, \dots, X_n$ некоррелированные, то плотность вероятности $f^{(N)}(X_1, X_2, \dots, X_n)$ находится по формуле:

$$f^{(N)}(X_1, X_2, \dots, X_n) = \frac{1}{(2\pi)^{N^2} \cdot \prod_{i=1}^n \sigma_i^{(N)}} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} R^{(N)}\right], \quad (11)$$

где

$$R^{(N)} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - m^{(N)}}{\sigma_i} \right)^2, \quad (12)$$

$\prod_{i=1}^n \sigma_i^{(N)}$ – произведение среднеквадратических отклонений $\sigma_1^{(N)}, \sigma_2^{(N)}, \dots, \sigma_n^{(N)}$.

Заключение. Предлагаемый метод плотности вероятности распределения системы случайных величин для математического моделирования профессиональной безопасности тракториста-машиниста позволяет оценивать и прогнозировать его готовность к безопасному выполнению работ непосредственно как в течение рабочей смены, так и в перспективе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мисун, Ал-й Л. Научно-методические основы повышения техносферной безопасности на объектах АПК / Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Минск, 2025. – 388 с.
2. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
3. Азаренко, В. В. Моделирование влияния природно-климатических и агрохимических факторов на эффективность и безопасность промышленного выращивания крупноплодной клюквы в условиях контролируемой производственной среды / В. В. Азаренко, В. Л. Мисун, Ал-й Л. Мисун // Весці НАН Беларусі. Сер. аграр. нав. – 2025. – № 2. – С. 18–24.
4. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – Москва: Высшая школа, 2000. – 480 с.
5. Невская, Г. Ф. Разработка метода плотности вероятности распределения случайных величин для моделирования комплексной оценки успешности профессиональной деятельности человека / Г. Ф. Невская, З. И. Губонина, Е. Б. Горбачев // Жизнь и безопасность. – 1998. – № 4. – С. 15–20.

Аннотация. Сделан анализ методов комплексной оценки профессиональной безопасности (профессиональная подготовка, успешность, пригодность) тракториста-машиниста.

Ключевые слова: тракторист-машинист, психофизиологические показатели, методы моделирования, профессиональная безопасность.

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УРОВНЯ АГРОПРОИЗВОДСТВА НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ТРАВМАТИЗМ

В. Л. МИСУН, инженер
В. В. АЗАРЕНКО, д-р техн. наук, профессор
Ал-й Л. МИСУН, канд. техн. наук
К. А. ГОРЯЧКО, студентка

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Эволюция взглядов на проблемы повышения производственной безопасности должна рассматриваться в контексте создания культуры безопасности труда, когда работники понимают и воспринимают этот элемент как один из важнейших приоритетов, как обязательную часть процесса управления агропроизводством, внедрения передовых приемов и методов труда [1–3].

Основная часть. Специфические особенности методики оценки безопасности производственной среды агропроизводства должны проявляться в характере и содержании функций управления безопасностью труда, условий труда, уровня производственного травматизма.

Для оценки организационного уровня агропроизводства используются различные методики, которые различаются, в основном, лишь комплексами применяемых в них частных показателей. В качестве общего критерия агропредприятия с точки зрения производственной безопасности можно рассматривать обобщенную интегральную оценку его организационного уровня (S_{oi}), которую предлагается определять как взвешенную сумму рассчитанных для него частных оценок S_{ij} :

$$S_{oi} = \sum \gamma_{ij} \cdot S_{ij} , \quad (1)$$

где γ_{ij} – относительный вес j -й частной оценки i -го агропредприятия.

Весь процесс оценки организационного уровня можно представить в виде последовательной редукции информации о работе агропредприятия. Агрегирование же факторов безопасности производственной среды агропроизводства предлагается осуществлять путем сведения всего их множества сначала к частным оценкам – коэффициентам уровня факторов, влияющих на тот или иной показатель производственной безопасности, а затем к обобщающей интегральной оценке.

Таким образом, выражение для оценки уровня условий производственной среды (W_j) на j -й показатель производственной безопасности, можно записать в следующем виде:

$$W_j = \frac{y_{jp}}{y_{jcp}}, \quad (2)$$

где y_{jp} – расчетное значение показателя для условий данного агропредприятия, а y_{jcp} – среднее значение данного показателя по всей совокупности анализируемых агропредприятий, т. е. соответствующее среднегрупповым условиям производственной среды.

Быстрое же изменение значений параметров производственной среды ставит, например, оператора мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) в трудные условия и требуют от него как подключение резервов памяти и внимания, так и реализации его профессиональных качеств по восприятию и оценке поступающей информации [4–8] с учетом основных показателей оценки безопасности производственной среды – факторов, мультипликаторов и индикаторов.

Как и во всякой системе управления, в рассматриваемом случае необходимо различать ее регулируемые, неуправляемые и слаберегулируемые параметры. К неуправляемым (нерегулируемым) параметрам системы управления безопасностью производственной среды агропроизводства относятся природные условия (рисунок), а также часть технических и технологических параметров, воздействовать на которые затруднительно по тем или иным причинам [9–13] (несовершенство конструкции МСХТ, технологии). Другим препятствием для изменения технических и технологических параметров агропроизводства в сторону их большей безопасности может быть экономическая сторона дела: большие затраты на замену применяемой МСХТ и технологий могут заставить расценивать существующие производственные риски как неприятное, но неизбежное явление. Регулируемыми параметрами в системе управления безопасностью производственной среды агропроизводства считаются те, которые поддаются прямому или косвенному воздействию и могут быть изменены по усмотрению субъекта управления, например, рельеф поля. Примером слаберегулируемого параметра может служить психология операторов МСХТ склонных к нерегламентируемому поведению при эксплуатации МСХТ, из-за чего нередко возникают опасные ситуации с угрозой для их здоровья и безопасности окружающих. Очевидно, что изменение поведения людей на производстве требует времени, значительных усилий менеджмента агропредприятия и использования особых механизмов воздействия.



Рис. 1. Параметры системы управления безопасностью производственной среды агропроизводства и взаимосвязи между ними

Таким образом, различие специализаций производственной деятельности агропредприятий, обилие агротехнических и технологических факторов организации безопасной эксплуатации технических средств и разнообразие при этом опасных и вредных производственных факторов, требует агрегирования показателей оценки агропроизводства.

Заключение. Анализ состояния организационного уровня агропроизводства как фактора безопасности производственной среды позволил обозначить типологию проблем обеспечения безопасности работ в АПК, его влияние на производственный травматизм, выполнить структуризацию и определить взаимосвязи параметров состояния производственной среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азаренко, В. В. Методические подходы оценки и управления производственным риском в растениеводческой отрасли АПК Беларуси / В. В. Азаренко, Ал-р Л. Мисун, Ал-й Л. Мисун // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2017. – № 3. – С. 99–108.
2. Мисун, Ал-р Л. Оценка производственного риска при возделывании сельскохозяйственных культур / А. Л. Мисун // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2017. – № 11. – С. 134–139.
3. Мисун, Л. В. Повышение безопасности труда операторов транспортных средств сельскохозяйственного назначения / Л. В. Мисун, В. В. Азаренко, А. Л. Мисун // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2020. – Вып. 54. – С. 30–35.

4. Мисун, Ал-й Л. Научно-методические основы повышения техносферной безопасности на объектах АПК / Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун. – Минск: БГАТУ, 2025. – 388 с.

5. Азаренко, В. В. Результаты исследований безопасности труда на клюквенных чеках в условиях изменяющихся параметров производственной среды / В. В. Азаренко, А. Н. Леонов, А. Л. Мисун // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2016. – № 1. – С. 109–116.

6. Мисун, Ал-й Л. Повышение безопасности при работе трактора на склонах / Ал-й Л. Мисун, Л. В. Мисун, В. Л. Мисун // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2024. – Вып. 8. – С.64–66.

7. Мисун, Ал-р Л. Обеспечение безопасности производственной среды в кабине мобильной сельскохозяйственной техники / Ал-р Л. Мисун, И. М. Морозова, Л. В. Мисун // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2018. – № 11. – С. 24–27.

8. Ехилевский, С. Г. Прогнозирование параметров состояния производственной среды, условий труда на рабочем месте оператора кормоуборочного комбайна КВК-800 «Палессе» / С. Г. Ехилевский, А. Н. Орда, Ал-р Л. Мисун // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. – 2023. – № 1. – С. 32–36.

9. Азаренко, В. В. Организация безопасной эксплуатации опрыскивателя на клюквенном чеке / В. В. Азаренко, Ал-й Л. Мисун // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2016. – Вып. 2. – С. 6–9.

10. Мисун, Ал-й Л. Прогнозирование безопасного использования сельскохозяйственных машин в растениеводстве по их показателю приспособленности к выполнению технологических регулировок / Ал-й Л. Мисун // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2021. – № 3. – С. 2–10.

11. Мисун, Ал-й Л. Прогнозирование удобства выполнения технологических регулировок технических средств с учетом антропометрических характеристик работника и условий их проведения / Ал-й Л. Мисун // Горная механика и машиностроение. – 2023. – № 1. – С. 75–81.

12. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.

13. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.

Аннотация. Проанализировано состояние организационного уровня агропроизводства как фактора безопасности производственной среды, его влияние на производственный травматизм. Обоснована структуризация и определены взаимосвязи параметров состояния производственной среды.

Ключевые слова: организационный уровень агропроизводства, производственная среда, параметры состояния, безопасность труда, производственный травматизм.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВНЕСЕНИИ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Т. В. МОЛОШ, канд. техн. наук, доцент

С. А. КОРЧИК, ст. преподаватель

К. В. ЕВСЮК, магистрант

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Минеральные удобрения играют решающую роль в обеспечении устойчивого развития АПК, повышая урожайность и качество сельскохозяйственной продукции [1–5].

Однако процесс их внесения сопровождается повышенной опасностью для здоровья работников и окружающей среды. Твердые удобрения, такие как аммиачная селитра, карбамид, суперфосфат, хлористый калий, могут вызывать раздражение дыхательных путей, химические ожоги, аллергические реакции и представлять опасность при контакте с влагой или нагревании [6–8].

В Республике Беларусь вопрос безопасности при обращении с минеральными удобрениями регулируется требованиями Трудового кодекса, санитарными нормами и стандартами СТБ 2591-2021, устанавливающими критерии к сельскохозяйственным машинам и условиям их эксплуатации [9]. Несмотря на наличие нормативной базы, ежегодно фиксируются случаи травматизма и нарушений техники безопасности при погрузке, транспортировке и внесении удобрений в почву.

В связи с этим возрастает необходимость внедрения инновационных технологий, направленных на повышение уровня безопасности и автоматизацию опасных процессов, что соответствует современным тенденциям «умного земледелия» и концепции устойчивого развития.

Основная часть. Основные риски при работе с твердыми минеральными удобрениями связаны с тремя группами факторов:

Токсикологические риски. Частицы удобрений способны проникать в дыхательные пути, вызывать раздражение слизистых и аллергические реакции. Особенно опасны соединения, содержащие аммиак и нитраты, которые могут приводить к химическим ожогам и интоксикации.

Физические риски. Пыльность, повышенная влажность, скольжение и воздействие высокой температуры увеличивают вероятность

несчастных случаев. Хранение удобрений в непроветриваемых помещениях способствует накоплению токсичных паров.

Механические риски. Опасность травмирования повышается при работе с разбрасывателями, конвейерами и погрузчиками. При несоблюдении дистанции или неисправности техники возможно попадание работников в зону действия вращающихся элементов.

Современные исследования показывают, что до 40 % несчастных случаев при внесении удобрений связано с человеческим фактором: недостаточным обучением, усталостью и отсутствием систем автоматического контроля.

Традиционные методы обеспечения безопасности на рабочем месте подразумевают применение средств индивидуальной защиты (респираторы, очки, перчатки), проведение инструктажей, контроль технического состояния машин, соблюдение санитарных норм хранения. Эти меры остаются основой безопасности, но имеют ряд ограничений:

- зависимость от человеческого внимания и дисциплины;
- отсутствие системного мониторинга условий микроклимата;
- устаревшее оборудование без автоматической блокировки при нарушениях;
- несвоевременное выявление утечек и превышений ПДК пыли.

Следовательно, такие подходы требуют интеграции с передовыми техническими средствами и цифровыми решениями, позволяющими минимизировать влияние человеческого фактора.

Современные сельхозпредприятия Беларуси постепенно переходят на использование автоматизированных разбрасывателей удобрений с функцией дозирования и регулировки траектории разлета частиц. Такие машины оснащаются:

- датчиками скорости ветра и влажности, которые автоматически корректируют норму внесения;
- GPS-навигацией для точного распределения вещества;
- закрытыми герметичными бункерами, предотвращающими пылеобразование;
- автоматической системой отключения подачи, если вблизи техники зафиксировано присутствие человека.

В перспективе планируется внедрение роботизированных мобильных платформ, которые смогут работать в автономном режиме без оператора, снижая риск контакта человека с химическими веществами.

Одним из наиболее инновационных направлений является применение агродронов для точечного внесения минеральных удобрений.

Такие системы обеспечивают: отсутствие физического контакта человека с удобрениями; экономию ресурсов за счет точного дозирования; снижение пылеобразования при внесении.

В Китае и ЕС дроны уже используются для распыления гранулированных удобрений в труднодоступных зонах, что снижает воздействие на оператора и повышает эффективность внесения.

Современные предприятия могут внедрять интеллектуальные системы безопасности (IoT), которые обеспечивают: контроль температуры и влажности воздуха на складах; автоматическое предупреждение при превышении концентрации пыли или аммиака; анализ данных о техническом состоянии оборудования; дистанционное управление подачей удобрений.

Применение таких систем позволяет оперативно реагировать на отклонения, предотвращать аварийные ситуации и вести электронные журналы охраны труда.

Для снижения вредных факторов рекомендуется использовать антикоррозионные и пылеотталкивающие покрытия на металлических частях машин, полиэтиленовые контейнеры вместо металлических, а также биоразлагаемую тару для хранения удобрений. Разработка полимерных материалов с антистатическими свойствами позволяет уменьшить риск воспламенения и взрыва при работе с аммиачной селитрой.

Новые технологии требуют не только технических решений, но и изменения культуры труда. Рекомендуется внедрение:

- VR-симуляторов для обучения безопасным действиям при утечке, возгорании или разливе удобрений;
- модульных онлайн-курсов с сертификацией работников;
- систем оценки компетенций, которые позволяют контролировать готовность персонала к работе с опасными веществами.

Такие методы обеспечивают высокую степень вовлеченности и практическое освоение навыков без риска для жизни.

Заключение. Повышение безопасности при внесении твердых минеральных удобрений требует комплексного подхода, объединяющего нормативные, технические и образовательные меры.

Инновационные технологии – автоматизация, цифровой мониторинг, дроны и роботизированные системы – позволяют существенно снизить влияние человеческого фактора, улучшить контроль за процессом внесения и минимизировать риски загрязнения окружающей среды. Перспективным направлением является внедрение интеллекту-

альных агросистем, интегрирующих мониторинг микроклимата, контроль состояния машин и персонала в единую цифровую платформу охраны труда. Современная стратегия обеспечения безопасности в агропромышленном комплексе должна сочетать технические инновации, обучение персонала и системное управление рискам, что станет основой устойчивого и безопасного земледелия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Влияние минеральных удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов сои / В. Н. Босак, Т. В. Колоскова // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 4. – С. 41–43.
2. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
3. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В. Н. Босак. – Минск, 2003. – 176 с.
4. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.
5. Ресурсосберегающая система удобрения сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах: рекомендации / В. В. Лапа, И. М. Богдевич, Н. Н. Ивахненко, В. Н. Босак. – Минск, 2001. – 18 с.
6. Босак, В. Н. Обеспечение безопасности при работе с пестицидами и удобрениями / В. Н. Босак // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК. – Минск: БГАТУ, 2014. – С. 396–399.
7. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеев, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
8. Требования охраны труда при работе с пестицидами и удобрениями / М. П. Акулич, О. В. Малашевская, Н. В. Клочкова [и др.] // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2022. – Вып. 7. – С. 3–6.
9. СТБ 2591-2021 «Техника сельскохозяйственная. Машины для внесения минеральных и органических удобрений. Требования к показателям назначения».

Аннотация. Рассмотрены актуальные стратегии и передовые методики охраны труда при использовании твердых минеральных удобрений в агропромышленном секторе. Проведен анализ основных угроз, сопряженных с перевозкой, складированием и автоматизированным внесением удобрений, и предложены перспективные технологические разработки, ориентированные на минимизацию рисков для работников.

Ключевые слова: охрана труда, минеральные удобрения, безопасность, автоматизация, цифровизация.

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Т. В. МОЛОШ, канд. техн. наук, доцент
С. А. КОРЧИК, ст. преподаватель
Н. Н. ЖАРКОВА, ст. преподаватель

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Деревообрабатывающая промышленность Республики Беларусь занимает значимое место в структуре национальной экономики. Вместе с тем деятельность по деревообработке относится к числу высокорискованных из-за использования режущих инструментов, быстродвижущихся механизмов, образования древесной пыли и повышенной пожароопасности [1–8].

Деревообработка характеризуется сложной комбинацией различных вредных и опасных факторов. Такие производства сосредоточены в закрытых помещениях, и именно технологические операции являются основными источниками опасности.

Однако стремительное развитие технологий – сенсорные системы контроля, автоматизация подачи, роботизированные линии, цифровые датчики вибрации и натяжения лент – создают новые возможности повышения безопасности, превосходящие классические методы.

Основная часть. При организации выполнения работ, связанных с обработкой древесины и производством изделий из дерева, работодатель обязан обеспечить исправное состояние зданий, площадок, проходов и рабочих зон, их освещенность и чистоту, а также своевременную уборку и устранение пожароопасных материалов [9].

Любая единица оборудования должна: иметь инвентарный номер; использоваться строго по паспорту изготовителя; эксплуатироваться только после технического осмотра; быть оборудована необходимыми защитными устройствами.

Строго запрещено работать при снятых или неисправных ограждениях, использовать неподходящие или повреждённые инструменты, оставлять работающий станок без присмотра.

К работе допускаются только лица: прошедшие обучение, инструктаж и проверку знаний; имеющие квалификацию по профессии; прошедшие медицинский осмотр; прошедшие стажировку.

Процесс обработки древесины связан с множеством опасных факторов. Их можно разделить на следующие группы.

Механические травмы. Опасность возникает при контакте:

- с режущими инструментами (пильные диски, ножевые валы, цепи, фрезы);

- с подвижными частями транспортеров и кареток;

- с выброшенными заготовками или обломками древесины.

Пылеобразование и загрязнение воздуха. Древесная пыль опасна по трём причинам:

- вызывает заболевания дыхательных путей;

- может образовывать взрывоопасные концентрации;

- ухудшает видимость и увеличивает вероятность ошибок оператора.

Электроопасность. Станки оснащены электроприводами, что создаёт риски: поражения током; короткого замыкания; пожара.

Шум и вибрация. Эксплуатация фрезерных и строгальных станков сопровождается уровнем шума до 95–110 дБ, что требует использования СИЗ органов слуха и проведения вибродиагностики оборудования.

Ежегодно в организациях республики регистрируются случаи производственного травматизма с тяжелыми последствиями при эксплуатации деревообрабатывающего оборудования.

По данным Департамента государственной инспекции труда Министерства труда и социальной защиты за январь – август 2025 г. при эксплуатации деревообрабатывающего оборудования погибло 4 человека и 18 человек получили тяжелые производственные травмы [10].

Анализ материалов завершенных специальных расследований несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями, происшедших при эксплуатации деревообрабатывающего оборудования, показывает, что их причинами явилось:

- эксплуатация неисправных механизмов, оборудования – 28,6 % от общего числа причин;

- нарушение потерпевшими трудовой дисциплины, требований нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных правовых актов по охране труда – 22,9 %;

- допуск потерпевших к работе без обучения и проверки знаний по вопросам охраны труда, без проведения стажировки по вопросам охраны труда и (или) инструктажа по охране труда – 22,9 %;

- нарушение требований безопасности при эксплуатации механизмов, оборудования – 8,6 %;

- привлечение потерпевшего к работе не по специальности (профессии) – 5,7 %;
- невыполнение руководителями и специалистами обязанностей по охране труда – 5,7 %;
- отсутствие или некачественная разработка инструкции по охране труда – 2,9 %;
- нарушение требований по охране труда другими работниками – 2,9 %.

Для предотвращения травматизма сотрудников при использовании и обслуживании деревообрабатывающего оборудования необходимо выделить основные устройства, которые должны быть обязательны к применению.

Ограждения режущих инструментов. Зона обработки должна быть закрыта: неподвижными ограждениями – если исключён доступ оператора; подвижными ограждениями – если необходим доступ для подачи материала.

Ограждение должно автоматически открываться только на величину проходящей заготовки.

Блокировочные устройства. Любой станок должен быть снабжен блокировкой, исключающей: запуск при открытых ограждениях; работу при отсутствии или неправильном положении инструмента; запуск шлифовального станка при выключенной вентиляции; движение пилы вне рабочей зоны.

Для лесопильных рам блокировка не допускает работу при незакрытых воротах или отсутствии давления охлаждающей жидкости.

Противовыбрасывающие устройства. Строгальные и рейсмусовые станки должны иметь устройства, которые: удерживают заготовку при попадании на ножи; возвращаются в исходное положение автоматически; исключают выброс материала в сторону оператора.

Устройства аварийной остановки. Многошпиндельные станки оборудуются общими системами аварийного отключения.

Шлифовальные станки имеют устройства остановки при обрыве ленты.

Современные технологии позволяют значительно расширить защитный функционал.

Интеллектуальные сенсорные системы. На деревообрабатывающие станки могут устанавливаться: датчики положения рук, отключающие станок при попадании оператора в опасную зону; сенсоры вибрации, выявляющие дисбаланс ножевого вала; датчики натяжения пильных лент; тепловизоры для контроля нагрева подшипников.

Эти решения позволяют предотвратить до 80 % аварий, связанных с техническими отказами.

Компьютерное зрение. Технологии машинного зрения позволяют: отслеживать положение оператора; выявлять отсутствие защитного экрана; анализировать правильность подачи заготовок; распознавать опасные ситуации в реальном времени.

Автоматизация подачи и удаления отходов. Полностью автоматизированные линии исключают ручную подачу заготовок и участие человека в зоне вращающихся элементов. Это снижает риски травматизма почти до нуля.

VR- и AR-тренажеры для обучения. Современные производства применяют VR-симуляторы для обучения в опасных ситуациях, таких как выброс заготовки, обрыв ленты или отказ тормоза, а также AR-подсказки для настройки оборудования. Это способствует улучшению процесса обучения и снижению вероятности ошибок со стороны оператора.

Интеллектуальные системы учета безопасности. Современные предприятия внедряют: электронные журналы охраны труда; автоматическое тестирование работников; электронный контроль допусков; предиктивный анализ травматизма.

Комплексный подход включает разработку многоуровневой системы, состоящей из технических мер, организационных мероприятий, обучения, мониторинга и управления рисками. Эффективная система управления должна охватывать назначение ответственных лиц, ведение документации, проведение регулярных проверок и аудитов, исследование инцидентов, а также реализацию корректирующих действий.

Заключение. Деревообрабатывающие производства характеризуются высокой степенью риска, что требует строгого соблюдения нормативных требований и внедрения современных технологических решений. Анализ показал, что безопасность обеспечивается на трех уровнях:

- нормативно-техническая база – защитные устройства, блокировки, ограждения;
- организационные меры – обучение, инструктаж, контроль;
- инновационные решения – датчики, автоматизация, компьютерное зрение, VR-обучение.

Комплексное сочетание этих подходов позволяет существенно снизить травматизм, повысить эффективность производства и обеспечить соответствие современным стандартам безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Безопасность труда и пожарная безопасность в лесном хозяйстве / В. Н. Босак. – Минск: РИПО, 2013. – 232 с.
2. Ермак, И. Т. Шумовое воздействие на работающих при производстве древесностружечных плит / И. Т. Ермак, А. К. Гармаза, В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2012. – С. 10.
3. Ермак, И. Т. Гигиеническая оценка влияния микроклимата на условия труда при производстве древесностружечных плит / И. Т. Ермак, А. К. Гармаза, В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 34.
4. Ермак, И. Т. Гигиеническая оценка влияния микроклимата на условия труда при производстве древесностружечных плит / И. Т. Ермак, А. К. Гармаза, В. Н. Босак // Труды БГТУ: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2015. – № 2. – С. 206–209.
5. Ладик, Б. Р. Шумовое воздействие на работающих при производстве древесностружечных плит / Б. Р. Ладик, И. Т. Ермак, В. Н. Босак // Труды БГТУ: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2012. – № 2. – С. 219–221.
6. Охрана труда в лесном хозяйстве и производстве изделий из древесины / О. А. Олекс, С. П. Кудравец, В. Н. Босак, С. Н. Пищов. – Минск, 2014. – 25 с.
7. Перетрухин, В. В. Контроль радиационной безопасности работающих при производстве продукции из древесины / В. В. Перетрухин, Г. А. Чернушевич, В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 5.
8. Перетрухин, В. В. Обеспечение радиационной безопасности работающих при производстве продукции из древесины / В. В. Перетрухин, Г. А. Чернушевич, В. Н. Босак // Труды БГТУ: Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2016. – № 2. – С. 233–235.
9. Правила по охране труда при ведении лесного хозяйства, обработке древесины и производстве изделий из дерева: постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 30 марта 2020 г. № 32/5.
10. Охрана труда и травматизм в Республике Беларусь 2024 года. Итоги. [сайт]: Охрана труда в Беларуси. – URL: <https://www.otb.by/news/5102-okhrana-truda-itratmatizm-v-respublike-belarus-2024-goda-itogi>. – Дата доступа: 17.11.2025.

Аннотация. Проведен анализ требований охраны труда в деревообрабатывающей отрасли, а также предлагаются современные методы повышения безопасности: автоматизация, цифровой мониторинг, интеллектуальные сенсоры, блокировочные системы нового поколения.

Ключевые слова: деревообработка, безопасность, станки, блокировочные устройства, автоматизация, риски.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВРЕМЕНИ СМЕНЫ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ АСПТ

И. А. САВЧЕНКО, Д. Ю. СИМОНЕНКО, студенты
М. В. ЦАЙЦ, канд. техн. наук, доцент
А. В. ЧАЙЧИЦ, канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Среди зерноуборочных комбайнов, используемых на территории Беларуси, преобладают машины отечественного производства – 84,9 %, а самым массовым комбайном является КЗС-1218 [1]. Как правило, эксплуатация зерноуборочных комбайнов осуществляется в условиях высоких температур воздуха и засушливой погоды в присутствии большого количества легковоспламеняющегося растительного материала, представляющего собой высохшую на корню солоmistую массу с температурой воспламенения 200 °С [2]. Все перечисленные обстоятельства повышают пожарную опасность при эксплуатации зерноуборочной техники.

Согласно статистическим данным, в Республике Беларусь за период 2015–2019 гг. произошло значительное сокращение машинно-тракторного парка в аграрном секторе экономики [3]. Также наблюдается значительное сокращение различных видов комбайнов. Например, количество свеклоуборочных комбайнов за 5 лет сократилось на 36,1 %, кукурузоуборочных и льноуборочных комбайнов сократилось на 34,0 и 32,9 % соответственно.

Основными источниками зажигания горючей среды при уборке урожая зерновых культур являются открытый огонь, искры, тепло, которое выделяется при преобразовании механической энергии, протекании химических процессов и джоулевым тепловыделением [4, 5, 6].

В зерноуборочных комбайнах большое количество узлов трения, которые расположены в жатках, транспортерах, молотильно-сепарирующих устройствах, соломотрясах, измельчителях, различных приводах, двигателях и т. д.

Целью работы является установление приближенного значения затрат времени на технологическое обслуживание и восстановление тех-

ники в рабочее состояние в чрезвычайной ситуации, связанной с возгоранием сельскохозяйственной машины.

Основная часть. К непроизводительным затратам времени смены относят время на ежедневное техническое обслуживание ($T_{\text{ЕТО}}$), время на подготовку к переезду в начале и в конце смены ($T_{\text{п.п}}$), время на получение наряда и сдачу работ ($T_{\text{пнз}}$), время на физиологические нужды ($T_{\text{ф}}$) [7]. Подготовительно-заключительное время (ч) рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{п.з}} = T_{\text{ЕТО}} + T_{\text{п.п}} + T_{\text{п.нк}} + T_{\text{пнз}} . \quad (1)$$

Затраты времени (ч) на технологическое обслуживание (поддержание технологического процесса агрегата в соответствии с агротехническими требованиями) определяются по зависимости:

$$T_{\text{техн}} = t_{\text{техн}} T_{\text{см}} , \quad (2)$$

где $t_{\text{техн}}$ – затраты времени на технологическое обслуживание, приходящееся на 1 час времени смены (в условиях нормального функционирования $t_{\text{техн}} = 0,05 \dots 0,09 \text{ ч/ч}$). В условиях чрезвычайной ситуации (пожара) затраты времени на технологическое обслуживание и восстановление техники в рабочее состояние могут быть кратно увеличены.

Внецикловые нормируемые непроизводительные затраты времени (ч) определяются суммированием рассчитанных ранее нормируемых непроизводительных затрат

$$T_{\text{в.ц}} = T_{\text{п.з}} + T_{\text{ф}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{техн}} . \quad (3)$$

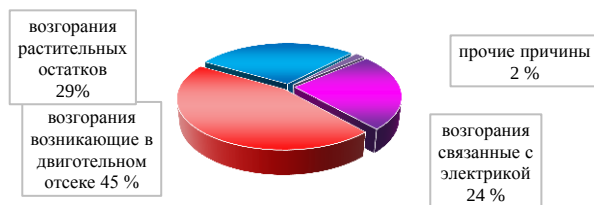


Рис. 1. Диаграмма распределения случаев возгораний зерноуборочных комбайнов по элементам [8]

Анализ данных [8] показал (рис. 1), что возгорания в 45 % случаев происходят в двигательном отсеке, в 24 % случаев возгораний связано с электрикой, в 29 % случаев связано с возгоранием растительных остатков – в молотильном аппарате и соломотрясе.

Допуская возможность восстановления и приведения сельскохозяйственной машины в рабочее состояние путем узловой замены агрегатов, произведем оценку времени согласно укрупненные нормы времени на разборочно-сборочные работы при капитальном ремонте зерноуборочного комбайна.

Укрупненные нормы времени на разборочно-сборочные работы [9]

Вид работы или наименование сборочных единиц	Чел.-ч		
	Снятие	Установка	Прочие
Установка комбайна на площадку ремфонда, слив воды, масла и топлива	–	–	0,83
Наружная очистка и мойка жатки	–	–	0,58
Наружная очистка и мойка комбайна	–	–	1,67
Наружная очистка и мойка наклонной камеры	–	–	0,44
Жатка	0,82	0,68	–
Наклонная камера	0,42	1,24	–
Электрооборудование и контрольные приборы	3,01	3,29	–
Бункер с кабиной	1,24	2,82	–
Передняя часть молотилки	1,24	2,5	–
Подбарабанье с надставкой	0,45	0,56	–
Малый колосовой шнек	0,29	0,25	–
Колосовой шнек	0,20	0,20	–
Двигатель	2,4	3,1	–

Суммировав затраты времени, согласно данным таблицы, по группам узлов комбайна согласно рис. 1. получим: трудоемкость замены двигателя составит $T_{дв} = 9,02$ чел.-ч, замена жатки и наклонной камеры – $T_{ж} = 6,68$ чел.-ч, замена бункера и кабины – $T_6 = 8,52$ чел.-ч, замена электрооборудования – $T_э = 9,82$ чел.-ч, замена молотильного аппарата – $T_м = 8,27$ чел.-ч.

Среднее время восстановительных работ можно определить как

$$T_{cp} = \frac{T_{дв} \cdot k_{дв} + T_{ж} \cdot k_{ж} + T_6 \cdot k_6 + T_э \cdot k_э + T_м \cdot k_м}{n}, \quad (4)$$

где $k_{дв}$, $k_{ж}$, k_6 , $k_э$, $k_м$ – коэффициент, определяющий долю случаев возгораний i -го узла от общего количества. Примем согласно источнику [8] $k_{дв} = 0,45$, $k_{ж} + k_6 + k_м = 0,29$, $k_э = 0,24$. Тогда, согласно формуле (4), средняя трудоемкость восстановительных работ T_{cp} , составит 8,68 чел.-ч.

Показатель частоты пожаров ($K_ч$) мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) приведен на рис. 2. Данный показатель, отражающий количество случаев пожаром МСХТ на 1 000 единиц за определенный период, рассчитываемый по формуле:

$$K_{\text{ч}} = \frac{n_{\text{п}} \cdot 1000}{N_{\text{к}}}, \quad (5)$$

где $n_{\text{п}}$ – число зафиксированных случаев пожаром зерноуборочных комбайнов;

$N_{\text{к}}$ – среднесписочная годовая численность зерноуборочных комбайнов.

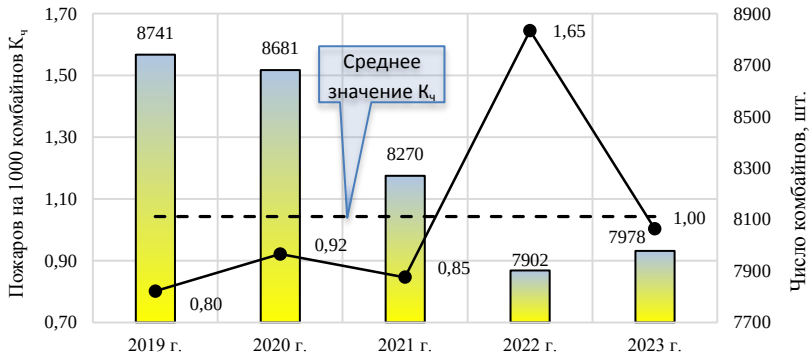


Рис. 2. Динамика изменения числа пожаров, приходящихся на 1000 зерноуборочных комбайнов в Республике Беларусь

Анализ данных (рис. 2) показал, что за период 2019–2023 гг. наблюдается снижение численности зерноуборочных комбайнов, при этом показатель частоты пожаров ($K_{\text{ч}}$) МСХТ растет и в среднем за три года составил 1,04.

Закключение. Возгорания МСХТ необязательно приводят к потере единицы техники, чаще всего возгоранию подвержены отдельные узлы, механизмы и агрегаты. Оценка затрат времени на восстановление МСХТ после пожара, выполненная на основании укрупненных норм времени на разборочно-сборочные работы для зерноуборочного комбайна, регламентирует от затраты времени 6,6 до 9,02 чел.-ч в зависимости от места возгорания и степени повреждения машины. За период 2019–2023 гг. показатель частоты пожаров ($K_{\text{ч}}$) МСХТ растет и в среднем за три года составил 1,04. Приближенное значение производственных затрат времени смены эксплуатации зерноуборочного комбайна в условиях ЧС связанной с возгоранием в расчете находятся в диапазоне 0,000033...0,000036 ч, что является не существенным. Ис-

пользование данного показателя при оценке последствий возгорания зерноуборочного комбайна является нецелесообразным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайганов, А. С. Эффективность эксплуатации зерноуборочных комбайнов в сельском хозяйстве Беларуси / А. С. Сайганов, В. К. Липская // Известия национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2018. – Т. 56, № 2. – С. 213–225. DOI: 10.29235/1817-7204-2018-56-2-213-225.
2. Демидов, П. Г. Горение и свойства горючих материалов / П. Г. Демидов. – Москва: ВИПТШ МВД, 1981. – 190 с.
3. Статистический сборник «Сельское хозяйство Республики Беларусь» / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск: Белстат, 2020. – 179 с.
4. О состоянии пожарной безопасности в первом квартале 2025 года и мерах профилактики пожаров / Д. Ю. Симоненко, С. С. Могучий, М. В. Цайц, В. И. Коцуба // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 120–122.
5. Шкрабак, В. С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве / В. С. Шкрабак, А. В. Луковников, А. К. Тургиев. – Москва: Колос, 2004. – 512 с.
6. Чрезвычайные ситуации на территории Республики Беларусь и их последствия / А. А. Глушковская, В. М. Бычковская, М. В. Цайц [и др.] // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки, 2025. – С. 23–27.
7. Валуженич, Г. А. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства. Разработка операционной технологии уборки зерновых и кормовых культур / Г. А. Валуженич. – Горки: БГСХА, 2020. – 82 с.
8. Field, W. E. Agricultural-related fires and explosions / W. E. Field // Agricultural mechanization and automation. – New York: UNESCO, 2018. – Vol. II. – P. 575–581.
9. Укрупненные нормы времени на разборочно-сборочные работы при капитальном ремонте зерноуборочного комбайна СК-6 «КОЛОС» [сайт]. – Е-ДОСЪЕ. – URL: <https://e-ecolog.ru/docs/vrmsaMgxvT7gQqdzghNWG/4555>. – Дата обращения: 18.09.2025.

Аннотация. Приведена методика определения непроизводственных затрат времени смены зерноуборочного комбайна, обусловленное возгоранием отдельных узлов и механизмов, получен показатель частоты пожаров зерноуборочных комбайнов – 1,04. Установлено, что приближенное значение непроизводственных затрат времени смены МСХТ в условиях ЧС статистически не значимы.

Ключевые слова: пожар, сельскохозяйственная техника, время технологического обслуживания, непроизводственные затраты.

ОПАВШАЯ ЛИСТВА КАК ФАКТОР ОПАСНОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

В. Л. САМСОНОВ, ст. преподаватель
Л. А. ПОПОВА, зав. лабораторией

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Обеспечение безопасности при организации дорожного движения относится к основным аспектам предотвращения несчастных случаев [1–6].

Ранней осенью температура воздуха еще недостаточно низкая, чтобы переобувать покрышки. Но опавшие влажные листья представляют на дороге не меньшую опасность, чем лед. Сцепление с покрытием снижается, дорога становится очень скользкой, что негативно сказывается на управляемости машины и длине тормозного пути.

Основная часть. Опавшие листья имеют тенденцию забиваться в отсек между капотом и лобовым стеклом, который служит для отвода воды и защиты каналов вентиляционной системы. В итоге, нарушается циркуляция воздуха, возникает парниковый эффект, в салоне постоянно потеют стекла, появляется запах сырости и плесени.

Сотни тысяч водителей по всей стране, каждый день добираются на работу на собственном транспорте и уже успели убедиться, что опавшая листва на дороге не самое приятное для автомобилистов явление.

Опытные водители практически никогда не счищают опавшие листья с ветрового стекла, оставляя это на откуп естественным процессам или автоматике. Но такое, казалось бы, невинное действие, как устранение листьев стеклоочистителями, ускоряет износ резиновых щеток, а если стекло еще и влажное, то и всего механизма.

Необходимо также иметь в виду, что листва прилипает не только не стекла, но и на фары, затрудняя тем самым обзор и мешая эффективной работе оптики. Кстати, на ветровом стекле при очистке стеклоочистителями образуются «слепые» зоны, которые существенно ограничивают угол обзора, нисколько не повышая общий уровень безопасности.

Самым классическим местом для скопления листьев является пластиковый кожух в нижнем контуре ветрового стекла, который полезен для отвода воды и защиты каналов вентиляционной системы.

Неубранная листва практически наверняка забьет воздуховоды, а некоторая ее часть, превратившись в труху за несколько дней, проникнет в саму систему, забьет каналы и создаст парниковый эффект, от которого в машине постоянно начнут потеть стекла изнутри.

Также от мелких частиц быстро засорится салонный фильтр, а мусор, скопившийся на его поверхности, станет питательной средой для всевозможных микроорганизмов, которые начнут активно размножаться. В итоге климатическая система вашего авто станет рассадником грибка и плесени, запах которой начнет ощущаться при каждом включении вентилятора отопителя.

Кстати, похожая проблема может происходить прямо под вашими ногами, если вы еще не успели заменить коврики по сезону. На ковролин прелые листья попадают с подошв вашей обуви. Чтобы избежать осложнений с грибком и плесенью, описанных выше, нужно не забывать об уборке салона.

Также листья могут закрепляться в трещинах лакокрасочного покрытия и швах корпуса автомобиля. Помимо упомянутого желоба перед капотом легко обнаружить листву, набившуюся в стыки с крышкой багажника. Также листья прилипают к радиаторной решетке, к петлям и отверстиям для стока воды у дверей. В этих местах от них сложно избавиться даже при быстрой езде.

Собираясь на стыке между лобовым стеклом и капотом, листья практически наверняка станут причиной застоя воды, а если пролежат в такой луже слишком долго, начнут выделять дубильную кислоту, губительную для лака авто. Чтобы этого не случилось, лучше своевременно удалять их с видимых поверхностей вручную, воспользовавшись малярной кистью или пылесосом.

Если ваш автомобиль снабжен люком, то необходимо очищать его от листьев и прочего осеннего мусора, так как это может вывести из строя механизм электропривода. В некоторых случаях там образуется уплотненный слой из грязи и листвы, который способствует распространению коррозии и протечкам. Аналогичные процессы могут начаться и под крыльями авто, а также в других местах кузова из-за забившихся дренажных отверстий.

Помимо того, что скопления желто-красных листьев представляют собой изумительное зрелище, даже будучи просто рассыпанными по дороге, они еще таят в себе смертельную опасность. Середина осени – это нестабильное межсезонье, когда дневная температура существенно отличается от ночной.

Когда увеличивается количество листвы вдоль дорог, то она может намочнуть во время дождей, такое покрытие мало чем отличается от обледенения. Впрочем, коэффициент сцепления с дорогой в данном случае чуть выше, чем на льду, однако от летней резины здесь все равно будет мало толку.

Если вы часто ездите по дорогам, проходящим вдоль леса или парка, самое время освежить в памяти приемы зимней езды. То есть тормозить и поворачивать плавно, не срывая колеса в пробуксовку резкими нажатиями на акселератор, активировать торможение двигателем, перейдя на пониженную передачу. Чтобы предупредить возможное дорожно-транспортное происшествие, также следует быть готовым к тому, что водитель попутного или встречного автомобиля не вспомнит об этих правилах.

Заключение. Как оказалось на проверку, радующие глаз атрибуты осени не такая уж приятная вещь при ежедневной езде на автомобиле. Даже подобная мелочь может привести к страшным последствиям, если не уделять этому особого внимания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность дорожного движения / В. В. Амбарцумян [и др.]. – Москва: Машиностроение, 2008. – 304 с.
2. Берлова, И. С. Психологические особенности участников дорожного движения как фактор безопасности / И.С. Берлова // Ученые записки. – 2010. – Т. 1, № 2 (60). – С. 32–36.
3. Дорожно-транспортные происшествия: нормативные акты, материалы судебной практики, образцы документов / под ред. М. Ю. Тихомирова. – 4-е изд., доп. и перераб. – Москва: Изд. Тихомирова М. Ю., 2008. – 284 с.
4. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. П. Акулич [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
5. Попова, Л. А. Человеческий фактор в организации дорожного движения / Л. А. Попова, Г. Г. Евтух, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 79–81.
6. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.

Аннотация. Проведен анализ влияния опавшей листвы на безопасность дорожного движения. Предложены мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности на дорогах.

Ключевые слова: безопасность, коэффициент сцепления, с дорогой, обзорность дороги.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Т. В. САЧИВКО¹, канд. с.-х. наук, доцент
В. Н. БОСАК², д-р с.-х. наук, профессор
И. И. СЕРГЕЕВА³, канд. с.-х. наук, доцент
Н. В. УЛАХОВИЧ³, зав. лабораторией

¹Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений,
Минск, Республика Беларусь

²ООО «Торговый Дом Торфяные Гуматы»,
Минск, Республика Беларусь

³Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Энергосбережение – это организационная, научная, практическая, информационная деятельность государственных органов, юридических и физических лиц, направленная на снижение расхода (потерь) топливно-энергетических ресурсов в процессе их добычи, переработки, транспортировки, хранения, производства, использования и утилизации, в том числе в сельском хозяйстве [1–19].

Основная часть. Основными направлениями развития энергосберегающих технологий в растениеводстве являются:

- развитие технологий точного земледелия;
- создание высокопродуктивных сортов и гибридов, адаптированных к различным зональным особенностям Республики Беларусь;
- внедрение технологий по биологизации земледелия и производству органической продукции;
- разработка технологии дражирования семян злаковых, бобовых и технических культур с нанесением на них удобрений, микро- и макроэлементов на основе гуматов, встроенных в матрицу полифункционального полимера с пролонгированным периодом действия («умные удобрения»);
- внедрение технологии микроволновой обработки семян злаковых, бобовых и технических культур;
- внедрение технологии селективной очистки семян злаковых и бобовых культур с использованием лазерно-оптических систем;
- развитие информационных систем в растениеводстве с использованием ГИС-технологий и GPS-навигации;
- разработка технологических приемов реабилитации техногенно загрязненных сельскохозяйственных земель с применением многофункциональных полимерных сорбентов.

Малоэнергоемкие технологии при возделывании и уборке сельскохозяйственных культур могут быть реализованы двумя способами:

1) повышением биологического (генетического) потенциала растений за счет селекционной работы и модификаций генофонда;

2) снижением затрат энергии и повышением эффективности процессов обработки почвы, возделывания, уборки и переработки сельскохозяйственных растений.

Важным аспектом энергосбережения при обработке почвы является снижение влияния пространственных факторов на энергетическую эффективность процессов. Правильная организация работ, выбор способа движения, разбивка поля на загоны должны свести до минимума затраты топлива на поворотах и переездах почвообрабатывающих агрегатов, которые иногда превышают 20 % от общего расхода.

Одним из важнейших средств снижения энергетических затрат и повышения энергоэкономичности земледелия является совершенствование структуры посевных площадей и системы севооборотов.

Важным фактором снижения общей энергоемкости технологий в растениеводстве является использование качественных семян с высокой всхожестью. Применение современных сеялок обеспечивает их экономное использование и точное распределение.

Суть ресурсосберегающей системы применения минеральных удобрений заключается в том, что расчетные дозы минеральных удобрений с учетом действия и последствия органических удобрений на почвах с оптимальным содержанием фосфора и калия должны компенсировать вынос этих элементов с урожаем, т. е. поддерживать достигнутый уровень обеспеченности почв. Важным фактором повышения эффективности минеральных удобрений является также совершенствование технологических приемов внесения удобрений.

Своевременное, качественное проведение защитных мероприятий в посевах зерновых культур обеспечивает в среднем сохранность от 5,7 до 6,5 ц/га урожая зерна.

Уборка урожая сельскохозяйственных культур является одним из наиболее энергоемких процессов и связана с большими потерями, как в виде недополученной продукции, так и за счет нерационального использования ресурсов и техники. Техническое переоснащение сельскохозяйственных предприятий направлено на повышение производительности труда и качества проведения уборочных работ. Правильное комплектование механизированных звеньев, организация работы уборочных бригад, применение поточно-групповых работ, нарезка заго-

нов оптимального размера, выбор оптимальных способов и маршрутов движения, четкая организация отвозки урожая и другие организационные меры на сегодняшний день являются важнейшим резервом энергосбережения при уборке зерновых и других культур.

Большое значение имеет своевременное техническое обслуживание и настройка уборочной техники. Заблаговременный и качественный ремонт, создание резерва ГСМ и запасных частей позволят избежать аврала и провести уборочные работы в максимально сжатые сроки. Перспективным представляется формирование специализированных бригад и звеньев из числа наиболее квалифицированных работников, которые напрямую будут заинтересованы в получении результата.

Острейшей проблемой остается сокращение потерь при хранении, транспортировке и переработке сельскохозяйственной продукции. Основным направлением энергосбережения является максимальное приближение к производителю процессов доработки, хранения и переработки продукции. Установки для первичной обработки зерна есть во всех хозяйствах зернового направления. Они действуют на всех специализированных и универсальных пунктах, на заводах по обработке семян в элитно-семеноводческих хозяйствах. Мощность и тип этих установок определяются качеством зерна, сроками и интенсивностью уборки, размерами посевных площадей.

Заключение. Энергосбережение является важной составной частью современных технологий в агропромышленном комплексе. Развитие энергосберегающих технологий в растениеводстве обеспечивает устойчивое развитие отрасли и высокую агроэкономическую эффективность их применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бараш, В. П. Асаблівасці і перспектывы развіцця альтэрнатыўнай энергетыкі / В. П. Бараш, В. М. Босак, Н. У. Улаховіч // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 8–10.
2. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, Н. А. Невестенко [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 312 с.
3. Босак, В. М. Агразкалагічныя аспекты выкарыстання арганічных угнаенняў / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамнянкова // Химическая технология и техника. – Минск: БГТУ, 2025. – С. 464–467.
4. Босак, В. М. Агразкалагічныя аспекты выкарыстання мінеральных угнаенняў / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамнянкова // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2026. – С. 256–259.
5. Босак, В. М. Арганічныя ўгнаенні: роля ў забеспячэнні харчовай бяспекі і ўзнаўленні глебавай урадлівасці / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, Н. У. Улаховіч //

Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 22–24.

6. Босак, В. М. Забеспячэнне бяспекі жыццядзейнасці ў аграпрамысловым комплексе / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка, А. У. Дамнянкова // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2022. – С. 76–77.

7. Босак, В. М. Харчовая бяспека і яе роля ў забеспячэнні бяспекі жыццядзейнасці / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 19–22.

8. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, К. Т. Жантасов, М. К. Жантасова. – Шымкент, 2022. – 280 с.

9. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак. – Старый Оскол: ТНТ, 2022. – 356 с.

10. Босак, В. Н. Новые издания по безопасности жизнедеятельности для высшей школы Беларуси, Казахстана и России / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2025. – № 3. – С. 2–3.

11. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеев, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.

12. Босак, В. Н. Охрана труда, охрана окружающей среды и энергосбережение / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль. – Горки: БГСХА, 2023. – 107 с.

13. Домненкова, А. В. Состояние и перспективы развития альтернативной энергетики в Беларуси / А. В. Домненкова, В. Н. Босак, И. И. Сергеева // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 33–35.

14. Домненкова, А. В. Состояние и развитие пеллетных производств в Республике Беларусь / А. В. Домненкова, И. Т. Ермак, В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2025. – № 4. – С. 11–15.

15. Особенности применения гуминового удобрения Гумат Рост при возделывании салата листового в защищенном грунте / И. И. Сергеева, М. М. Добродькин, Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур. – Горки, 2026.

16. Сачивко, Т. В. Состояние и перспективы производства пряно-ароматических культур в Республике Беларусь / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2026. – № 1.

17. Сачивко, Т. В. Сортовое обеспечение пряно-ароматических и эфирно-масличных культур в Беларуси / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Лесное хозяйство. – Минск, 2026. – С. 553–556.

18. Сачыўка, Т. У. Альтэрнатыўная энергетыка ў Рэспубліцы Беларусь: накірункі і перспектывы развіцця / Т. У. Сачыўка, В. М. Босак, А. У. Дамнянкова // Химическая технология и техника. – Минск: БГТУ, 2024. – С. 492–496.

19. Челноков, А. А. Безопасность жизнедеятельности / А. А. Челноков, В. Н. Босак, Л. Ф. Ющенко. – Минск: Вышэйшая школа, 2023. – 407 с.

Аннотация. Приведены сведения о перспективах развития энерго-сберегающих технологий в отрасли растениеводства.

Ключевые слова: энергосбережение, ресурсосберегающие технологии, растениеводство, сельское хозяйство.

ПОЖАРЫ В ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ И СПОСОБЫ ИХ ОБНАРУЖЕНИЯ

И. И. СЕРГЕЕВА, канд. с.-х. наук, доцент
М. В. ЦАЙЦ, канд. техн. наук, доцент
Е. Л. ИОНАС, канд. с.-х. наук, доцент
М. П. АКУЛИЧ, ст. преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Обеспечение пожарной безопасности в природных экосистемах относится к приоритетным направлениям безопасности жизнедеятельности [1–7].

Практика введения запретов и ограничений на посещение лесов, способствует снижению нагрузки на природные системы и стабилизации обстановки с загораниями в природных экосистемах. С начала пожароопасного сезона 2025 г. на территории Республики Беларусь запреты или ограничения на посещение лесов вводились во всех районах страны. Территориальными УМЧС проводилась профилактическая работа по предупреждению возгораний в природных экосистемах, по итогам которой привлечено к административной ответственности 395 лиц, виновных в возникновении возгораний [8, 9].

Основная часть. Пожароопасный сезон в 2025 г. начался очень рано. Первые загорания были зафиксированы 2 января на территории Гомельской области. Всего по данным МЧС зафиксировано 6 315 загораний в природных экосистемах на общей площади 2 350,1 га – лесных 774 (1261,4 га); торфяных 131 (54,1 га); травы и кустарников 5 410 (1 035 га).

В целом сезон 2025 года за 10-летний период наблюдений занял второе место по количеству загораний и третье по общей площади, пройденной загораниями (наибольшее количество загораний зафиксировано в 2022 году, наибольшая общая площадь – в 2019). Количество загораний превышает средний показатель за последние 10 лет на 61,3 %, общая площадь ниже на 38,7 % (средние показатели – 3 915 загораний, 3 830,9 га – площадь).

Возникновение загораний происходило в течение всего сезона, однако самой сложной обстановка была в весенний период, когда зафиксировано 85,4 % от всех загораний за год – 5 390 очагов. Аномально теплая погода в январе, а также отсутствие устойчивого снежного по-

крова в зимний период повлияли на раннее начало пожароопасного сезона и привели к возникновению большого количества загораний в весенний период и последствий от них. Эта весна заняла второе место по количеству загораний в природных экосистемах в весенний период за 10-летний период наблюдений. Наибольшее количество из них – это загорания травы и кустарников – 4 728 (87,7 % от всех за весенний период). Пик загораний отмечен в марте, когда произошло 55,4 % загораний от всех в весенний период, наибольшее количество загораний зафиксировано 6 марта (304 очага).

В 2025 г. наибольшее количество загораний произошло в Минской области (1 681 загорание – 26,6 % от общего числа). Наименьшее количество загораний произошло в Витебской области (331 – 5,2 %) и г. Минске (10 – 0,2 %). Наибольшие площади загораний в природных экосистемах зарегистрированы в Гомельской – 772,9 га (32,9 % от общей площади) и Брестской – 700 га (29,8 % от общей площади) областях. Таким образом, на территориях Гомельской и Брестской областей площади загораний составили более 60 % от общей площади всех загораний на территории Республики Беларусь. Тогда как в Могилевской – 149,9 га (6,4 %), Гродненской – 536 га (22,8 %), Минской – 143 га (6,1 %), Витебской – 47,3 га (2 %) [8, 9].

В 2025 г. в результате загораний в природных экосистемах погибли 3 человека, по 1 – в Гомельской, Минской и Могилевской областях, травмированы – 11 человек.

Количество погибших людей в результате загораний в природных экосистемах ниже среднего показателя за последние 10 лет в 2,3 раза, количество травмированных выше – на 22 % (средний показатель погибших составляет 7 человек, травмированных – 9).

Также, в 2025 г. зафиксированы крупные загорания кустарников и сухой растительности, повлекшие уничтожение и повреждение жилых строений и хозяйственных построек в населенных пунктах. Всего уничтожены 126 строений и 2 единицы техники, а повреждены 94 строения и 1 единица техники. Проведенный анализ по природным загораниям, которые привели к уничтожению и повреждению жилых строений и хозяйственных построек, показал, что ущерб от природных загораний, которые регистрируются на территории населенных пунктов, практически во всех случаях возникает вследствие неосторожного обращения с огнем, сжигания сухой растительности и мусора, перехода загораний травы и кустарников. Быстрому развитию загорания способствуют метеорологические условия (сухая погода и сильный ветер) и значительное количество сухой растительности.

В 2025 г. 5 загораний достигли уровня ЧС – 1 в Брестской области, 2 – в Гомельской области и 2 – в Гродненской области.

Наибольшую часть работ по ликвидации загораний торфа и травы и кустарников выполняли подразделения по чрезвычайным ситуациям (87,2 % от общего количества загораний торфа, травы и кустарников ликвидировались только подразделениями МЧС), 70,4 % загораний в лесу ликвидировано силами Министерства лесного хозяйства и других собственников.

На втором месте по количеству обнаружений загораний – работники Минлесхоза, в число которых входят и обнаружения с наблюдательных вышек. В течение пожароопасного сезона 2025 г. 750 загораний в природных экосистемах, 11,9 % от общего количества загораний (439 леса, 10 торфа и 301 травы и кустарников) были обнаружены работниками (в том числе с пожарнонаблюдательных вышек подведомственных организаций Минлесхоза. В то же время, если рассматривать только загорания в лесу, то основным источником их обнаружения являются сообщения работников Минлесхоза. В частности, их доля составляет 56,7 % от числа всех загораний в лесу в 2025 г.

Чтобы эффективно обнаруживать пожары и контролировать развитие очагов возгорания спасатели все активнее используют космический мониторинг. Принцип работы предельно ясен, но при этом технологически сложен. Метеоспутники, пролетая над территорией Беларуси десятки раз в сутки, делают серию снимков в инфракрасном спектре. Инфракрасные датчики помогают зафиксировать «тепловые аномалии» – зоны, где температура заметно выше, чем на смежных участках. После каждого пролета спутника данные поступают Национальному оператору Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли, занимающемуся обработкой информации, а затем передаются в МЧС в виде специальных точек на электронной карте. Каждая такая точка является потенциальным очагом горения, который требуется проверить. Поскольку спутники «сканируют» большие территории целиком это дает возможность охватить всю Беларусь в одном снимке.

Неоценимое преимущество космического мониторинга – возможность многократной съемки в течение суток. Если облака не затмевают территорию и видимость остается хорошей, спутники порой «проходят» по одному и тому же месту до 20 раз за день. Это дает шанс быстро обнаружить новые возгорания, которые еще не успели превра-

таться в масштабные пожары. В 2025 г. по данным космического мониторинга обнаружены 144 природных пожаров [9].

Заключение. Введение запретов и ограничений на посещение лесов, реализация на постоянной основе комплекса профилактических мероприятий по контролю за обеспечением пожарной безопасности в природных экосистемах с принятием жестких мер к нарушителям, а также мониторинг наиболее пожароопасных территорий, позволяет снизить нагрузку на природные системы и стабилизировать обстановку с загораниями в природных экосистемах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кошман, А. И. Особенности ликвидации лесных пожаров / А. И. Кошман, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. – Минск: КИИ, 2014. – Ч. 1. – С. 164.
2. Кошман, А. И. Требования пожарной безопасности в лесном хозяйстве / А. И. Кошман, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. – Минск: КИИ, 2013. – Ч. 2. – С. 173.
3. Лесные пожары в Беларуси: материальный ущерб и опасные факторы пожара / А. К. Гармаза, И. Т. Ермак, В. Н. Босак [и др.] // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2017. – № 2. – С. 322–327.
4. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, А. Е. Кондраль [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.
5. Поступление радионуклидов в растения и опасность их распространения при тушении лесных пожаров в зонах радиоактивного загрязнения / И. Т. Ермак, А. К. Гармаза, В. Н. Босак [и др.] // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 23.
6. Сачивко, И. Д. Обеспечение пожарной безопасности при лесных пожарах / И. Д. Сачивко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. – Минск: КИИ, 2016. – Ч. 1. – С. 91–92.
7. Чрезвычайные ситуации на территории Республики Беларусь и их последствия / А. А. Глушковская, В. М. Бычковская, М. В. Цайц [и др.] // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки, 2025. – С. 23–27.
8. О состоянии пожарной безопасности в 1-м квартале 2025 года и мерах профилактики пожаров / Д. Ю. Симоненко, С. С. Могучий, М. В. Цайц, В. И. Коцуба // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 120–122.
9. Статистические данные областных (Минского городского) УМЧС, ГААСУ «АВИАЦИЯ», Белгидромета, УП «Геоинформационные системы».

Аннотация. Приведен информационный обзор возгораний в природных экосистемах в Республике Беларусь в 2025 году и определены основные способы обнаружения пожаров.

Ключевые слова: пожар, экосистема, способы обнаружения, площадь загорания.

ПРЕВЕНТИВНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ AI-АНАЛИЗА ПОВЕДЕНИЯ ОПЕРАТОРА

М. А. СЕРМЯЖКО, магистрант
Л. Т. ТКАЧЕВА, канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Переутомление, снижение концентрации и микросон – ключевые причины тяжелых инцидентов в сельскохозяйственном производстве, особенно в периоды напряженных полевых работ (уборка урожая, посевная) [1, 2]. Человеческий фактор, согласно анализу статистических данных по травматизму, является причиной до 40 % аварий с участием сельхозтехники. Традиционные подходы к безопасности несут реактивный характер – они срабатывают после того, как инцидент произошел или когда ошибка уже допущена. Превентивный подход с использованием системы предиктивной безопасности, основывается на анализе поведения оператора, позволяет предсказать и предотвратить потенциально опасную ситуацию.

Научной основой для таких систем служат исследования в области психофизиологии, нейробиологии и компьютерного зрения. Установлены четкие корреляционные связи между объективными физиологическими параметрами и состоянием сознания человека:

1. Глазодвигательная активность: частота моргания, скорость и траектория движения зрачков являются высокоинформативными показателями уровня усталости, снижения концентрации и повышенным риском засыпания.

2. Мимика и лицевая экспрессия: напряжение лицевых мышц, частота зевков, нахмуривание бровей, характерные выражения лица, связанные со стрессом, перенапряжением, раздражением или апатией, могут быть распознаны и классифицированы нейронными сетями.

3. Поза и движения головы: неконтролируемые наклоны головы, человека, борющегося со сном – это физиологические реакции организма. Анализ позы водителя позволяет определить, отвлекается ли он от дороги, оборачивается ли назад, что особенно актуально для работы с прицепной техникой.

4. Биометрические показатели. Повышение частоты сердечных сокращений (ЧСС) и снижение вариабельности сердечного ритма (ВСР) часто свидетельствуют о стрессе, в то время как резкое замедление пульса может быть признаком наступления дремоты.

Таким образом, система предиктивной безопасности работает не с предположениями, а с объективными биометрическими и поведенческими маркерами, переводя субъективное состояние «усталости» в область измеримых и анализируемых данных.

Основная часть. Техническая реализация таких систем представляет собой комплекс аппаратного обеспечения и интеллектуального программного обеспечения [3–7].

Аппаратное обеспечение:

1. Камеры ближнего инфракрасного (ИК) диапазона является ключевым сенсором. ИК-подсветка позволяет системе работать в любое время суток, независимо от уровня внешнего освещения, и «видеть» через солнечные очки.

2. Стандартные RGB-камеры: используются для более широкого контекстного анализа (поза, жесты, действия рук).

3. Термографические камеры: могут использоваться для неинвазивного измерения температуры лица, что косвенно указывает на уровень стресса.

4. Датчики давления на сиденье: смена позы, ерзание могут указывать на дискомфорт и усталость.

5. Дополнительные датчики: датчики положения руля (резкие, хаотичные движения рулем – признак потери контроля).

6. Интеграция с носимой электроникой: умные часы или браслеты для мониторинга ЧСС и ВСР и др.

Программные возможности системы представлены в табл. 1.

Этапы работы по внедрению систем предиктивной безопасности представлены в табл. 2.

Ведущие компании производителей сельхозтехники уже эффективно используют такие системы. Например, компания Claas (Германия) использует камеру, установленную на рулевой колонке, которая отслеживает положение головы, направление взгляда водителя и при обнаружении признаков засыпания или длительного отвлечения от дороги система инициирует серию предупреждений, от звукового сигнала до вибрации сиденья. CNH Industrial (бренды Case IH, New Holland): интегрируют системы предиктивной безопасности в свои концепты автономных и полуавтономных тракторов.

Таблица 1. Программное обеспечение и алгоритмы AI

Программное обеспечение	Алгоритмы AI
Детектирование и отслеживание лиц (Face Detection & Tracking)	на основе сверточных нейронных сетей (CNN), такие как MTCNN или модели из библиотеки OpenCV (Haar Cascades)
Распознавание ключевых точек лица (Facial Landmark Detection)	алгоритмы (например, Dlib) определяют координаты ключевых точек: уголки глаз, зрачки, контур губ. Это основа для всех последующих вычислений
Анализ состояния	
Усталость	На основе расчета PERCLOS, частоты зевания, степени опущения уголков рта
Рассеянность/Отвлечение	Анализ направления взгляда (Gaze Estimation). Система определяет, куда смотрит оператор – на дорогу, на приборную панель, в боковое окно или на смартфон.
Эмоциональное состояние	Классификация эмоций (стресс, злость, апатия) по микровыражениям лица

Таблица 2. Типовая архитектура работы системы

Сбор данных	Локальная обработка	AI-анализ
Камеры и датчики в реальном времени захватывают видео и биометрические показатели	Данные обрабатываются непосредственно на бортовом компьютере (например, на платах NVIDIA Jetson) для минимизации задержек	Алгоритмы в реальном времени вычисляют показатели усталости, отвлеченности и стресса
Принятие решения и эскалация предупреждений		
Уровень 1 (Легкая усталость)	Звуковой сигнал (мягкий щелчок) и текстовое сообщение на дисплее: «Сделайте перерыв?»	
Уровень 2 (Выраженная усталость)	Более настойчивый звуковой сигнал и вибрация сиденья или рулевого колеса	
Уровень 3 (Критическое состояние, сон)	Экстренное однократное торможение (для привлечения внимания), активация аварийной сигнализации и автоматическая отправка уведомления диспетчеру	

В Республике Беларусь (БГАТУ) ведутся опытно-конструкторские работы по созданию аналогичной системы для техники МТЗ и «Гомсельмаш». Разработан прототип на базе камеры и одноплатного компьютера NVIDIA Jetson Nano, использующий библиотеки компьютерного зрения для отслеживания состояния оператора.

Эффективность систем предиктивной безопасности подтверждается как исследованиями, так и полевыми испытаниями. По данным испытаний, проведенных в сельскохозяйственных кооперативах ЕС, внедрение таких систем позволило снизить количество инцидентов, связанных с человеческим фактором, на 25–30 %. В наших условиях

это позволит службе охраны труда проводить анализ не только произошедших инцидентов, но и потенциальных событий, выявляя системные проблемы (например, хроническое недосыпание водителей в период уборочной) и принимать превентивные управленческие решения.

Для успешной разработки и внедрения систем предиктивной безопасности в отечественном АПК необходим комплексный подход.

1. При планировании тематики НИОКР необходимо выделить данное направление как стратегически важное в рамках государственных программ цифровизации АПК. Следует инициировать целевые научные проекты на базе ведущих технических и аграрных вузов (БНТУ, БГУИР, БГАТУ) с привлечением IT-компаний ПВТ.

2. Создание консорциума «Наука-Промышленность». Формирование рабочей группы с участием производителей техники (МТЗ, «Гомсельмаш») для определения технических требований и интеграции систем в кабины новых моделей; IT-сектора (резиденты ПВТ) для разработки и адаптации AI-алгоритмов, создания программного обеспечения; учебных и академических институтов (БНТУ, БГУИР, БГАТУ, НАН Беларуси) для проведения фундаментальных и прикладных исследований.

3. Реализация пилотных проектов. Внедрить опытные образцы систем в передовые хозяйства (например, «Агрокомбинат «Дзержинский», «СГЦ «Западный») с целью сбора данных, адаптации алгоритмов под белорусские условия и демонстрации экономического эффекта для широкого круга аграриев.

4. Разработка нормативной базы. Необходимо инициировать процесс создания отечественного технического стандарта (СТБ), который бы регламентировал основные требования к системам мониторинга состояния оператора сельхозтехники. Это заложит основу для будущей сертификации и массового внедрения.

5. Подготовка кадров. Включение в учебные программы инженерных и агрономических специальностей модулей, посвященных основам предиктивной безопасности.

Заключение. Системы предиктивной безопасности на основе AI – это доказуемо эффективная технология. Для крупных промышленных предприятий внедрение систем предиктивной аналитики и других цифровых решений перестало быть просто вопросом выбора технологий, превратившись в стратегический выбор – использовать все доступные средства для повышения эффективности или продолжать

нести потери от производственного травматизма, избыточных простоев, брака и штрафов.

Для Республики Беларусь, обладающей мощным машиностроительным комплексом и развитым ИТ-сектором, синергия этих отраслей в данном направлении может стать точкой роста и позволит выпускать технику нового поколения, соответствующую самым высоким международным стандартам не только по производительности, но и по безопасности человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Травматизм на производстве: причины, состояние и мероприятия по снижению / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 1 (32). – С. 2–6.
2. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 188–193.
3. Abbas Q., Alsheddy A. Driver Fatigue Detection Systems Using Multi-Sensors, Smartphone, and Cloud-Based Computing Platforms: A Comparative Analysis // Sensors. – 2020. – Vol. 21.
4. Barač Ž., Radočaj D., Plaščak I., Jurišić M., Marković M. Prediction of Noise Levels According to Some Exploitation Parameters of an Agricultural Tractor: A Machine Learning Approach // Machines. – 2024. – Vol. 6, No. 2.
5. Chen, A. Examination of an Image Identification System for Agricultural Machines Based on Machine Vision // Journal of Combinatorial Mathematics and Combinatorial Computing. – 2024. – Vol. 119.
6. Du G., Zhang L., Su K., Wang X., Teng S., Liu P. X. A Multimodal Fusion Fatigue Driving Detection Method Based on Heart Rate and PERCLOS // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. – 2022.
7. Kamti M. K., Iqbal R. Evolution of Driver Fatigue Detection Techniques – A Review From 2007 to 2021 // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. – 2022.

Аннотация. Системы предиктивной безопасности – это комплексные решения, которые используют методы искусственного интеллекта и анализа данных для прогнозирования возможных аварийных ситуаций. Главное условие эффективности системы предиктивной аналитики – доступ к технологическим данным.

Ключевые слова: предиктивная безопасность, физиология и сознание человека, аппаратное обеспечение, архитектура работы системы.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ГАЗОВЫХ ОГНЕТУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ В АСПТ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Д. Ю. СИМОНЕНКО, студент
И. И. СЕРГЕЕВА, канд. с.-х. наук, доцент
И. А. ГРАЩЕНКО, ведущий инженер

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Ущерб от пожаров можно минимизировать, предотвращая быстрое распространение огня и обеспечивая водителям и пассажирам безопасную эвакуацию за счет внедрения эффективной системы мониторинга и тушения пожаров [1–3].

Коммерчески доступные системы пожаротушения имеют ряд недостатков, связанных с конструктивной реализацией системы только на определённых типах большегрузных автомобилей, контролем параметров системы и экологической токсичностью используемых огнетушащих веществ [4–6]. Поэтому в настоящей статье предлагается проектирование и разработка новой интегрированной системы мониторинга и тушения пожаров для грузовиков.

Предполагаемое устройство автоматического тушения возгорания способное работать в любых условиях (в замкнутом пространстве и без него) благодаря тесному взаимодействию между бортовыми диагностическими датчиками и системой пожаротушения, использующей экологически устойчивое огнетушащее вещество без фтора.

Цель работы – выработать методологию определения массы газовых огнетушащих веществ применительно к системе автоматического тушения пожара на зерноуборочном комбайне типа КЗС-1218 ПАЛЕССЕ GS12. Определить минимально необходимое количество ГОТВ, которое гарантированно потушит пожар в защищаемом пространстве.

Основная часть. Основным преимуществом автоматических систем пожаротушения является возможность непосредственно воздействовать на пожар в месте его возникновения и таким образом избежать распространения пламени и большого ущерба от пожара. Установка пожаротушения обеспечивает подачу огнетушащего вещества при поступлении управляющего сигнала от собственных технических средств обнаружения возгорания без участия человека.

Технологическая часть установки содержит сосуды с ГОТВ, трубопроводы и насадки. Кроме того, в состав технологической части установки может входить распределительные устройства по ГОСТ Р 53283 и побудительные системы.

Определяющую роль в деле тушения пожара играет масса огнетушащего вещества. Масса газовых веществ в системе автоматического тушения пожара зерноуборочного комбайна рассчитывается на основе: объема защищаемых отсеков комбайна. Ранее было установлено, что наиболее часто возгорания происходят в моторном отсеке, кабине комбайна, зонах подшипниковых узлов, в молотильном аппарате и соломотрясе [7, 8].

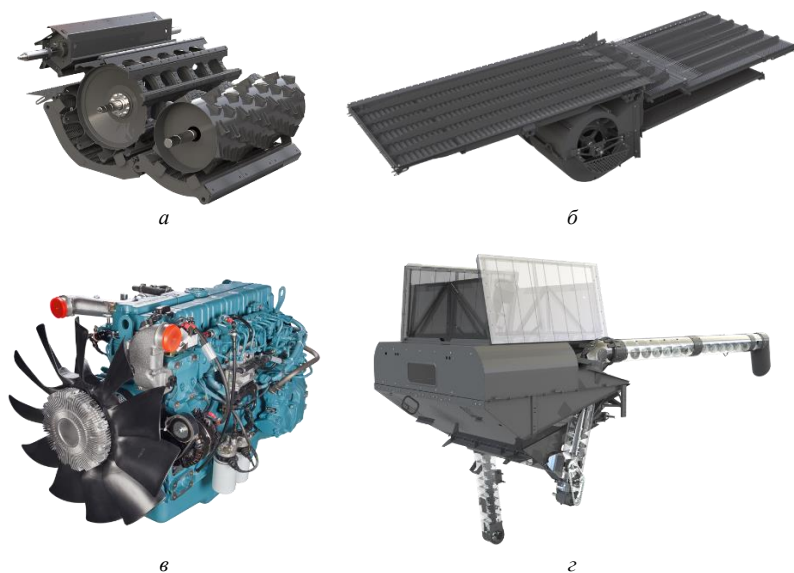


Рис. 1. Основные узлы и механизмы зерноуборочного комбайна – источники возгораний: *а* – молотильный аппарат; *б* – соломотряс; *в* – двигатель; *г* – зерновой бункер.

Нормы огнетушащего вещества, установленной для принятого типа газа и класса А и Б пожара [9–11].

Эти данные содержатся в национальных и международных стандартах и технической документации (ТД) на систему тушения и комбайн.

Нормативная объемная огнетушащая концентрация хладона 318Ц ($C_4F_{8ц}$) для горючего материала – керосин (масло моторное) 7,2 % (об.). Плотность паров при $P = 101,3$ кПа и $T = 20$ °С составляет 8,438 кг/м³.

Значение параметра негерметичности в зависимости от объема защищаемого пространства 0,044 м⁻¹.

Поправочный коэффициент, учитывающий высоту расположения защищаемого объекта, примем 1,0.

Массу газового огнетушащего вещества для установки определим по формуле:

$$M_r = K_1[M_p + M_{тр} + M_{6n}],$$

где M_p – масса ГОТВ, предназначенная для создания в пространстве огнетушащей концентрации при отсутствии искусственной вентиляции воздуха:

$$M_p = V_p \rho_1 (1 + K_2) \frac{C_n}{100 - C_n},$$

V_p – расчетный объем защищаемого пространства, м³;

K_1 – коэффициент учитывающий утечки газового огнетушащего вещества из сосудов;

K_2 – коэффициент, учитывающий потери газового огнетушащего вещества через технологические проемы зерноуборочного комбайна;

ρ_1 – плотность газового огнетушащего вещества с учетом высоты защищаемого объекта для минимальной температуры T_m , кг/м³, определим по формуле:

$$\rho_1 = \rho_0 \frac{T_0}{T_m} K_3,$$

где ρ_0 – плотность паров газового огнетушащего вещества при температуре $T_0 = 293$ К (20 °С) и атмосферном давлении 101,3 кПа;

T_m – минимальная температура воздуха в защищаемом пространстве, К;

K_3 – поправочный коэффициент, учитывающий высоту расположения объекта;

C_n – нормативная объемная концентрация, % (об.).

Массу остатка ГОТВ в трубопроводах $M_{тр}$, определим по формуле:

$$M_{\text{тр}} = V_{\text{тр}} \cdot \rho_{\text{ГОТВ}} = \pi \cdot d^2 / 4 \cdot L,$$

где $V_{\text{тр}}$ – объем трубопроводной разводки и объем сосудов (баллонов), из которых подается ГОТВ, м^3 ;

$\rho_{\text{ГОТВ}}$ – плотность остатка ГОТВ при давлении, которое имеется в трубопроводе после окончания истечения массы газового огнетушащего вещества M_p в защищаемом пространстве

L – длина трубопровода, м;

d – внутренний диаметр трубопровода, м.

Массу остатка ГОТВ в модулях установки определим, как произведение остатка ГОТВ в одном модуле на количество модулей n в установке.

Компенсирующая масса ГОТВ добавляется к расчетной, если пространство не является герметичным (есть постоянно открытые проемы, вентиляционные каналы и т. д.). Мобильная сельскохозяйственная техника не может быть герметичной и как правило имеет постоянные проемы и технологические отверстия.

Для одного комбайна зерноуборочного самоходного КЗС-1218 «ПАЛЕССЕ GS12» требуется всего 3 модуля газового пожаротушения с длиной трубопровода до 5 метров для тушения соломотряса, (рис. 1, б) молотильного устройство (рис. 1, а), двигателя (рис. 1, в) и заправочный объем одного модуля автономного пожаротушения – 24 л.

Полученное значение M_r – это минимально необходимое количество ГОТВ. На основе этой массы выбираются тип и количество модулей (баллонов). Суммарная масса заряда во всех модулях должна быть не менее расчетной массы M . Фактическая масса ГОТВ в системе должна быть не менее расчетной. Поэтому при проектировании необходимо закладывать запас в 5–10 %.

Заключение. Расчет массы ГОТВ при проектировании – это комплексная инженерная задача, требующая точного соблюдения норм и учета всех особенностей защищаемого объекта. Предложена методика расчета массы газовых огнетушащих веществ учитывает свойства подвергаемого возгоранию материала, специфику технологического процесса работы зерноуборочного комбайна и особенности расположения узлов и агрегатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Повышение пожарной безопасности мобильной сельскохозяйственной техники / И. А. Савченко, Д. Ю. Симоненко, М. В. Цайц, И. А. Гращенко // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 109–111.

2. О состоянии пожарной безопасности в первом квартале 2025 года и мерах профилактики пожаров / Д. Ю. Симоненко, С. С. Могучий, М. В. Цайц, В. И. Коцуба // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 120–122.

3. Чрезвычайные ситуации на территории Республики Беларусь и их последствия / А. А. Глушковская, В. М. Бычковская, М. В. Цайц [и др.] // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 23–27.

4. Производственный травматизм в АПК Беларуси / И. Е. Баева, М. В. Цайц, Е. Л. Ионас [и др.] // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2025. – № 1 (24). – С. 285–290.

5. Анализ чрезвычайных ситуаций на территории Республики Беларусь и их последствий / Д. Ю. Босак, А. А. Глушковская, В. М. Бычковская, М. В. Цайц // Обеспечение безопасности и сельского развития на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 31–34.

6. Босак, В. Н. Новые правила по охране труда и пожарной безопасности в АПК Республики Беларусь / В. Н. Босак, А. Е. Кондраль, М. В. Цайц // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 2 (33). – С. 2–6.

7. Технический регламент Евразийского экономического союза. О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности пожаротушения. ТР ЕАЭС 043/2017. Введ. 01.01.2020. – Минск: Госстандарт, 2017. – 24 с.

8. Упаковывание. Термины и определения = Упакоўванне. Тэрміны і азначэнні: ГОСТ 12.1.044-2018. – Взамен ГОСТ 12.1.044-89; введ. 05.10.2018. – Минск: Бел. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2018. – 15 с.

9. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.

10. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеев, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.

11. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве / В. Н. Босак, А. С. Алексеев, А. Е. Кондраль [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.

Аннотация. Проектирование систем пожарной безопасности мобильной сельскохозяйственной техники является наиболее важным вопросом в области защиты общества и материальных средств от пожаров. Приведены места, наиболее часто подверженные возгоранию (моторный отсек, кабина комбайна, зоны подшипниковых узлов в молотильном аппарате и соломотрясе), предложено огнетушащее вещество (хладона 318Ц ($C_4F_{8ц}$), как наиболее полно отвечающее требованиям тушения пожара и оперативного приведения техники в рабочее состояние после тушения. Предложена методика определения массы огнетушащего вещества.

Ключевые слова: пожар, сельскохозяйственная техника, огнетушащее вещество, система автоматического тушения, объемное тушение.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ОПРЫСКИВАНИИ В ВЕТРЕНУЮ ПОГОДУ

В. И. СОРОКО¹, магистрант
А. А. АНИЩЕНКО², аспирант

¹Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

²Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Болезни и вредители сельскохозяйственных культур снижают урожайность, качество и сроки хранения сельскохозяйственной продукции. По этой причине во всем мире использование пестицидов является важным условием получения высоких урожаев. С экономической точки зрения пестициды приносят огромную пользу для развития сельского хозяйства, а с экологической – нерациональное и бесконтрольное применение химических соединений может представлять угрозу для водных и наземных экосистем [1].

Снос (дрейф) при применении средств защиты растений является одним из основных источников загрязнения окружающей среды в сельском хозяйстве [2–5].

Основная часть. Качество опрыскивания объекта обработки растворами пестицидов определяется такими характеристиками, как средний диаметр осевших капель, равномерность распределения и степень покрытия каплями. При работе машинно-тракторного агрегата со штанговым опрыскивателем для качественного распределения рабочего раствора необходимо постоянно поддерживать высоту распыления на соответствующем значении, которое зависит от расстояния между форсунками на штанге и угла факела распыла. Однако, при работе в полевых условиях, высота распыления может изменяться из-за неровностей структуры почвы, колебаний шин и вертикальных вибраций самой штанги. Низкая высота распыления приводит к образованию необработанных полос в областях между смежными распылителями. Слишком высокая высота распыления позволяет получить более равномерное распределение пестицида, но приводит к сносу капель в нерабочую зону. По этой причине крайне важно поддерживать высоту обработки на требуемом уровне, чтобы обеспечить обработку за один

проход, уменьшить снос пестицида, избежать нарушения формы распыления и обеспечить достаточное покрытие.

Для контроля высоты штанги, несущей распылительные форсунки, и удержания ее параллельно земле в процессе эксплуатации производители опрыскивателей используют пассивные или активные системы подвески штанг. Пассивные системы подвески основаны на системах баланса, центрального вращения и демпфирования подвески и не требуют источника питания (качество распыления повышается за счет снижения вертикальных вибраций). Системы активной подвески используют датчики и приводы для балансировки штанги. Если датчик обнаруживает отклонение высоты, привод корректирует заданное значение, перемещая штангу вниз или вверх.

Использование на штанге опрыскивателя дополнительных инновационных элементов (ветрозащитные козырьки, экраны, кожухи, рукава для воздушного сопровождения, распылители, отличающиеся конструкцией, материалом, размером формируемых капель, и т. д.) позволяют уменьшить снос до 80 % [3–5].

В работах многих исследователей определено [4–6]: «Снос – это физическое перемещение капель по воздуху во время процесса опрыскивания или вскоре после него из предполагаемой зоны обработки на любой нецелевой участок (рис. 1 а). Снос распыления не включает перемещение сельскохозяйственных химикатов на нецелевые участки, вызванные испарением (рис. 1 б), эрозией, переносом поверхностными или грунтовыми водами или переносимыми ветром частицы почвы после опрыскивания».

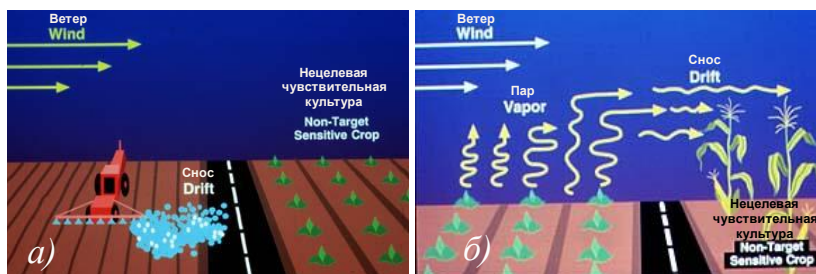


Рис. 1. Визуализация сноса капель (а) и сноса пара (б) [4]

Исследования, посвященные экологическому риску от сноса еще немногочисленны, хотя уже существуют некоторые модели прогнози-

рования дрейфа. Традиционно риск применения средств защиты растений оценивается с помощью индикатора риска (ИР), рассчитываемого как отношение между предполагаемым воздействием на человека или прогнозируемой концентрацией в окружающей среде (ПКОС) и конкретным токсикологическим контрольным значением, характерным для каждого действующего вещества пестицида.

Методология, разработанная во Фландрии (Бельгия) POCER (Pesticide Occupation and Environmental Risk) с целью количественной оценки возможных рисков использования пестицидов в сельском хозяйстве для окружающей среды и здоровья человека с использованием набора показателей, включающих показатели для водных организмов, таких как дафнии, водоросли и рыбы; показатели для наземных организмов, таких как птицы, млекопитающие, дождевые черви и пчелы; и показатели профессионального риска для механизаторов и жителей, проживающих вблизи обрабатываемых участков, была признана лучшей по набору показателей в 2011 г. [7]. Модель выражает количество сноса, как функцию расстояния между зоной внесения и соседней нецелевой областью (процент от внесенного на гектар).

Более поздняя методология HAIR (Harmonized environmental Indicators for pesticide Risk), разработанная Европейским сообществом, также используется для расчета индикаторов риска, в которой были добавлены новые модули и индексы, а также использованы различные токсикологические референтные значения [8].

Рассчитывая эти индексы риска, можно установить буферные зоны для снижения воздействия снесенных капель пестицида. Эти зоны представляют собой смежные полосы растительности, которые защищают чувствительные к препарату культуры на смежной территории.

С помощью методологий POCER и HAIR также можно определить расстояния буферных зон для безопасного применения пестицидов для водных организмов, присутствующих в озерах, реках, прудах и других водоемах, расположенных вблизи сельскохозяйственных угодий и подверженных загрязнению вследствие осаждения снесенных частиц.

Водные организмы, имеющие практическую ценность в качестве индикатора при оценке текущей опасности, оказались наиболее чувствительными к загрязнению, вызванному сносом пестицидов. При расчете индексов риска для водных организмов было определено минимальное расстояние 50 м по направлению ветра от края обрабатываемой территории при скорости ветра 10 км/ч.

Заключение. Крайне важно соблюдать природоохранное законодательство, учитывая расстояние между пахотными угодьями и охраняе-

мыми территориями, постоянно охраняемыми территориями и водными объектами, чтобы минимизировать воздействие снесенных пестицидов.

При необходимости проведения опрыскивания возле территорий, с объектами чувствительными к конкретным пестицидам, использовать всевозможные способы и средства для уменьшения сноса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
2. Направления повышения качества внесения пестицидов в ветреную погоду / И.С. Крук [и др.] // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2022. – Т. 60, № 3. – С. 320–331.
3. Снос пестицидов при опрыскивании и способы его уменьшения / О. В. Гордеенко, В. А. Мельников, И. С. Крук [и др.] // Вестник БГСХА. – 2025. – № 1. – С. 125–134.
4. Nuytens, D. Drift from field crop sprayers: The influence of spray application technology determined using indirect and direct drift assessment means: diss. ... for the degree of Dr. of Philosophy (Dr. I. PhD) / Nuytens David; KatholiekeUniversiteit Leuven. Leuven, 2007.
5. Крук, И. С. Способы и технические средства защиты факела распыла от прямого воздействия ветра в конструкциях полевых опрыскивателей / И. С. Крук, Т. П. Кот, О. В. Гордеенко. – Минск: БГАТУ, 2015. – 284 с.
6. Гордеенко, О. В. Повышение эффективности ухода за посевами овощных культур на гребнях совершенствованием оборудования для ленточного внесения гербицидов: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / О. В. Гордеенко. – Горки, 2004 – 169 с.
7. Environmental risk for aquatic and terrestrial organisms associated with drift from pesticides used in soybean crops [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32348409>. – Дата доступа: 01.10.2025.
8. Insights into using the HAIR2014 tool to estimate soil pesticide risk in agricultural soils in Ireland. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU23/EGU23-7570.html>. – Дата доступа: 05.10.2025.

Аннотация. Целью работы, выполняемой в рамках международного проекта T24MN-005 при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, является исследование направлений снижения расхода пестицидов и их потерь. Чрезвычайно важно делиться этими знаниями, чтобы снизить воздействие пестицидов на здоровье человека и окружающую среду.

Ключевые слова: опрыскиватель, пестициды, снос, риски, окружающая среда.

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТИ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОГО
ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ
«АITS-ПРОСЛЕЖИВАЕМОСТЬ»**

В. А. ТАРАЙКОВИЧ, магистрант

Академия управления при Президенте Республики Беларусь,
Минск, Республика Беларусь

Введение. Сфера животноводства в Беларуси имеет ключевое значение, благодаря вкладу, вносимому в продовольственную безопасность, развитие экспортного потенциала страны и рынка труда [1–3].

При этом современный продовольственный рынок товаров животного происхождения характеризуется ужесточением требований со стороны как государственных регуляторов, так и конечных потребителей к подтверждению их высокого качества, безопасности и прозрачности цепочек поставок. В связи с усложнением производственных процессов и обеспечения продовольственной безопасности эффективность информационных систем прослеживаемости становится стратегической задачей.

Одним из важнейших инструментов государственного регулирования в данной сфере является информационная система «АITS-Прослеживаемость» (далее – ИС «АITS-Прослеживаемость»), применение которой обеспечивает создание единого цифрового контура для сквозного контроля и управления цепями поставок продуктов животного происхождения, что гарантирует их полную прослеживаемость от сырьевой базы до конечного потребителя.

Основная часть. Прослеживаемость продукции – это система, обеспечивающая отслеживание движения, места нахождения и происхождения пищевой продукции, кормов, животных и компонентов животного происхождения, предназначенных или предполагаемых для использования в качестве продуктов питания, на всех стадиях производства, обработки и распределения.

Эффективная прослеживаемость является необходимой предпосылкой гарантии безопасности и качества продукции и должна позволять отследить продукты в обе стороны по цепи поставки, т. е. возможность проследить за продуктами животного происхождения, кормами и материалами на всех стадиях производства, переработки и рас-

пределения. В конечном итоге потребители должны иметь возможность получить информацию о происхождении продукта.

Информационные технологии играют важную роль в современной транспортной логистике. Они позволяют эффективно управлять и координировать все процессы, связанные с перемещением товаров от производителя к потребителю [4].

В Республике Беларусь основополагающим нормативным правовым актом, регулирующим вопросы прослеживаемости продуктов животного происхождения, является Закон Республики Беларусь от 15 июля 2015 г. № 287-З «Об идентификации, регистрации, прослеживаемости животных (стад), идентификации и прослеживаемости продуктов животного происхождения», который определяет прослеживаемость продуктов животного происхождения как возможность документально (на бумажных и (или) электронных носителях) установить изготовителя и последующих собственников находящихся в обращении продуктов животного происхождения, кроме конечного потребителя, а также место их производства [5].

Важно отметить, что наша страна одной из первых в мировой практике на законодательном уровне закрепила регулирование процессов, происходящих в производственно-сбытовой цепи продукции животного происхождения, на основе информационных технологий. Это, с одной стороны, «позволяет осуществлять государственный контроль и регулирование отношений участников пищевых цепочек, с другой – способствует высокому уровню автоматизации формирования, централизованного накопления, хранения и выдачи ветеринарных сертификатов на бумажных носителях и в электронном виде на каждую произведенную и отгружаемую (в том числе посредниками) партию товара» [6].

Учитывая актуальность и значимость рассматриваемого вопроса, целесообразно исследовать особенности функционирования государственной информационной системы ГИС АИТС (рис. 1).

ИС «АИТС-Прослеживаемость» направлена в первую очередь на обеспечение безопасности производимых продуктов питания, таким образом, это решает следующие задачи, стоящие перед государством и изготовителями продуктов: 1) защита потребителя от некачественной и небезопасной продукции питания; 2) профилактика незаконных действий со стороны всех участников оборота продуктов животного происхождения; 3) гарантия качества продуктов животного происхождения получаемых от животных, выращиваемых в Республике Беларусь;



Рис. 1. Принцип функционирования государственной информационной системы ГИС АИТС

4) развитие и поддержание доверия между всеми участниками оборота как животных, так и продуктов животного происхождения; 5) согласованность цепочек поставок продуктов животного происхождения; 6) повышение производительности и снижение издержек для владельцев животных и изготовителей продуктов животного происхождения.

Объектами прослеживаемости, подлежащими регистрации в ГИС АИТС, являются мясо крупного рогатого скота, овец, коз, свиней, лошадей, кур, гусей, уток, индеек, перепелов, цесарок, страусов, кроликов, нутрий, бобров и полученная из него мясная продукция; молоко крупного рогатого скота, овец, коз и лошадей и полученная из него молочная продукция; рыбная продукция в переработанном или непереработанном виде, в том числе живая рыба, извлеченная (выловленная) из среды обитания; крабы, омары и речные раки в переработанном или непереработанном виде, извлеченные (выловленные) из среды обитания и предназначенные для употребления в пищу; яйца кур, гусей, уток, индеек, перепелов, цесарок, страусов и яйцепродукты из этих яиц; продукция пчеловодства.

В ИС «АITS-Прослеживаемость» реализованы процессы идентификации и прослеживаемости продуктов животного происхождения от изготовителей до точек конечных продаж по принципу «шаг вперед – шаг назад» с возможностью получения данных в обратном порядке об использованных партиях продуктов животного происхождения вплоть до объектов содержания и электронных паспортов животных, являющихся источниками данного сырья.

Тем самым ИС «АITS-Прослеживаемость» позволяет реализовать следующие возможности [7]:

- регистрация изготовителями партий готовых продуктов животного происхождения по каждому отдельному наименованию на уровне глобального идентификатора единицы торговли – GTIN (Global Trade Item Number, обычно наносится на товар при его маркировке в виде штрихового кода для автоматической обработки), их качественных показателей, а также данных о связи партии продуктов с партиями исходного сырья;

- регистрация отгружаемых изготовителями и последующими собственниками партий готовых продуктов по каждому наименованию (по каждому GTIN) с предоставлением информации о получателях, сведений о товаросопроводительных документах, об исходной производственной партии (как источнике для данной отгрузки) и др.

В ИС «АITS-Прослеживаемость» в среднем в месяц регистрируется 175 тыс. партий сырья, 250 тыс. партий продуктов, 345 тыс. отгрузок партий продуктов.

В конечном счете, функционирование государственной информационной системы в области прослеживаемости животных и продуктов животного происхождения, а также активная заинтересованность государства во внедрении прослеживаемости животных и пищевой продукции ведет к повышению безопасности и качества продуктов питания, устранению барьеров в сфере применения ветеринарных санитарных мер при взаимной торговле с другими государствами, а также повышению экспортного потенциала субъектов хозяйствования Республики Беларусь [8].

Заключение. ИС «АITS-Прослеживаемость» является фундаментом обеспечения прослеживаемости от изготовителей до точек конечных продаж. Использование данного механизма свидетельствует о стремлении белорусского государства к прозрачности процессов производства, поставок и гарантирует качество и безопасность продуктов животного происхождения для отечественных и зарубежных потреби-

телей. Применение подобных систем является не только требованием регуляторов, но и стратегическим инструментом повышения конкурентоспособности предприятий АПК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние кормления коров на производство молока / Д. Ф. Кольга, Т. В. Молош, С. А. Костюкевич, В. Н. Босак // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2023. – № 3. – С. 13–18.
2. Выбор наиболее перспективного решения летнего содержания скота в условиях современных молочно-товарных комплексов / В. Г. Андруш, Т. В. Молош, С. А. Корчик [и др.] // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2024. – № 2 (53). – С. 3–8.
3. Переработка навоза в биогазовых установках / Д. Ф. Кольга, С. А. Костюкевич, Т. В. Молош, В. Н. Босак // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2024. – № 3. – С. 7–11.
4. Система электронного обмена данными в Республике Беларусь / В. И. Дравица [и др.]. – Минск: РИВШ, 2022. – 172 с.
5. Закон Республики Беларусь от 15 июля 2015 г. № 287-З «Об идентификации, регистрации, прослеживаемости животных (стад), идентификации и прослеживаемости продуктов животного происхождения».
6. Прослеживаемость продукции от фермы до прилавка – путь к безопасности потребителей / Г. Е. Волнистый и [др.] // Наука и инновации. – № 5 (243). – С. 10–15.
7. Методы и технологии идентификации и маркировки товаров / В. И. Дравица [и др.]. – Минск: Вышэйшая школа, 2022. – 223 с.
8. Продовольственная безопасность Республики Беларусь: достижения и перспективы / А. В. Пилипук, Г. В. Гусаков, Н. В. Карпович [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2020. – Т. 58, № 1. – С. 24–41.

Аннотация. Рассмотрена актуальная проблема обеспечения прослеживаемости продуктов животного происхождения в современных цепях поставок посредством специализированной информационной системы «АИТС-Прослеживаемость», структура системы и алгоритм ее работы. Сделан вывод, что функционирование информационной системы в области прослеживаемости продуктов животного происхождения способствует повышению безопасности и качества продуктов питания, а также развитию экспортного потенциала субъектов хозяйствования Республики Беларусь.

Ключевые слова: прослеживаемость, продукты животного происхождения, информационные технологии, безопасность пищевой продукции, цепь поставок.

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОКАЗАНИЯ ДОВРАЧЕБНОЙ ПОМОЩИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Б. В. ШЕЛЮТО, д-р с.-х. наук, профессор
М. В. ЦАЙЦ, канд. техн. наук, доцент
Е. Л. ИОНАС, канд. с.-х. наук, доцент
И. И. СЕРГЕЕВА, канд. с.-х. наук, доцент
Н. В. КЛОЧКОВА, ассистент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Чрезвычайные ситуации на территории Республики Беларусь [1–3] и производственный травматизм [4–7] приводит к необходимости формирования четкой и эффективной правовой регламентации действий по доврачебной помощи, что является ключевым элементом государственной системы охраны жизни и здоровья граждан. Оказание доврачебной (первой) помощи в первые минуты после происшествия является критически важным фактором для сохранения жизни и здоровья пострадавших, минимизации тяжести последствий травм и острых состояний. Эффективность этой помощи зависит не только от практических навыков населения, но и от четкости и непротиворечивости правовых норм, регламентирующих действия лиц, оказавшихся на месте события.

В Республике Беларусь вопросам правового регулирования охраны здоровья уделяется значительное внимание, сформирован обширный пласт законодательства. Однако правовые аспекты именно доврачебной помощи как самостоятельного института, находящегося на стыке медицинского, административного и уголовного права, требуют отдельного системного анализа [8]. Актуальность исследования обусловлена необходимостью четкого понимания гражданами и специалистами своих прав и обязанностей в экстренных ситуациях, что напрямую влияет на готовность общества к оперативному реагированию.

Основная часть. В белорусском законодательстве используется два смежных понятия: «первая помощь» и «доврачебная помощь». Согласно Закону Республики Беларусь от 18 июня 1993 г. № 2435-ХІІ «О здравоохранении» (ст. 17), доврачебная (первая) помощь – это вид медицинской помощи, оказываемый пациенту при внезапных острых

заболеваниях, состояниях, обострении хронических заболеваний, несчастных случаях и других состояниях, угрожающих его жизни и здоровью, лицами, обязанными ее оказывать в соответствии с законодательством, до прибытия медицинских работников или до направления (доставки) в организацию здравоохранения [9].

Таким образом, ключевым признаком является оказание помощи до прибытия профессиональных медиков. Законодатель делает акцент на том, что это помощь оказывается лицами, обязанными это делать. Это отличает белорусский подход, например, от российского, где в законе «Об основах охраны здоровья граждан» закреплено право, а не обязанность, гражданина на оказание первой помощи при наличии соответствующей подготовки [10].

Правовые основы оказания доврачебной помощи в Республике Беларусь образуют систему нормативных актов разного уровня (рис. 1):

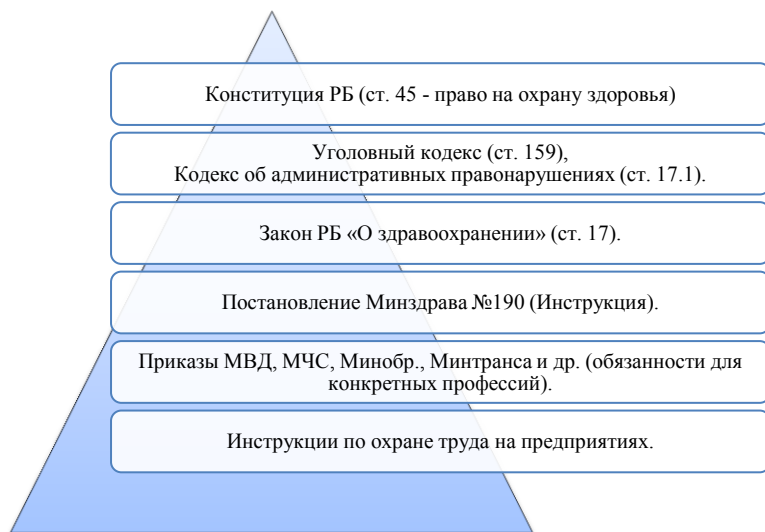


Рис. 1. Система нормативных правовых актов Республики Беларусь, регулирующих оказание доврачебной помощи

Закон «О здравоохранении» (ст. 17, 45) – базовый акт, закрепляющий понятие, обязанность ее оказания и право граждан на обучение [9].

Уголовный кодекс Республики Беларусь (ст. 159 «Оставление в опасности») – устанавливает уголовную ответственность за заведомое оставление без помощи лица, находящегося в опасном для жизни или

здоровья состоянии и лишенного возможности принять меры к самосохранению, если виновный имел возможность оказать помощь [11].

Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях (ст. 17.1 «Невыполнение обязанности по оказанию помощи») – предусматривает административную ответственность за невыполнение обязанности по оказанию помощи лицу, находящемуся в опасном для жизни состоянии [12].

Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 декабря 2010 г. № 190 – утверждает Инструкцию о порядке оказания доврачебной помощи. Этот документ является основным методическим руководством, детализирующим конкретные действия при различных состояниях (кровотечение, остановка сердца, переломы и т. д.) [13].

Отраслевые приказы и инструкции, которые обязывают определенные категории работников (сотрудники МВД, МЧС, военнослужащие, педагоги, проводники и др.) проходить обучение и оказывать доврачебную помощь в рамках своих должностных обязанностей.

Анализ законодательства позволяет выделить три основные группы лиц с различным правовым статусом:

К лицам, на которых возложена профессиональная или специальная обязанность по оказанию помощи относятся медицинские работники, сотрудники органов внутренних дел, спасатели, военнослужащие, педагоги и иные категории, для которых это требование закреплено в нормативных актах или трудовых договорах. Их бездействие влечет дисциплинарную, административную или уголовную ответственность.

Для очевидцев происшествия, не имеющего медицинского образования обязанность оказывать помощь вытекает из ст. 159 УК (оставление в опасности) и ст. 17.1 КоАП. Однако эта обязанность возникает только при наличии реальной возможности оказать помощь (например, нет прямой угрозы для самого оказывающего). Важной проблемой является отсутствие в белорусском законодательстве прямой нормы об освобождении от ответственности для граждан, действовавших добросовестно, но неумело, что может сдерживать инициативу.

За лицом, находящимся в беспомощном состоянии (пострадавшим), закон признает право на получение помощи. Отказ от предлагаемой помощи должен быть четко выражен, если пострадавший находится в сознании и дееспособен.

Несмотря на детальную регламентацию, в правовом поле существуют некоторые проблемные зоны: в отличие от многих стран, в Беларуси нет законодательного принципа, защищающего от судебных исков

гражданина, добровольно и добросовестно пытавшегося помочь; размытость критериев «реальной возможности» оказать помощь в статьях УК и КоАП, что оставляет пространство для субъективного толкования; недостаточный охват населения обучением – обязательное обучение закреплено лишь для отдельных профессиональных групп, в то время как массовая подготовка населения зависит от инициативы организаций и самих граждан [14, 15].

Перспективными направлениями совершенствования правовых основ могли бы стать: закрепление в Законе «О здравоохранении» принципа освобождения от ответственности лиц, действовавших добросовестно, разумно и в условиях крайней необходимости при оказании доврачебной помощи; уточнение и конкретизация в подзаконных актах условий, при которых возникает обязанность оказать помощь для обычного гражданина; расширение государственных программ, стимулирующих работодателей к организации обучения навыкам первой помощи для всех сотрудников.

Заключение. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что в Республике Беларусь создана комплексная и детализированная система правового регулирования оказания доврачебной помощи. Она основана на императивной норме – обязанности ее оказания для широкого круга лиц, подкрепленной возможностью привлечения к юридической ответственности за бездействие.

Нормативная база четко определяет алгоритмы действий, круг ответственных лиц и меры ответственности. Это создает правовые предпосылки для организации эффективного реагирования на несчастные случаи. Однако для повышения социальной активности и снятия психологических барьеров у населения целесообразно рассмотреть вопрос о введении в законодательство гарантий правовой защиты для добровольных помощников. Дальнейшее развитие правовых основ должно идти по пути гармонизации строгой обязанности и поощрения гражданской инициативы, что в совокупности с расширением программ обучения позволит повысить уровень безопасности жизни и здоровья граждан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, А. С. Алексеевко, Н. А. Невестенко [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 312 с.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск: РИВШ, 2023. – 404 с.
3. Чрезвычайные ситуации на территории Республики Беларусь и их последствия /

А. А. Глушковская, В. М. Бычкова, М. В. Цайц [и др.] // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки, 2025. – С. 23–27.

4. Босак, В. Н. Травматизм на производстве: причины, состояние и мероприятия по снижению / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 1 (32). – С. 2–6.

5. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник БГСХА. – 2020. – № 3. – С. 188–193.

6. Производственный травматизм в АПК Беларуси / И. Е. Баева, М. В. Цайц, Е. Л. Ионас [и др.] // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2025. – № 1 (24). – С. 285–290.

7. Производственный травматизм в сельском хозяйстве Республики Беларусь: анализ структуры, динамика и стратегия снижения / М. В. Цайц, И. И. Сергеева, Е. Л. Ионас, М. П. Акулич // Вестник БГСХА. – 2026. – № 1. – С. 138–144.

8. Гончарова, Н. В. Правовые аспекты оказания первой (доврачебной) помощи в Республике Беларусь / Н. В. Гончарова // Здоровоохранение. – 2021. – № 5. – С. 45–52.

9. О здравоохранении: Закон Республики Беларусь от 18 июня 1993 г. № 2435-XII (в ред. от 01.01.2024).

10. Права и обязанности граждан в сфере здравоохранения: научно-практический комментарий / под общ. ред. В. В. Подгруппи. – Минск: БГУ, 2020. – 318 с.

11. Уголовный кодекс Республики Беларусь: Кодекс Республики Беларусь от 9 июля 1999 г. № 275-З (в ред. от 01.01.2024).

12. Об административных правонарушениях: Кодекс Республики Беларусь от 21 апреля 2003 г. № 194-З (в ред. от 01.01.2024).

13. Об утверждении Инструкции о порядке оказания доврачебной помощи: Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 декабря 2010 г. № 190.

14. Босак, В. Н. Ответственность за несоблюдение требований охраны труда / В. Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2014. – С. 20.

15. Савенок, А. С. Ответственность за неоказание помощи: медицинские и правовые критерии / А. С. Савенок // Медицинское право. – 2022. – № 1 (15). – С. 28–34.

Аннотация. Проведен комплексный анализ правового регулирования оказания доврачебной помощи в Республике Беларусь. Исследованы ключевые нормативные правовые акты, определяющие понятие, содержание, порядок оказания доврачебной помощи, а также права, обязанности и ответственность различных категорий лиц. На основе проведенного анализа сформулированы выводы о сформированности достаточной правовой базы и определены направления для потенциального совершенствования законодательства, в частности, в части расширения иммунитета для лиц, оказывающих помощь добровольно и добросовестно.

Ключевые слова: доврачебная помощь, первая помощь, правовое регулирование, экстренная ситуация, медицинская помощь, закон о здравоохранении.

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ В ПЕРИОД ЯНВАРЬ – СЕНТЯБРЬ 2025 ГОДА

А. А. ЭБЕРТС, ст. преподаватель
А. И. ФИЛИППОВ, канд. техн. наук, доцент
Г. С. ЦЫБУЛЬСКИЙ, ст. преподаватель
П. Н. БЫЧЕК, ст. преподаватель

Гродненский государственный аграрный университет,
Гродно, Республика Беларусь

Введение. Современное сельскохозяйственное производство изобилует разнообразием энергоемких технических процессов и химических средств, несущих в себе опасность в процессе использования [1, 2].

Создание безопасных условий труда – одна из важных задач сельскохозяйственных предприятий не только Гродненской области, но и всей Республики Беларусь. Приоритет сохранения жизни и здоровья работающих – одно из основных направлений государственной политики в области охраны труда [3, 4]. Перед каждым руководителем предприятия АПК стоит задача, не только минимизировать риски и не допустить случаев производственного травматизма, но и улучшить условия труда работников.

Анализ производственного травматизма в АПК позволяет выявить самые распространенные причины травматизма, что помогает нанимателям правильно организовать рабочий процесс, учитывая все полученные в ходе исследований данные, чтобы в будущем максимально снизить риск получения производственных травм работающими.

Основная часть. Сельское хозяйство является фундаментом производственной безопасности любой страны, обеспечивая население продуктами питания, а промышленность – сырьем. Однако, несмотря на свою стратегическую значимость, эта отрасль остается одной из самых опасных для здоровья и жизни работников [5–8].

Создать полностью безвредные и безопасные условия работы на каждом объекте пока нереально, поэтому задача руководителей, должностных лиц и служб охраны труда предприятий сводится к тому, чтобы путем осуществления разноплановых мероприятий по охране труда свести к минимуму воздействие на человека опасных и вредных про-

изводственных факторов, возникающих на рабочих местах, свести к минимуму вероятность несчастных случаев и заболеваний работающих, обеспечить комфортные условия труда, способствующие высокой производительности.

Основными причинами производственного травматизма в сельском хозяйстве являются:

- использование тяжелой техники и оборудования (опрокидывание техники, неправильное использование оборудования, отсутствие защитных механизмов);
- работа с животными (крупный рогатый скот, лошади, свиньи и другие животные могут проявлять агрессию или непредсказуемое поведение, что приводит к ушибам, переломам и другим травмам);
- воздействие химических веществ (пестициды и другие химические вещества);
- физические перегрузки и вредные условия труда (поднятие тяжестей вручную, длительное нахождение в неудобных позах, работа в условиях жары или холода) [3].

Исследования предусматривают использование статистического метода анализа травматизма. На основании актов о производственном несчастном случае (Н-1) и ряда других документов предусматривается их обобщение и группирование несчастных случаев по следующим однородным признакам: тяжести травмы; полу; возрасту пострадавших; по районам; по профессии (видам работ); причинам.

Объектом исследования являлись показатели производственного травматизма (зарегистрированные тяжелые травмы и травмы со смертельным исходом) за 9 месяцев 2025 г. Был проведен статистических анализ данных о случаях травматизма на производстве по Гродненской области.

Из открытых источников известны сведения о производственном травматизме за первые 9 месяцев 2025 г. [9]. Всего с начала года на сельскохозяйственных предприятиях Гродненской области пострадало 15 человек, в том числе трое из них получили травмы не совместимые с жизнью (20 % травм от общего количества со смертельным исходом). Для сравнения: за аналогичный период 2024 г. произошло 15 несчастных случаев на производстве, 2 из которых со смертельным исходом (13,3 % от общего числа травм, произошедших за первые 9 месяцев прошлого года). Как и в прошлые годы наблюдений, за истекший период наибольшее число травм получили мужчины. Из общего количества пострадавших за 9 месяцев 2025 г. – 12 пострадавших

мужчины (80 % от общего количества пострадавших), 1 из которых со смертельным исходом, женщин пострадавших – 2 случая, и оба со смертельным исходом. Лишь в одном из 15 случаев, работник находился в состоянии алкогольного опьянения в момент получения травмы (падение с кузова автомобиля на асфальтобетонное покрытие).

В табл. 1 представлено количество пострадавших за 9 месяцев 2025 г. по Гродненской области среди работников агропромышленного комплекса по возрастам.

Таблица 1. Количество травм в различных возрастных группах

Возраст пострадавшего, лет	Число травм		Всего
	тяжелый исход	смертельный исход	
14–17	–	–	–
18–30	3	–	3
31–40	1	–	1
41–50	2	1	3
51–60	1	1	2
61 и более	5	1	6
Всего	12	3	15

За истекший период не пострадал ни один несовершеннолетний работник, однако тяжелую травму пальцев левой руки при выполнении подсобных работ по ремонту тракторной косилки получил находящийся на производственной практике 18-летний слесарь по ремонту автомобилей. Наибольшее количество пострадавших, 40 % от общего числа травм или 6 случаев (один из которых со смертельным исходом) среди работников старше 61 года. Возможными причинами могут быть сниженные когнитивные функции, притупление реакций и личная невнимательность, что тоже может свидетельствовать о характерных возрастных изменениях, особенно, если это касается выполнения работ повышенной опасности.

Среди самых травмоопасных профессий в сельском хозяйстве, как и прежде, остаются водители транспортных средств и работники отрасли животноводства: 3 несчастных случая от общего количества пострадавших – водители (или 20 % от общего количества пострадавших), 2 несчастных случая с ветеринарными врачами, 1 из которых со смертельным исходом (13,3 % от общего числа травм) и столько же несчастных случаев с животноводами (13,3 %). Также среди пострадавших за истекший период года слесарь, рабочий, полевод, бригадир, сторож, оператор сушильных установок и транспортировщик.

Наиболее частыми причинами получения производственных травм в Гродненской области в отрасли за период январь – сентябрь 2025 г. стали:

- падение при передвижении, на скользких поверхностях (лестница после дождя), падение с высоты при отсутствии ограждений;
- контакт с животными;
- повреждение в результате обслуживания сельскохозяйственной техники и производственного оборудования;
- наезд транспорта;
- обрушение конструкций (ворот).

В табл. 2 представлена динамика травматизма за прошедшие 9 месяцев 2025 г. по районам Гродненской области.

Таблица 2. Динамика травматизма по районам

Район		Берестовицкий	Волковысский	Вороновский	Гродненский	Дятловский	Зельвенский	Ивьевский	Кореличский	Лидский	Мостовский	Новогрудский	Островецкий	Ошмянский	Свислочский	Слонимский	Сморгонский	Щучинский	Всего
Кол-во несчастных случаев	с тяжелым исходом	1	-	3	2	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	1	1	1	12
	со смертельным исходом	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	3
Всего		1	-	3	3	-	-	1	-	-	3	-	-	-	-	1	1	2	15

Наибольшее число травмированных за истекший период отмечено в Вороновском, Гродненском и Мостовском районах, по 3 несчастных случая в каждом соответственно. В Щучинском районе произошло 2 несчастных случая, 1 из которых со смертельным исходом, а также по 1 несчастному случаю в Берестовицком, Ивьевском, Слонимском и Сморгонском районах.

Заключение. «Типичный портрет» пострадавшего на сельскохозяйственном производстве в Гродненской области за первые 9 месяцев текущего года: мужчина, старше 60 лет, в момент получения травмы трезв, по профессии водитель, скорее всего житель Гродненского или Вороновского районов, травму получил при падении.

Как и прежде остается значительным удельный вес причин производственного травматизма, обусловленных действиями самих потерпевших: нарушение ими трудовой и производственной дисциплины, инструкций по охране труда, а также необеспечение руководителями и

специалистами организаций должного контроля за соблюдением работниками трудовой дисциплины, правил и норм охраны труда. Необходимо усилить контроль со стороны руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий за выполнением требований норм, правил и инструкций по охране труда, повышения уровня трудовой и производственной дисциплины, качества обучения работающих по вопросам охраны труда и соответствующей проверки знаний по охране труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич. – Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 317 с.
2. Пожарная безопасность в сельском хозяйстве / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, А. Е. Кондраль [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 209 с.
3. О мерах по укреплению общественной безопасности и дисциплины: директива Президента Республики Беларусь от 11 марта 2004 г. № 1 (в редакции Указа № 420 от 12 октября 2015 г.).
4. Об охране труда: Закон Республики Беларусь от 23 июня 2008 г. №356-3: с изм. и доп. от 17 июля 2023 г. № 300-3. – Минск: Амалфея, 2023. – 63 с.
5. Бессарабов, Д. Н. Современные технологии в охране труда / Д. Н. Бессарабов, В. В. Пузевич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 24–28.
6. Босак, В. Н. Травматизм на производстве: причины, состояние и мероприятия по снижению / В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2023. – № 1 (32). – С. 2–6.
7. Кудрявцев, А. Н. Анализ травматизма на производстве в Республике Беларусь / А. Н. Кудрявцев, В. Н. Босак // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 188–193.
8. Осипков, А. В. Производственный травматизм в аграрной сфере / А. В. Осипков // Охрана труда. Технологии безопасности. – 2025. – № 4. – С. 17–20.
9. Производственный травматизм с тяжкими последствиями в организациях Гродненской области по сферам экономики за январь–сентябрь 2025 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://berestovitsa.gov.by/uploads/files/UTZSZ/Ox-rana/Travmatizm-po-sferam-ekonomiki-za-9-mes-2025.pdf>. – Дата доступа: 10.11.2025.

Аннотация. Проведен статистический анализ производственного травматизма на предприятиях агропромышленного комплекса Гродненской области за январь – сентябрь 2025 года, приведены основные сведения о пострадавших и причинах травм, рекомендуемые мероприятия по снижению уровня производственного травматизма, а также улучшению условий труда.

Ключевые слова: травматизм, производственная травма, статистический анализ, динамика травматизма.

Секция 2. МАШИНЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

УДК 631.331/816.022:544.773.432

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ ДЛЯ ПРИПОСЕВНОГО ВНЕСЕНИЯ ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИХ АГРОХИМИКАТОВ

А. Н. БРЮХОВЕЦКИЙ, д-р техн. наук
С. В. РЫЖИЙ, ст. преподаватель

ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный университет
имени К. Е. Ворошилова»,
Луганск

Введение. Проблема опустынивания и деградации сельскохозяйственных земель, обозначенная ООН, требует разработки и внедрения эффективных влагосберегающих технологий [1–6].

Одним из перспективных направлений является применение влагоудерживающих полимерных материалов (гидрогелей), которые способны накапливать и постепенно отдавать влагу в нужном количестве в прикорневой зоне растений [7]. Однако, их эффективное использование сдерживается отсутствием специализированной техники для точного и равномерного припосевного внесения.

Целью исследования являлась разработка конструкции высевающего аппарата пневматической сеялки, адаптированной для внесения гидрогеля с учётом его специфических физико-механических свойств: высокой гигроскопичности, низкой насыпной плотности и склонности к адгезии. Новизна работы заключается в комплексном конструкторском решении, обеспечивающем синхронизированное, дозированное и бесперебойное внесение материала.

Основная часть. Гидрогель – это полимерный влагоудерживающий агрохимикат (ВУА), который используется в растениеводстве для повышения устойчивости посевов к засухе, особенно в условиях засушливого земледелия. При совместном внесении с семенами гидрогель обеспечивает локальное удержание влаги в прикорневой системе, что способствует повышению всхожести и устойчивости растений в зонах рискованного земледелия [8, 9].

Внесение гидрогеля совместно с семенами эффективно при соблюдении агротехнических требований: правильной дозировке, локально-

го размещения в корнеобитаемой зоне, отсутствия контакта с семенем во время посева и обеспечения начального увлажнения.

Традиционные механические дозаторы плохо справляются с гранулированным гидрогелем из-за его специфических физико-механических свойств: высокой гигроскопичности; изменяющемся объеме при увлажнении; низкой насыпной плотности; склонности к адгезии.

Пневматические дозаторы позволяют решить эту проблему за счет использования воздушных потоков для транспортировки и равномерного распределения материала.

Однако, для равномерного дозирования и распределения по посевной борозде гидрогеля, требуется адаптация как конструктивных, так и режимных параметров высевающего аппарата.

Для решения поставленной задачи на базе Луганского государственного аграрного университета имени К. Е. Ворошилова совместно с Воронежским государственным аграрным университетом имени императора Петра 1, в рамках диссертационного исследования [10, 11] был разработан и испытан высевающий аппарат пневматической сеялки, способный осуществлять припосевное внесение ВУА совместно с высевом зерновых культур и учитывающий все его физико-механические свойства (рис. 1).

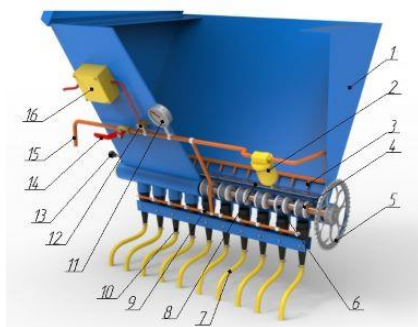


Рис. 1. Схема высевающего аппарата пневматической сеялки: 1 – герметичный загрузочный бункер; 2 – воздушный фильтр осушитель; 3 – воздуховод высокого давления с соплами; 4 – прижимные кольца (фторопластовые); 5 – звездочка для связи с приводным колесом сеялки вала дозатора; 6 – дозирующие катушки; 7 – высевные патрубки; 8 – дозирующая планка; 9 – разряжающий воздуховод низкого давления с соплами; 10 – конусообразный направляющий высевной патрубков; 11 – манометр; 12 – электромагнитный клапан; 13 – регулировочная рукоятка дозирующей планки; 14 – регулировочный дроссель; 15 – воздушная магистраль; 16 – блок управления

Конструкция аппарата включает герметичный загрузочный бункер 1 с антигравийным покрытием KUDO® для предотвращения адгезии материала. Дозирование осуществляется с помощью регулируемой планки 8, управляемой рукояткой 13. Пневматическая система состоит из двух контуров: воздуховода высокого давления 3 для подачи воздуха под дозирующую планку (что предотвращает сводообразование и осуществляет перемешивание) и воздуховода низкого давления 9 для разрыхления и транспортировки дозы материала в высевальные патрубки 7. Привод вала дозатора с высевальными катушками 6 синхронизирован с ходовым колесом сеялки через звездочку 5, что обеспечивает равномерность внесения независимо от скорости движения агрегата. Воздух в системе очищается от влаги фильтром-осушителем 2, а его давление регулируется дросселем 14 и контролируется манометром 11. Управление подачей воздуха осуществляется электромагнитным клапаном 12 через блок управления 16 [11].

Разработанный аппарат обладает рядом преимуществ, вытекающих из его конструктивного решения. Синхронизация привода дозатора с ходовым колесом сеялки обеспечивает равномерность внесения ВУА, независимо от изменения скорости движения агрегата. Герметичность бункера и наличие воздушного фильтра-осушителя защищают гигроскопичный материал от преждевременного увлажнения и комкования. Применение пневмоворочения и разряжающего потока воздуха гарантирует бесперебойную транспортировку и точное дозирование. Многорежимная дозирующая планка и дистанционное управление позволяют гибко настраивать норму высева в полевых условиях в диапазоне от 5 до 25 кг/га.

Заключение. Разработанный высевальный аппарат позволяет эффективно решить задачу припосевного внесения влагоудерживающих агрохимикатов. Его ключевые преимущества: точное дозирование, защита материала от увлажнения, бесперебойная работа за счет пневматического перемешивания и транспортировки, а также возможность оперативной регулировки нормы высева.

Практическая ценность разработки заключается в повышении эффективности влагосберегающих технологий в зонах рискованного земледелия, что способствует увеличению полевой всхожести сельскохозяйственных культур. Дальнейшие исследования могут быть направлены на адаптацию аппарата для внесения других сыпучих материалов с низкой насыпной плотностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
3. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2006. – 120 с.
4. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В.Н. Босак, Т. В. Сачивко, О. Н. Минюк [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.
5. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
6. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.
7. Лукин, А. Л. Совершенствование элементов технологии выращивания озимой пшеницы с целью обеспечения влагосбережения в условиях изменения климата / А. Л. Лукин, Н. В. Подлесных, Т. П. Некрасова, О. В. Мараева // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 15, № 3 (74). – С. 51–58.
8. Лукин, А. Л. Влияние влагоудерживающего сорбента на показатель густоты стояния растений озимой пшеницы / А. Л. Лукин, Н. В. Подлесных, Т. П. Некрасова // Управление инновационным развитием аграрного сервиса России. – Воронеж, 2020. – С. 227–232.
9. Применение новых экологически безопасных композиционных смесей для повышения урожайности озимой пшеницы в ЦЧР / Н. В. Подлесных, А. Л. Лукин, Т. П. Некрасова, О. В. Мараева // Агроэкологический вестник. – Воронеж, 2020. – С. 75–79.
10. Брюховецкий, А. Н. Исследование физико-механических свойств функциональных влагоудерживающих смесей / А. Н. Брюховецкий, С. В. Рыжий // Научный вестник Луганского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (15). – С. 332–341.
11. Патент на полезную модель № 208808 U1 Российская Федерация, МПК A01C 7/12. Высевающий аппарат пневматической сеялки: № 2021117663: заявл. 16.06.2021: опубл. 14.01.2022 / А. Л. Лукин, О. В. Мараева, Т. П. Некрасова [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра 1».

Аннотация. Рассмотрена проблема внесения ВУА (гидрогелей). Предложена конструкция высевающего аппарата пневматической сеялки, обеспечивающая точное дозирование и равномерное распределение гидрогеля. Описаны ключевые конструктивные решения и приведены результаты испытаний, подтверждающие эффективность разработки для влагосберегающих технологий.

Ключевые слова: гидрогель, высевающий аппарат, пневматическая сеялка, дозирование, влагосбережение, засуха, припосевное внесение.

ПОЛОСОВАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ВНЕСЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ

М. В. ВОЙТЕХОВСКИЙ, магистрант
В. А. ЛЕВЧУК, канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Одним из перспективных направлений повышения урожайности сельскохозяйственных культур является полосовая обработка (Strip-till). В этом отношении оптимизация технологий обработки почвы и возделывания сельскохозяйственных культур является актуальной задачей. Аргументированный выбор адаптивного способа обработки почвы и технологии возделывания культур, соответствующих почвенно-климатическим характеристикам определенной территории, обеспечит целевое использование ресурсов [1–3].

Снижение уровня интенсивности почвообработки приводит к повышению производительности МТА и снижению расхода топлива на единицу обработанной площади при возделывании сельскохозяйственных культур [4].

Основная часть. При использовании технологии возделывания почвы с возможностью одновременного внесения удобрений различают поверхностное и подпочвенное внесение удобрений. При внесении удобрений в технологии полосовой обработки гранулированное удобрение вносится сразу за рыхлящим рабочим органом (под почвенный горизонт). Сеялка точного высева, оснащенная механизмом внесения удобрения (под почвенный горизонт), вносит стартовую дозу удобрения в почву вблизи посевного ряда [5].

Внесение поверхностных удобрений, например, при помощи разбрасывателя, на полувсасушливых территориях не рекомендуется, поскольку удобрение не попадает близко к корню и в год внесения остается недоступным для растений.

При использовании технологии с внесением удобрений в почву предполагается, что удобрение будет влиять на растения интенсивнее и дольше [6].

В первую очередь, предполагается эффективность воздействия определенных удобрений (например, фосфора и аммония). Калий и

магний, наоборот, не обладают подобными свойствами и не могут воздействовать на корневую структуру.

Высокая концентрация фосфора и аммония в верхнем слое почвы и дефицит в среднем слое может даже сдерживать рост корневой системы.

Б. Бауэр (B. Bauer) отмечает, что при комбинированном подпочвенном внесении удобрений, состав питательных элементов должен быть подобран таким образом, чтобы он мог способствовать формированию корневой системы (рис. 1) [7].

Удобрение без эффективного воздействия всегда должно вноситься под корни растений. Культурные растения проявляют выраженный геотропизм, т. е. их корневая система растет по направлению к центру Земли, при этом в процессе роста растения осваивают эти удобрения случайно по мере роста.

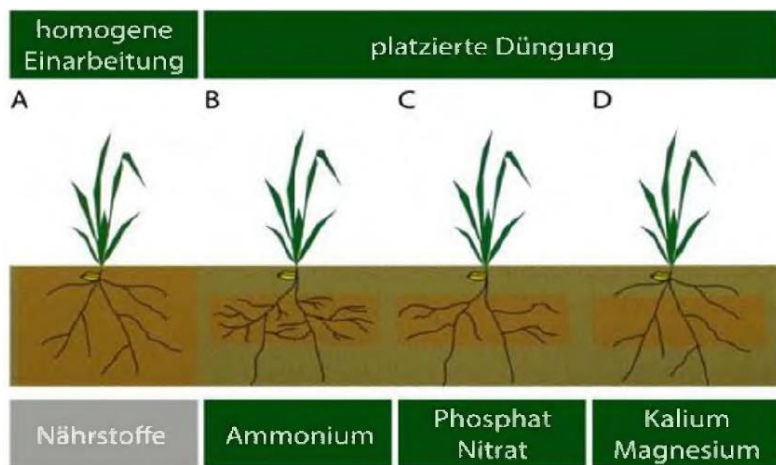


Рис. 1. Влияние внесенных питательных макроэлементов на формирование корневой системы

В противном случае, в состав вносимого удобрения необходимо добавить удобрение с эффективным воздействием.

При одновременном подпочвенном и внутрипочвенном внесении удобрений, объем стартовой дозы (одного из эффективно действующих удобрений) должен быть небольшим – для питания растения не более, чем в течение двух недель. Если этот объем выше нормы, рост

корневой системы растений замедляется, так как питательные элементы находятся в пределах досягаемости, а при наступлении засухи из-за недостаточно сильно выраженной корневой системы может привести к проблемам с питанием [7].

В пользу прямого внесения удобрений выступает возможность избегания эмиссии оксида азота, которая в конечном итоге должна расцениваться как потеря питательных веществ

Технология полосовой обработки почвы с одновременным внесением удобрений способствует тому, чтобы азот не связывался благодаря скоплениям пожнивных остатков. По расчетам Д. Менгеля (D. Mengel) до 33 % поверхностно вносимого азота на поле с зерновой кукурузой становится неподвижным.

При глубоком депонировании удобрений методом подпочвенного внесения растениям в период роста в условиях возрастающей засушливости в соответствии с их естественным ростом и наличием доступной влаги продолжительный период времени удастся получать достаточное питание.

В качестве примерного значения для подпочвенного внесения приводится цифра 70–80 % дозы азота, заложенной на глубину 15–25 см.

В случае непрофессионального внесения удобрений слишком большая доза удобрений может попасть близко к росткам и тем самым привести к повреждениям корневой системы

При подпочвенном внесении удобрений слишком близко к посевному ряду (или росткам) необходимо обращать внимание на два важных момента.

Во-первых, решающую роль для определения расстояния до посевного материала играет токсичность удобрения, несоблюдение которого может привести к выжиганию семян.

Во-вторых, важное значение приобретает распределение и количество вносимого для растения удобрения, которое зависит от планируемой урожайности. Важным является количество влаги в почве. В сухой почве удобрительная соль концентрируется больше на малых участках в отличие от влажной почвы

При этом в расчет берется чистый азот, вносимый в почву одновременно с посевом. Если почва сухая, или существует угроза быстрого высыхания азота после его внесения, необходимо уменьшить вносимую дозу вдвое.

Ученые пришли к выводу, что при прямом высеве и увеличенном количестве вносимых удобрений лучший результат достигается при распределении удобрений по бокам полосы, а при внесении в обрабо-

танную полосу прослеживается положительное воздействие на развитие растений при более глубоком внесении удобрений.

Заключение. Применение полосовой технологии обработки почвы позволит повысить производительность МТА и снизить расход топлива на единицу обработанной площади, в сравнении со сплошной обработкой, при этом определенные сочетания глубины обработки почвы и дозы внесения минеральных удобрений обеспечат рост урожайности технических культур и сохранение почвенного плодородия.

Одновременное внесение удобрений при полосовой обработке положительно влияет на урожайность возделываемых культур и сокращает затраты на удобрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
2. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
3. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.
4. Левчук, В. А. Обзор современных машин для основной обработки почвы / В. А. Левчук, Л. А. Попова, Н. И. Козел // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 148–153.
5. Астахов, В. С. Технологии внесения твердых минеральных удобрений / В. С. Астахов, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 94–98.
6. Иванов, Е. А. Обзор и анализ технологий и средств механизации получения и применения смешанных минеральных удобрений / Е. А. Иванов // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 65–67.
7. Bauer, B. Strip- Till, mit Streifen zum Erfolg / B. Bauer. – DLG- Verlag, 2012.

Аннотация. Применение полосовой технологии обработки почвы позволит повысить производительность МТА и снизить расход топлива на единицу обработанной площади, в сравнении со сплошной обработкой, при этом определенные сочетания глубины обработки почвы и дозы внесения минеральных удобрений обеспечат рост урожайности технических культур и сохранение почвенного плодородия.

Ключевые слова: машина, удобрения, технология, растение, урожайность.

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ЯЧМЕНЯ ОТ НОРМЫ ВЫСЕВА И ШИРИНЫ ВЫСЕВАЕМОЙ ЛЕНТЫ ДВУХДИСКОВОГО СОШНИКА

В. А. ГАЙДУКОВ, канд. техн. наук, доцент

В. А. ЛЕВЧУК, канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Урожай в значительной степени зависит от качества посева. Для оптимального развития растений почву необходимо хорошо удобрить и разрыхлить. Семена необходимо равномерно распределить по площади поля и заделать на заданную глубину. Равномерное распределение семян по полю обеспечивает им необходимую площадь питания. Уменьшение глубины заделки семян может привести к вымерзанию всходов озимых и изреженности всходов яровых. При глубокой заделке всходят ослабленные растения, а часть ростков гибнет, так как не может пробиться к свету. Между семенами и почвой не должно быть воздушной прослойки, затрудняющей поступление влаги к семенам, а позднее питательных веществ к корням растений [1–5].

Способ посева – это размещение семян возделываемой культуры по площади поля относительно его поверхности. Из всех способов посева наиболее оптимальным является разбросной, так как дает возможность равномерно распределить семена по площади питания и получить более высокий урожай.

Незначительное распространение этого способа объясняется отсутствием работоспособных высевających устройств, их сложностью конструкции, металлоемкостью и большой неравномерностью заделки высеваемых семян по глубине.

Зависимость между способами посева и урожайностью зерновых на опытах, проведенных в Германии, установлено следующее:

- при рядовом посеве каждое сужение междурядий на 0,01 м в интервале от 0,2 до 0,1 м даёт повышение урожайности на 0,7 %;
- если принять урожайность при ширине междурядий 0,12 м за 100 % то, в среднем, при ленточном посеве анкерными или дисковыми сошниками урожайность повышается на 4 %, при разбросном – на 6...7 % [6, 7].

Основная часть. Рассмотренные выше особенности реализации биологического потенциала хлебного злака выдвигает посев в качестве важнейшего элемента технологии, когда ставится задача получения высоких и стабильных урожаев зерновых. С этой целью был изготовлен и исследован сошник, для ленточного посева с одновременным прикатыванием семян по ленте.

В результате испытания сошников были проведены исследования о влиянии скорости движения сошника V_c , глубины хода дисков h , их диаметра D и расстояния в точке схождения, а на ширину высеваемой ленты B_d .

По результатам лабораторно-полевых исследований получены регрессионные зависимости ширины высеваемой ленты от заданных параметров, описываемые уравнением второго порядка.

$$B_d = 0,00576 - 0,00643V_c + 0,2781D + 0,00145V_c^2 + 1,863h^2 - 27,86a^2 - 0,786hD - 1,5ha + 2,78Da.$$

По результатам выполненных расчетов построены двухмерные сечения, характеризующие ширину высеваемой ленты в зависимости от диаметра дисков сошника, глубины хода его дисков, скорости движения (рис. 1).

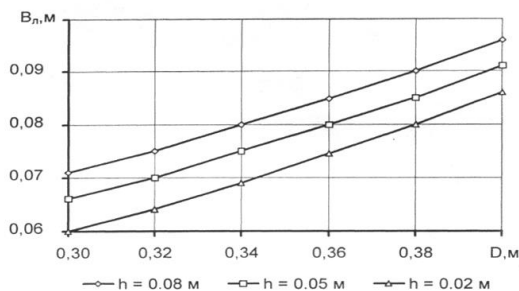


Рис. 1. Влияние диаметра дисков D сошника на ширину высеваемой ленты B_d ($V_c = 2,5$ м/с)

В результате испытания сошников были проведены исследования о влиянии нормы высева H и ширины высеваемой ленты B_d на урожайность ячменя U .

В результате исследований о влиянии нормы высева и ширины высеваемой ленты на урожайность ячменя получена регрессионная зави-

симость между нормой высева, шириной высеваемой ленты и урожайностью.

Эта зависимость описывается уравнением второго порядка.

$$U = 21 + 1,2N + 804B_{\text{л}} - 0,0013N^2 - 6043B_{\text{л}}^2 + 1,7NB_{\text{л}}.$$

По результатам выполненных расчетов построены двухмерные сечения, характеризующие урожайность ячменя, в зависимости от ширины высеваемой ленты и нормы высева (рис. 2), и влияние ширины высеваемой ленты $B_{\text{л}}$ на урожайность ячменя U , при фиксированной норме высева H (рис. 3).

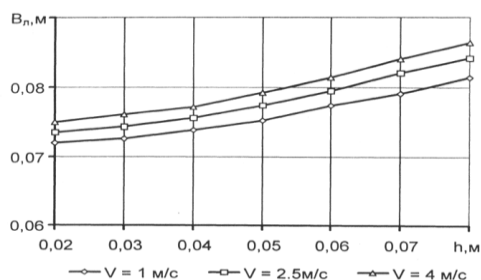


Рис. 2. Зависимость ширины высеваемой ленты $B_{\text{л}}$ от глубины хода сошников h ($D = 0,35 \text{ м}$; $D_{\text{к}} = 0,20 \text{ м}$; $B_{\text{к}} = 0,08 \text{ м}$)

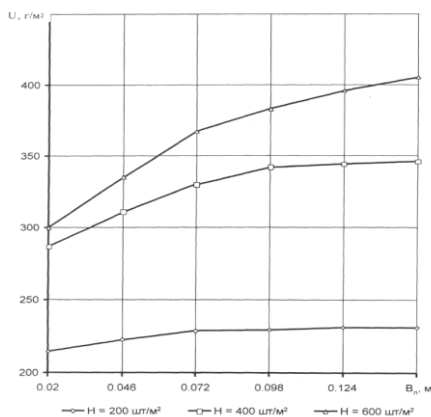


Рис. 3. Влияние ширины высеваемой ленты $B_{\text{л}}$ на урожайность ячменя U , при фиксированной норме высева H

Заключение. Анализ полученных данных позволяет сделать заключение, что с увеличением диаметра дисков с 0,30 м до 0,40 м ширина ленты возрастает на 0,025 м. Увеличение диаметра дисков с 0,35 м до 0,40 м повышает ширину ленты на 0,011 м, что существенно не влияет на урожайность ячмени (рис. 3) но при этом увеличивает металлоемкость сошника на 9 %. Изменение расстояния в точке схождения дисков сошника от 0,001 до 0,02 м, увеличивает ширину ленты на 0,008...0,011 м, что также не оказывает существенного влияния на повышение урожайности ячменя (рис. 3), но при этом ухудшается проходимость почвы между сошниками. Зависимость ширины высеваемой ленты от глубины хода дисков (рис. 2) показывает, что с увеличением глубины их хода с 0,02 м до 0,08 м ширина ленты увеличивается на 0,01...0,012 м. Скорость движения сошника оказывает меньшее влияние на ширину ленты, Увеличение скорости движения сошника с 1 м/с до 4 м/с, повышает ширину ленты на 0,004...0,006 м (рис. 3), что также не оказывает существенного влияния на урожайность ячменя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веревкин, В. С. Влияние нормы посева и способа посева на урожай яровой пшеницы в Омской области / В. С. Веревкин // Труды В НИИ с.-х. машиностроения. – 1973. – Вып. 75. – С. 6–12.
2. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
3. Ламан, Н. А. Биологический потенциал ячменя / Н. А. Ламан, Н. Н. Стасенко, С. А. Каллер. – Минск: Наука и техника, 1984 – 215 с.
4. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
5. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.
6. Satechnik im Getreide – und Rapsbau // FAT – Berichte. – 1986. – № 288.
7. Saverfahren fur Getreide and Raps // Landtechnik. – 1985. – № 2.

Аннотация. Рассмотрены и проанализированы факторы, влияющие на качество посева. Приведены результаты исследования сошников о влиянии диаметра дисков сошника, скорости его движения и глубины хода на ширину высеваемой ленты и урожайность ячменя.

Ключевые слова: посев, урожайность, ленточный посев, разбросной посев, площадь питания, сошник, ширина ленты, скорость движения.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЛЬЕФА НА ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ В АГРОЛАНДШАФТЕ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Г. П. ГЛАЗУНОВ, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотрудник

ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»,
Курск, Российская Федерация

Введение. Проблемой для рационального использования и управления природными ресурсами выступает пространственная неоднородность почвенного покрова [1–6].

Особую актуальность приобретают исследования, направленные на оценку закономерностей пространственного варьирования плодородия почв в агроландшафтах областей Центрального Черноземья, характеризующихся повышенной сложностью и контрастностью [7]. Неоспоримо большое и разностороннее влияние на параметры почвенного плодородия оказывает рельеф.

Значительная пространственная неоднородность плодородия почв может проявляться даже в пределах одного поля, что создает разные условия для роста сельскохозяйственных культур и требует дифференцированного подхода к технологиям их возделывания [8–11].

Цель работы – изучить влияния морфометрических параметров рельефа на лимитирующие факторы плодородия в агроландшафте в условиях ЦЧР с использованием ГИС-технологий для усовершенствования методов комплексного агроэкологического мониторинга плодородия почвы и для рационального использования почвенно-климатических и агротехнических ресурсов агроландшафтов.

Новизна исследований состоит в комплексном учете пространственной неоднородности агроэкологических условий агроландшафтов, реализуемом на базе применения геоинформационных технологий.

Основная часть. Работу проводили в 2019–2022 гг. на территории полигона «Точное земледелие» Курского федерального аграрного научного центра (Медвенский район, Курская область) с куполообразной формой рельефа площадью 86 га с шагом опробования – 50 м. Полигон расположен на территории Европейской части России в пределах Среднерусской возвышенности на высоте 190...217 м над уровнем моря (51°31'26,5" северной широты 36°08'03,095°11' 36°24' восточной

долготы) у истока реки Млодаты. Рельеф полигона типично эрозионный. Средний уклон составляет $2,79^\circ$, варьирование уклонов в пределах полигона – 48,7 %. Почвенный покров комплексный, зональный, представлен черноземами типичным и выщелоченным разной степени смывости и выщелоченности на лессовидных карбонатных суглинках. Гранулометрический состав тяжелосуглинистый.

Для изучения агрофизических показателей почвенного плодородия проводили отбор образцов методом конверта в 32 реперных точках, охватывающих различные элементы рельефа, из пахотного слоя (0...20 см) по предварительно занесенной в GPS приемник координатной сетке с размером ячейки 50×50 м.

Структурно-агрегатный состав (сухое просеивание) определяли по методу Н. И. Саввинова, влажность почвы – термостатно-весовым методом, плотность почвы – буровым методом по Н. А. Качинскому. Полученные данные использовали для анализа распределения элементов эффективного плодородия с учетом особенностей рельефа территории и обрабатывали с помощью программ Microsoft Excel 2019, STATISTICA 6.0.

При формировании цифровой модели рельефа (ЦМР) использовали метод инструментальной топографической съемки при помощи нивелира ADA 32x с предварительным построением маршрута нивелировки при помощи программных средств SASPlanet, Grid, OziExplorer с последующей обработкой полученного массива данных в Microsoft Excel 2019 и QGIS 3.8.3.

Пространственный анализ проводили в среде ГИС QGIS 3.8.3, используемая проекция – цилиндрическая прямоугольная (неравноугольная) проекция Меркатора на сфере $r = 6378137$ м.

Участки полигона, находящиеся на склонах с крутизной до 3° , занимают 70 % территории (плоские поверхности – 8,8 га, очень пологие – 23,3 га, пологие 28,1 га). Площадь слабо- и среднесмытых почв на участках с крутизной склонов $3...5^\circ$ составляет 28,3 % (24,3 га). Площади с крутизной склонов выше 5° – 1,7 % территории полигона (1,5 га).

Наибольшую территорию полигона занимают склоны северо-восточного (28 %) и северо-западного направлений (21 %).

По форме профиля склоны полигона имеют прямую, выпуклую и вогнутую форму. Преобладает на территории полигона выпуклая форма, в то время как вогнутая встречается в основном на склонах западного направления, а прямая более характерна для юго-восточной экспозиции.

На основе цифровой модели рельефа и выполненных исследований в программе QGIS построены детальные схемы и оценена общая плановая кривизна поверхности и формы профилей полигона, характеризующие расчленение территории. Тип склона определяет процессы потери и аккумуляции вещества.

Нахождение мест аккумуляции веществ на территории участка, перемещаемых талыми и ливневыми водами, можно спрогнозировать на основе картосхемы общей кривизны поверхности, мест формирования потоковых систем атмосферного стока, наиболее подверженных линейной эрозии, – на основе картосхемы средней кривизны поверхности. Места аккумуляции в основном определены в нижней части склонов полигона, а также в северо-западной и юго-западной его части. Наиболее интенсивный сток можно спрогнозировать на склонах северо-западной, северо-восточной и юго-восточной экспозиций.

Так как рельеф служит важнейшим фактором, влияющим на гидро-термические условия, становится актуальным учет микроклиматических различий в агроландшафте. От морфометрических форм рельефа зависит перераспределение тепла в ландшафте, что влияет на микроклимат и температуру почвы и окружающей среды. Анализ морфометрических параметров полигона «Точное земледелие» выявил микроклиматические различия в зависимости от уклона и экспозиции склонов.

Для оценки теплообеспеченности склонов использовано тригонометрическое выражение для радиационного баланса. В расчете учтено смещение максимума прогреваемости склонов к юго-западному направлению (азимут 225°):

Коэффициент относительной теплообеспеченности склонов ($kT = ST/ST_0$) принимал величину меньше единицы в диапазоне направлений СЗ – С – СВ – В – ЮВ и больше единицы – по направлениям склонов ЮВ – Ю – ЮЗ – З – СЗ. При этом уровень теплообеспеченности возрастал с повышением крутизны склонов и снижался в зависимости от высоты солнца (склонения) в учетные периоды.

Мезо- и микрорельеф влияют на перераспределение влаги в агроландшафте, и, как следствие, на миграцию органических и минеральных веществ, продуктивность сельскохозяйственных культур.

Наибольшее содержание влаги в почве полигона отмечали в вогнутых формах рельефа на водосборах (294,3–319,1 мм). На водоразделах, наоборот, меньшее, особенно на юго-западных склонах (285,6–297,6 мм), где почва более прогреваема ($kT > 1,03$).

Установлена связь (при уровне значимости $p < 0,05$) запасов влаги

в почве с морфометрическими параметрами рельефа в разные годы исследований. Средняя степень связи отмечена между запасами влаги на глубине 100 см и LS-фактором ($r = 0,50$; 2021 г.), а также запасами влаги на глубине 30 см и коэффициентом прогреваемости ($r = -0,53$; 2021–2022 гг.). Умеренная – между запасами влаги на глубине 30 см и общей кривизной поверхности ($r = 0,33$; 2019 г.), LS-фактором ($r = 0,44$; 2021 г.) и TWI индексом ($r = 0,38$; 2021 г.).

При проведении корреляционного анализа установлена тесная связь между содержанием в почве структурных агрегатов размером почвенных агрегатов > 10 мм между содержанием частиц этого размера и местоположением в рельефе – плакор, между содержанием в почве структурных агрегатов размером $0,25...10$ мм и юго-западной экспозиций, $< 0,25$ мм и расположением на плакоре – обратная. Средняя степень корреляции отмечена между размером агрегатов > 10 мм и северо-восточной (обратная) и юго-западной экспозициями, а также между почвенными частицами размером $0,25...10$ мм и юго-восточной; $< 0,25$ мм и северо-западной экспозицией. Умеренная – между размером почвенных агрегатов > 10 мм и северо-западной экспозицией склонов (обратная), агрономически ценными частицами ($0,25...10$ мм) – на плакоре (обратная), северо-восточной и северо-западной экспозициях. Высокая степень корреляции водопрочных агрегатов с местоположением в рельефе отмечена на плакоре, северо-восточной и юго-западной экспозициях.

Заключение. Морфометрические параметры рельефа в разной степени оказывают влияние на агрофизические свойства почвы. От его форм зависит относительная прогреваемость территории, суммы активных температур и как следствие – развитие произрастающей культуры. Более предсказуемым служит взаимосвязь с морфометрическими параметрами рельефа структурно-агрегатного состояния почвы, содержания в ней водоустойчивых агрегатов. Распределение влаги в агроландшафте имело низкую степень варьирования несмотря на неоднородность почвенного покрова и сложность рельефа, однако в большей мере влага накапливается в его отрицательных формах и в меньшей – на водоразделах. Современные модели относительно плохо прогнозируют распределение почвенной влаги в агроландшафте, поэтому необходим поиск дополнительных параметров, оказывающих влияние на ее поведение в почвенном профиле для совершенствования прогноза продуктивности сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 336 с.
2. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.
3. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
4. Смеянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смеянович, В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.
5. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.
6. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш, П. А. Саскевич, Г. И. Тарануха [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.
7. Глазунов, Г. П. Оценка влияния морфометрических показателей рельефа на плодородие черноземных почв / Г. П. Глазунов, Н. В. Афонченко, В. В. Двойных // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 7. – С. 10–18. – doi: 10.24411/0235-2451-2020-10702.
8. Кирюшин В. И. Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов. – Санкт-Петербург: Квадро. – 2018. – 568 с.
9. Лукин, С. В. Применение геоинформационных систем для агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных земель / С. В. Лукин, И. Г. Костин, Е. С. Малышева // Агрохимический вестник. – 2019. – № 4. – С. 8–13.
10. Морфометрический анализ цифровых моделей рельефа для оценки и картографирования распределения поверхностного стока / А. Л. Энтин, С. М. Кошель, И. К. Лурье [и др.] // Вопросы географии. – 2017. – № 144. – С. 169–186.
11. Шарый, П. А. Методология анализа пространственной изменчивости характеристик урожайности пшеницы в зависимости от условий агроландшафта / П. А. Шарый, О. В. Рухович, Л. С. Шарая // Агрохимия. – 2011. – № 2. – С. 57–81.

Аннотация. Представлены результаты изучения агроэкологической оценки территории на основе геоинформационных технологий, необходимые для усовершенствования методов комплексного агроэкологического мониторинга плодородия почвы и для рационального использования почвенно-климатических и агротехнических ресурсов агроландшафтов.

Ключевые слова: агроэкологическая оценка, пространственная неоднородность, почва, чернозем, рельеф, экспозиция, агроландшафт.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ФБГНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» по теме № FGZU-2023-0001.

РАСШИРЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДИСКОВЫХ СОШНИКОВ ДЛЯ РАБОТЫ НА ПОВЫШЕННЫХ СКОРОСТЯХ

Д. В. ГРЕКОВ, ст. преподаватель
В. А. ЛЕВЧУК, канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Одним из условий получения равных и дружных всходов является соблюдение технологии посева. Известно, что наиболее лучшее сочетание водного, воздушного и теплового факторов отмечается, когда семена равномерно распределены по площади на заданную глубину. При этом они должны быть уложены на плотный слой почвы и прикрыты рыхлым слоем почвы мелкокомковатой структуры, который будет снижать испарение влаги [1–5].

Несоблюдение любого из этих требований ведет к снижению урожайности. Например, уменьшение глубины посева может привести к вымерзанию всходов озимых и изреженности всходов яровых.

При излишне глубокой заделке всходят ослабленные растения, а часть ростков гибнет, так как не может пробиться к свету. Кроме этого, разное размещение семян по глубине ведет к неравномерному развитию растений и созреванию зерна [6, 7].

Основная часть. В настоящее время при конструировании посевных машин преимущество отдается дисковым сошникам, которые хорошо работают на любых типах почв [8, 9].

Одно и двухдисковые сошники хорошо заглубляются на мульчированных почвах, прорезают в ней бороздки на заданную глубину. Проанализировав несколько сошниковых групп, мы пришли к выводу, что создание сошника с нулевым углом атаки и полиуретановой ребордой ведет к улучшению урожая, к более стабильной глубине заделки семян, созданию уплотненного ложе, что в свою очередь ведет к улучшению поступления и задержки влаги в почве.

Дисковые сошники менее чувствительны к растительным остаткам на поле и некачественно проведенной предпосевной обработке почвы. Они вырезают бороздки шириной 3 см, семена разбрасываются по их стенкам и заворачиваются на разную глубину. Кроме неравномерности глубины заделки семян, недостатком является то, что дисковые сош-

ники не создают посевной бороздки с плотным семенным ложем [6].

В настоящее время популярны двух- и однодисковые сошники. Двухдисковый сошник состоит из двух плоских дисков, расположенных под острым углом ($8-14^\circ$) друг к другу. С целью устранения возможности забивания и налипания почвы двухдисковые сошники могут быть оборудованы чистиками с обеих сторон и крышкой в верхней части.

Однодисковые сошники расположены под углом к направлению движения и поверхности почвы. Для недопущения налипания почвы и забиваний растительными остатками во время сева на влажных почвах дисковые сошники оборудованы скребками, которые очищают внутреннюю часть дисков, а внешняя поверхность очищается за счет контакта с грунтом.

Проанализировав несколько сошниковых групп, мы пришли к выводу, что создание однодискового сошника с нулевым углом атаки и полиуретановой ребордой ведет к более стабильной глубине заделки семян, хорошо очищается от почвы и создает уплотненное ложе, что в свою очередь ведет к улучшению поступления и задержки влаги в почве и к повышению урожайности. Схему данного сошника мы можем увидеть на рис. 1.

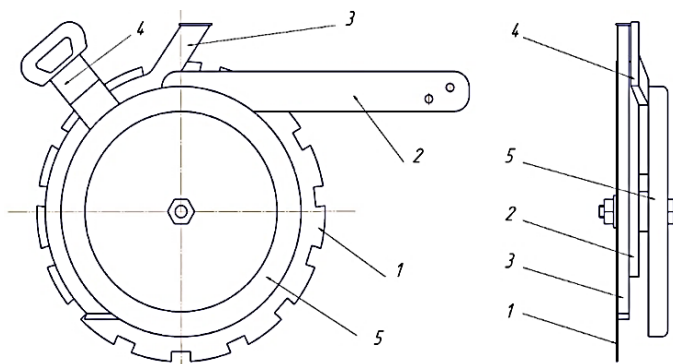


Рис. 1. Однодисковый сошник с нулевым углом атаки и полиуретановой регулируемой ребордой: 1 – диск; 2 – корпус; 3 – семянаправитель; 4 – регулятор глубины; 5 – опорный каток

Для снижения тягового сопротивления и обеспечения прямолинейности хода сошника предлагается за основу использовать плоский диск, устанавливаемый без угла атаки. Проблему уплотнения дна бо-

роздки предлагается решить путем установки на плоском диске реборды-бороздкообразователя.

Предлагаемый нами однодисковый сошник состоит из корпуса с отверстиями и болтами, одного плоского диска с ребордой-бороздкообразователем. Диск расположен вертикально и параллельно направлению движения сошника.

В задней части корпуса закреплены оси. На осях установлен диск с полиуретановой ребордой-бороздкообразователем. На корпусе закреплена пластина, на которой установлен семянаправитель.

Однодисковый сошник работает следующим образом. Корпус сошника присоединяют к поводку сеялки с помощью отверстий и болтов. Рабочий диск с ребордой-бороздкообразователем установлены на осях с углами атаки 0° .

Диск, двигаясь в почве, разрезает ее, а также пожнивные и растительные остатки, а затем реборда-бороздкообразователь выдавливают бороздки с левой стороны диска. В выдавленные бороздки укладываются семена, поступающие по семянаправителю. Семена, находящиеся в бороздке, заделываются загортачами.

Реборда-бороздкообразователь работает следующим образом. Плоская часть диска разрезает почвенные и растительные остатки, почву, образуя щель. По этой щели к семенам подтягивается влага. Реборда-бороздкообразователь ограничивает глубину заделки семян, а также при выдавливании бороздки уплотняет ее дно и боковые части бороздки. А также данная реборда-бороздкообразователь регулируется под средством рукоятки, которая позволяет в любой момент изменить глубину заделки семян.

Установка рабочих дисков с углом атаки и крена 0° на однодисковом сошнике позволяет уменьшить до минимума отброс почвы в стороны от диска. В процессе работы дисков с ребордой-бороздкообразователем происходит одновременно выдавливание бороздок, их уплотнение, а также ограничение глубины заделки семян при работе однодискового сошника.

Заключение. Установка дисков с нулевым углом атаки на двухдисковом сошнике позволяет уменьшить тяговое сопротивление сошников и улучшить равномерность глубины заделки семян при работе на повышенных скоростях. Установка дисков с углом атаки 0° позволяет работать на скоростях движения сеялок более 15 км/ч и при этом уменьшить до минимума разброс почвы в стороны. Кроме того, позволяет произвести расстановку сошников в один ряд или значительно

сократить между ними при двухрядном их расположении. Щель, образованная диском в почве, позволяет подтянуть влагу. Не только уплотнить почву для бороздки, а и боковые стенки бороздки. Это значительно увеличит площадь уплотнения бороздки, что приведет к более быстрому набуханию семян дружным и равномерным их всходам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кириченко, В. А. Совершенствование технологического процесса заделки семян и удобрений в почву комбинированными сошниками зерновых сеялок: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / В. А. Кириченко. – Харьков, 1988. – 21 с.
2. К вопросу определения интервалов варьирования конструктивных параметров дискового сошника, влияющих на процесс бороздкообразования при посеве сельскохозяйственных культур / В. Р. Петровец, С. В. Курзенков, Н. И. Дудко, Д. В. Греков // Вестник БГСХА. – 2018. – № 3. – С. 168–172.
3. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 336 с.
4. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
5. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.
6. Современные тенденции в развитии конструкций и технологических схем дисковых сошников / В. Р. Петровец, С. В. Курзенков, Н. И. Дудко, Д. В. Греков // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2018. – Т. 56, № 1. – С. 87–98.
7. Комбинированный однодисковый сошник с симметрично расположенными двухсторонними ребордами – бороздкообразователями и нулевым углом атаки / В. Р. Петровец, С. В. Курзенков, Н. И. Дудко, Д. В. Греков // Вестник БГСХА. – 2016. – № 3. – С. 137–140.
8. К вопросу создания инновационных конструкций и технологических схем сошников для посевных агрегатов / В. Р. Петровец, С. В. Курзенков, Н. И. Дудко, Д. В. Греков // Вестник БГСХА. – 2017. – № 4. – С. 169–173.
9. Математическая модель уплотнения почвы в бороздках, образованных однодисковым сошником с нулевым углом атаки и симметрично расположенными двухсторонними ребордами-бороздкообразователями для узкорядного посева мелкосемянных культур / В. Р. Петровец, С. В. Курзенков, Н. И. Дудко, Д. В. Греков // Вестник БГСХА. – 2016. – № 4. – С. 98–100.

Аннотация. Проведен анализ скоростных дисковых сошников. Приведены инновационные разработки дисковых сошников, а также предложен однодисковый сошник с полиуретановой регулируемой ребордой для скоростного посева зерновых культур.

Ключевые слова: однодисковый сошник, посев, диски, семена, бороздки, реборда, бороздкообразователь, почва, влага, ложе, нулевой угол.

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В КИТАЕ

ДУ СЯН, аспирант
ЦЯО ХУАЙИН, аспирант
В. И. КОЦУБА, канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Согласно статистическим данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), по состоянию на 2023 г. мировая площадь посева масличного льна достигла примерно 2,3 млн га, а годовой объем производства составил 3,2 млн т.

Китай является третьим по величине производителем масличного льна в мире с ярко выраженными региональными особенностями. Согласно данным Национального бюро статистики за 2024 г., общая площадь посева масличного льна в стране составляет около 850 тыс. га, а годовой объем производства – 392 тыс. т.

Производства льна масличного в Китае сосредоточены в трех зонах: на северо-востоке (Хэйлунцзян, Цилинь), на северо-западе (Ганьсу, Нинся) и на севере Китая (Внутренняя Монголия). С точки зрения уровня урожайности основным производственным регионом в Северо-Восточном регионе является провинция Хэйлунцзян, которая занимает 38 % от общей площади посева масличного льна в стране, с годовым производством масла в 153 тыс. т. Благодаря плодородным почвам черноземного региона уровень урожайности здесь примерно на 35 % выше, чем в засушливом Северо-Западном регионе, где также выращивают масличный лен [1].

Однако по сравнению с другими странами мира, производящими масличный лен, в Китае наблюдается расширение масштабов возделывания льна масличного при отставании эффективности. За последние 10 лет площадь посева льна масличного увеличилась почти на 12 %, но при этом производство масла выросло только на 8 %, а затраты на единицу площади возросли на 22 % [2].

Основная часть. С точки зрения потребления и торговли Китай характеризуется высоким спросом и высоким импортом. Согласно статистике Китайского общества зерновых и масличных культур, в

2024 г. общий объем потребления семян масличного льна в Китае достиг 808 тыс. т (рис. 1), из которых основная часть используется для производства пищевого масла, формируя рынок объемом около 678 млн долл. США [3]. Однако уровень самообеспечения в 2024 г. составил лишь 48,5 %, было импортировано 392 тыс. т, преимущественно из Канады, России и других стран. Цена на импортные семена масличного льна составляет около 458 долл. США за тонну, что примерно на 12 % выше по сравнению с внутренним рынком [4].

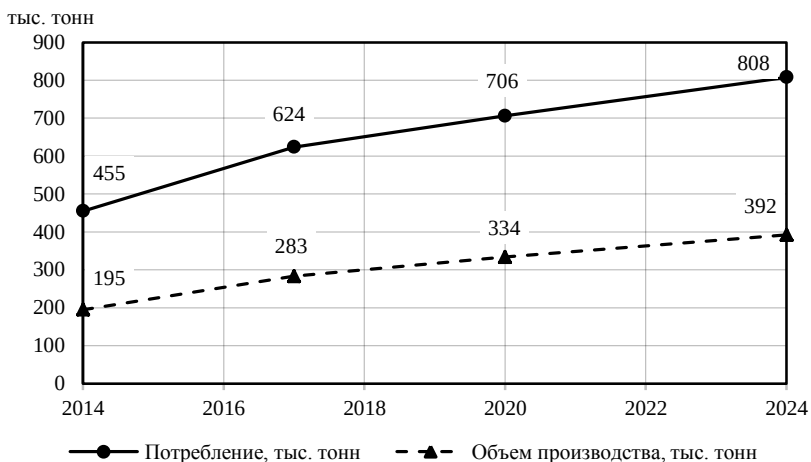


Рис. 1. Графики производства и потребления льна масличного в Китае за 2014–2024 гг.

Основной причиной формирования противоречия между спросом и предложением является следующее:

- масличность отечественных семян масличного льна составляет 38...40 %, что на 5–7 % ниже, чем у канадских сортов, и для производства готового льняного масла предпочтение отдается импортному сырью;
- при уборке отечественных семян масличного льна наблюдаются значительные потери, обмолот проводится неполноценно, или в поле остаются остатки, что приводит к ежегодным потерям урожая около 39 тыс. т (эквивалентно примерно 30 тыс. га посевов), хотя фактически можно достичь почти полного сбора урожая;

– даже в Северо-Восточном регионе, который является одним из основных районов производства льна масличного, площадь пашни составляет в среднем около 1,5 га на хозяйство, а уровень механизации составляет только 65 %, что значительно отстает от уровня механизации 95 % в Северной Америке.

Статистические данные показывают, что в провинции Хэйлунцзян имеется около 2 300 комбайнов для уборки семян льна, из которых примерно 80 % представляют собой переоборудованные зерноуборочные комбайны. Поскольку при их разработке не учитывались особенности обмолота семян льна, их производительность составляет лишь 0,8 га/ч, а расход топлива достигает 35 л/га (что на 20 % больше, чем у специализированных комбайнов для льна).

Более серьезной проблемой является высокий процент повреждения семян в процессе обмолота 8–10 %, что значительно превышает международный стандарт (≤ 5 %). Кроме того, наблюдается высокая частота возникновения проблем с наматыванием волокон и остановками техники (около 15–20 % рабочего времени), что серьезно снижает эффективность уборки [5].

Степень механизации тесно связана с организационной моделью сельскохозяйственного производства. Средняя площадь льняных хозяйств в Китае составляет 1,0 га, что в 200 раз меньше посевных площадей в Канаде. В свою очередь малая средняя площадь приводит к низкой эффективности использования крупной и средней сельскохозяйственной техники. Например, при покупке комбайна стоимостью 800 тыс. юаней, работающего на небольших участках, необходимо обработать 150 га в год для выхода на безубыточность, а срок окупаемости инвестиций составляет примерно 6–8 лет, тогда как в США он равен 2–3 годам [5].

В настоящее время реализуемая передача земельных участков способствует формированию части хозяйств в Северо-Восточном регионе, имеющих среднюю площадь более 100 му (15 га), однако соответствующая система социального обслуживания сельхозтехники не сформирована. Специализированные бригады по уборке могут обслуживать лишь около 30 % обрабатываемой площади, в то время как подавляющее большинство хозяйств используют собственное или арендованное устаревшее оборудование и ручную уборку. Затраты на ручную уборку достигают 300 юаней за му (4 500 юаней за га), что вдвое выше затрат на механизированную уборку, а производительность труда составляет лишь около одной десятой от механизированной [5].

Благодаря процессу передачи земель и появлению более крупных хозяйств, появилась возможность использовать комбайны, например Case IH серии AF. Однако эти машины не были оптимизированы с учетом высоты растений китайских сортов масличного льна 120...150 см, что на 20...30 см выше, чем у североамериканских сортов. Это затрудняло уборку полеглих посевов и приводило к серьезным потерям, средний уровень потерь достигал 12–14 %.

В производственном районе Северо-Востока около 85 % хозяйств по-прежнему используют способ уборки модифицированным зерноуборочным комбайном с ручной помощью. Например, на одном из хозяйств в западной части Цилиня была проведена модификация комбайна Foton Lovol GE80 с расширением зазора между барабанами с 25 до 35 мм, что улучшило ситуацию с наматыванием, но привело к увеличению недомолота с 5 до 9 % [5].

Технологическое применение в Северо-западном регионе относительно отстает. В городе Динси провинции Ганьсу из-за особенностей рельефа около 70 % льна выращивается на холмистых и горных территориях, где возможно использование только маломощных (не более 8 кВт) небольших ручных комбайнов для срезания и сушки с производительностью 0,2 га/ч. При этом для сбора урожая требуется участие не менее двух человек, что сопровождается высокой трудоемкостью [5].

Данные исследований показывают, что суммарные затраты на механизированную уборку в данном регионе достигают 450 юаней за му), что всего на 15 % ниже затрат при ручной уборке, однако, учитывая ежегодный рост затрат на рабочую силу, достигших в 2024 г. 320 юаней за му (4 800 юаней за га), уровень механизации увеличился с 32 % в 2014 г. до 58 % в 2024 г. [5].

В Северо-восточном, Северном Китае и Внутренней Монголии одновременно применяется раздельный способ уборки, что позволяет снизить уровень потерь семян до 5–8 % [5].

С точки зрения технической системы уборке масличного льна в Китае существует тройная проблема:

1. Разрыв между агротехникой и сельскохозяйственной техникой. Существующие сорта выведены из волокнистого льна, содержание волокон в стеблях которого составляет 32...35 %, что значительно превышает оптимальный диапазон для масличного льна (менее 25...28 %). Это затрудняет обмолот льна комбайном;

2. Разрыв между техникой и культурой. Основные параметры обмолачивающего устройства отечественных комбайнов (частота враще-

ния барабана, подача, зазор разделения и др.) по-прежнему соответствуют стандартам, разработанным для уборки пшеницы, и не создана модель параметров, соответствующая характеристикам льна [5];

3. Разрыв между техническими и экономическими аспектами. Импортные специализированные комбайны для уборки льна стоят около 2,8 млн юаней и срок окупаемости инвестиций достаточно длительный (7–8 лет), что превышает возможности фермеров, поэтому их трудно внедрить и использовать.

Заключение. Проведенный анализ позволяет констатировать, что производство льна масличного в Китае зависит от модернизации технологии уборки льна. Преодоление таких системных проблем, как низкая производительность обмолота, связанная с волокнистой структурой стеблей льна, значительные потери и травмирование семян, низкое качество очистки, возможно лишь на основе внедрения научно обоснованных технических решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный комитет по статистике Китая. Китайский статистический ежегодник [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2024/indexeh.htm>. – Дата обращения: 16.04.2025.
2. Китайская академия сельскохозяйственных наук (CAAS). Отчет о развитии льняного сектора [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.caas.cn>. – Дата обращения: 16.04.2025.
3. Китайская ассоциация зерновых и масел. Анализ потребления льносемян в Китае. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ccoaonline.com>. – Дата обращения: 16.04.2025.
4. Государственный комитет таможенных статистик Китая. Статистика внешней торговли льносеменами [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.customs.gov.cn>. – Дата обращения: 16.04.2025.
5. Ван, Г. Исследование моделей услуг по уборке льна / Г. Ван // Обзор китайской сельскохозяйственной экономики. – 2024. – Т. 16, № 1. – С. 123–138.

Аннотация. Обоснованы перспективные направления разработки машин для уборки льна масличного в условиях Китая, которые позволят обеспечить требуемую производительность за счет снижения намоток льноволокна и снизить потери семян льна до агротехнических требований.

Ключевые слова: лен масличный, льносемена, уборка льна, комбайн, потери семян, ресурсосберегающие технологии, модернизация.

ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, АГРОХИМИЯ И СОРТ – КЛЮЧЕВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОВРЕМЕННОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Е. Л. ИОНАС, канд. с.-х. наук, доцент
М. Н. ШАГИТОВА, канд. с.-х. наук, доцент
И. С. ЧУЛЬ, Д. С. КУРИЛИН, студенты

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Точное земледелие – это современный агротехнический подход, применение современных технологий для дифференцированного управления ресурсами (удобрениями, семенами, СЗР) на основе точных данных о состоянии поля и растений, что позволяет оптимизировать внесение агрохимикатов и выбрать наилучший сорт для конкретных условий, повышая урожайность и качество продукции [1].

Концепция точного земледелия, возникшая в 80-х гг. прошлого века как инструмент пространственной дифференциации применения удобрений, заложила основу для переосмысления подходов к рациональному использованию всего многообразия материалов и ресурсов, применяемых в растениеводстве.

Основная часть. В настоящее время под точным земледелием принято понимать не только и не столько пространственную дифференциацию при высеве или внесении минеральных удобрений, но скорее точный подход к организации производственного процесса – от планирования до текущего операционного контроля и анализа результатов. Чем больше имеется разносторонней информации о свойствах полей и состоянии посевов, тем выше эффективность каждой технологической операции [1–8].

Применяя минеральные удобрения, каждый фермер или агроном всегда задается вопросами «сколько, когда и в какой форме их нужно вносить?». Практика показывает, что эффективность удобрений можно увеличить за счет грамотного их перераспределения даже в условиях ограниченного бюджета и, соответственно, объема закупки. Есть большая разница в отклике посевов на разных полях при одинаковой равномерной дозе внесения удобрений и при индивидуальной корректировке под условия конкретного поля или его участка.

Точный подход при внесении минеральных удобрений подразумевает учет нескольких ключевых факторов:

1) Необходимо иметь актуальную информацию о свойствах почвы и балансе элементов питания в ней как минимум для каждого поля. Это важно для первичной оценки неоднородности земельного банка агропредприятия, а далее для выработки дифференцированного подхода к внесению удобрений. Важно знать не только содержание подвижных форм макро- и микроэлементов в почве, но и иметь информацию о гранулометрическом составе почвы, влагоемкости, емкости катионного обмена, уровнях актуальной, обменной и гидролитической кислотности. Только комплексный анализ взаимовлияющих факторов поможет скорректировать дозы удобрений с учетом тех особенностей, которые часто снижают их полезное действие [9–12].

2) Химический состав подвижных соединений почвенного профиля очень многообразен и формирует сложную систему, где существует взаимовлияние разных элементов в виде синергизма и антагонизма. Это означает, что при расчете доз удобрений нужно учитывать не только количество целевого элемента, содержащегося в почве, но и величину присутствия других элементов.

3) Форма и способ внесения удобрений также не менее важны. Есть существенная разница в эффективных дозах удобрений при разных приемах их внесения, а также химических формах.

Существуют общепринятые рекомендации по агротехнике основного, предпосевного и припосевного внесения удобрений. Чаще всего агрономы или фермеры исходят из классических представлений о том, что фосфор малоподвижен и его необходимо вносить локально, калий хорошо фиксируется в обменном состоянии и чаще всего легкодоступен при любом способе внесения, а азот динамичен и коррекцию его полной дозы имеет смысл делать через подкормки по вегетации.

Сейчас есть много современных форм удобрений – как монокомпонентных, так и комплексных. Это дает возможность подбирать наиболее эффективные комбинации и пропорции действующих веществ под конкретные культуры и условия их выращивания [2, 9, 11].

Опыт мирового сельскохозяйственного производства показывает ведущую роль агрохимического анализа в формировании точного подхода к расчетам доз удобрений.

Оперативность получения и интерпретации результатов агрохимического анализа сейчас обеспечивается также за счет перевода информации в цифровой формат [1].

Заключение. Классическая основа точного земледелия, – дифференцированное внесение удобрений – в настоящее время получила развитие и в качестве базиса дифференциации использует не только

агрохимические карты с разбивкой поля на элементарные участки, но и карты продуктивности, формируемые из ретроспективных мультиспектральных космоснимков с расчетом вегетационных индексов. Работает этот механизм также посредством цифровых систем, дающих возможность анализа геопространственной информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Точное земледелие в современном сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://umz-group.ru/stati/>. – Дата доступа: 30.09.2025.
2. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.
3. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2006. – 120 с.
4. Оптимизация минерального питания зерновых культур на основе регулирования интенсивности продукционных процессов: рекомендации / В. В. Лапа, В. Н. Босак, Н. Н. Ивахненко [и др.]. – Минск, 2006. – 12 с.
5. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, О. Н. Минюк [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.
6. Применение вермикомпоста (биогумуса) в интенсивном земледелии / С. Л. Максимова, М. Ю. Мухин, Т. М. Шаванова [и др.]. – Минск, 2011. – 19 с.
7. Применение гуминового препарата Гумат Рост в земледелии / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, Н. В. Улахович [и др.]. – Минск, 2024. – 14 с.
8. Расчет доз удобрений на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур / В. В. Лапа, А. Р. Цыганов, В. Н. Босак, И. Р. Вильдфлуш – Горки, 2003. – 36 с.
9. Применение новых форм минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2014. – 38 с.
10. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: УП «Технопринт», 2005. – 276 с.
11. Цыганов, А. Р. Микроэлементы и микроудобрения / А. Р. Цыганов, Т. Ф. Персикова, С. Ф. Реуцкая. – Минск, 1998. – 121 с.
12. Тучин, С. С. Эффективность некорневых подкормок картофеля хелатными микроудобрениями / С. С. Тучин, Н. А. Тимошина, А. В. Кравченко // Картофель и овощи. – 2010. – № 8. – С. 8–9.

Аннотация. Проведен анализ основных элементов современного сельского хозяйства. Рассмотрены основные компоненты точного земледелия.

Ключевые слова: точное земледелие, агрохимия, сорт, почва, удобрения, урожайность, культура.

ОПТИМИЗАЦИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА РАБОТЫ МОТОВИЛА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

В. Г. КОВАЛЕВ¹, канд. техн. наук, доцент

В. С. ПЕТРУСЕНКО¹, ст. преподаватель

Т. Х. РАЗЗАКОВ², канд. техн. наук, доцент

¹Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

²Каршинский государственный технический университет,
Карши, Республика Узбекистан

Введение. На качество уборки зерновых культур существенное влияние оказывает правильность выбора кинематического режима работы мотовила зерноуборочного комбайна, который зависит от частоты вращения мотовила и рабочей скорости движения машины. И, если скорость движения комбайна выбирают, исходя из состояния убираемой культуры: урожайности, полеглости, засоренности, то частоту вращения мотовила стремятся увязать со скоростью машины так, чтобы окружная скорость граблин мотовила была больше скорости комбайна. В противном случае граблины при входе в стеблестой будут вместо подвода стеблей к режущему аппарату отклонять их в сторону необранного поля. При этом с уменьшением частоты вращения мотовила снижается степень его воздействия на стеблестой, а с увеличением – повышается вероятность выбивания зерен из колосьев. Оптимальный режим определяют с учетом всех указанных факторов [1, 2].

Основная часть. Кинематический режим работы мотовила зерноуборочного комбайна характеризуется показателем, который определяют отношением окружной скорости граблин к поступательной скорости комбайна. Для выполнения основной своей функции подвода срезаемых стеблей к режущему аппарату частота вращения мотовила должна обеспечивать значение показателя кинематического режима, большее единицы. При имеющимися в комбайне диапазоне регулирования частоты вращения мотовила 15...45 об/мин и диаметре мотовила 1,1 м окружная скорость мотовила будет иметь возможные пределы изменения от 0,9 до 2,6 м/с. Таким образом, для обеспечения указанного выше условия скорость движения комбайна при наибольшей частоте вращения мотовила не должна быть более 9 км/ч, при наименьшей частоте – более 3,1 км/ч.

При выборе рабочей частоты вращения мотопила исходят из необходимости обеспечения наибольшей эффективности его работы, которую оценивают коэффициентом воздействия мотопила на стебли, представляющим собой долю стеблей, срезаемых при поддержке граблинами мотопила.

Коэффициент воздействия зависит как от нерегулируемых конструктивных параметров: радиуса мотопила, количества граблин, – так и от регулируемых технологических: выноса вала мотопила вперед, скорости движения комбайна, частоты вращения мотопила. Последние два параметра определяют показатель кинематического режима работы мотопила. Так, при его значениях 1,3...1,4 только 25...30 % стеблей срезаются при воздействии на них граблин мотопила. С увеличением показателя с 1,3 до 2 коэффициент воздействия, а, следовательно, и эффективность его работы возрастает в 4 раза. Однако при больших значениях показателя на повышенных скоростях движения комбайна возрастает вероятность выбивания зерен из колосьев, особенно на перезревшем хлебостое. Следует иметь в виду, что на густом стеблестое за счет большего взаимодействия стеблей коэффициент воздействия повышается, и это позволяет работать с меньшими значениями показателя кинематического режима.

На практике используют значение частоты вращения мотопила в пределах от 20 до 40 об/мин при соответствующих рабочих скоростях движения комбайна от 3 до 7 км/ч. Это позволяет получать значение показателя кинематического режима при меньших значениях скорости комбайна 1,7...1,8, при больших – 1,2...1,3.

При неблагоприятных условиях уборки повышение эффективности работы мотопила обеспечивают снижением скорости движения комбайна при незначительном уменьшении частоты вращения мотопила, при благоприятных – используют опережающее повышение скорости движения комбайна над увеличением частоты вращения мотопила, что вследствие большего проявления инерционных сил в подаче стеблей компенсирует снижение показателя кинематического режима.

Для осуществления подвода стеблей к режущему аппарату необходимо также обеспечить правильный выбор высоты расположения мотопила над поверхностью поля, которая зависит не только от высоты стеблестоя, но и от показателя кинематического режима, определяющего форму траектории абсолютного движения граблины. При изменении скоростного режима работы комбайна следует учитывать, что траектория движения граблины, представляющая собой циклоиду, на передней

части петли имеет характерную точку, в которой горизонтальная составляющая абсолютной скорости граблины изменяет направление на противоположное: в верхней части траектории горизонтальная составляющая направлена вперед, в сторону неубранного поля, в нижней – назад, к режущему аппарату. Для эффективной работы мотовила эта точка должна располагаться на уровне или выше верхней границы стеблестоя, в противном случае граблины при входе в стеблестой будут вместо подвода стеблей к режущему аппарату отклонять их вперед по ходу движения комбайна. Это обеспечивают установкой необходимой высоты расположения мотовила над поверхностью поля при движении комбайна, визуальное определение наименьшей высоты, при которой стебли начинают граблинами отклоняться вперед.

В процессе работы комбайна при уменьшении показателя кинематического режима, т.е. при увеличении скорости движения или уменьшении частоты вращения мотовила, положение точки снижается, что без корректировки высоты мотовила приводит к нарушению его эффективной работы. Так, с увеличением скорости комбайна на 1 км/ч при неизменной частоте вращения мотовила показатель кинематического режима уменьшается с 1,7 до 1,3, что приводит к снижению выше указанной точки на 0,1 м и, соответственно, требует для обеспечения нормальной работы мотовила увеличения высоты его расположения над поверхностью поля.

Заключение. Таким образом, для обеспечения эффективной работы мотовила (подвода стеблей к режущему аппарату, поддержания их во время среза и передачи к шнеку) кинематический режим его работы необходимо выбирать с учетом конкретных условий уборки: густоты и высоты стеблестоя, степени спелости зерна, полеглости, – и своевременно корректировать его при изменении какого-либо из параметров процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ключков, А. В. Сельскохозяйственные машины. Теория и расчет / А. В. Ключков, В. Г. Ковалев, П. М. Новицкий. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 436 с.
3. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 336 с.

Аннотация. Представлена оптимизация кинематического режима работы мотовила зерноуборочного комбайна.

Ключевые слова: мотовила зерноуборочный комбайн, режущий аппарат, шнек, зерно.

ОБЗОР И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ СМЕШАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н. И. КОЗЕЛ, студент
В. А. ЛЕВЧУК, канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Главный материальный ресурс сельского хозяйства – это средства химизации земледелия: минеральные и органические удобрения, известковые материалы и пестициды [1–5]. В совокупности стоимость перечисленных средств химизации земледелия составляет (в расчете на 1 год) без малого 1 млрд долл. США.

Отметим, что наведение порядка в данной сфере, разумное применение этого ресурса объективно станет прорывным направлением в оздоровлении всего сельского хозяйства.

Основная часть. Совершенно очевидно, что хозяйское применение средств химизации является основой повышения результативности всего растениеводческого и, как следствие, животноводческого цеха страны, что обеспечит в конечном счете существенное увеличение производства более качественных и более дешевых продуктов питания для нашего населения и для продажи на экспорт. Образно говоря, химизация – это то «звено, потянув за которое, можно вытащить всю цепь», т. е. сельское хозяйство.

Цель достижима при непременно выполнении главного условия – обеспечения данной сферы сельского хозяйства материально-технической инфраструктурой под полную потребность.

Количество применяемых твердых минеральных удобрений в последние годы колеблется от 1,5 до 1,6 млн т в действующем веществе. В физической массе это почти 4 млн т. Жидких минеральных удобрений (КАС) ежегодно применяется 500–540 тыс. т [6].

Какие же причины порождают описанную выше ситуацию в сфере применения минеральных удобрений?

Первая причина. Механические потери удобрений на пути от завода до поля. Они, как правило, не учитываются, а списываются на урожай. При современной несовершенной материально-технической инфраструктуре, главными в которой являются дефицит складов системы РО «Белагросервис», отсутствие современных глубинных складов хо-

зайств, специального транспорта для перевозки, потери минеральных удобрений составляют не один десяток тысяч тонн [7].

Вторая причина. Высокая неравномерность распределения удобрений по полю при их внесении, что является следствием использования несовершенной техники [8].

Третья причина. Несоблюдение оптимальных агротехнических сроков подкормки сельскохозяйственных культур, что является следствием нехватки специальных машин (подкормщиков), а если открыто, то таковых совсем нет.

Кроме названных причин, снижение содержания в почве гумуса, повышение кислотности почв во многих районах республики послужили также причиной снижения эффективности применяемых минеральных удобрений.

Сказанное выше абсолютно доказывает актуальность, народнохозяйственную значимость проблемы повышения эффективности применяемых минеральных удобрений. Решение ее в конечном счете позволит существенно повысить урожайность основных сельскохозяйственных культур и тем самым повысить окупаемость удобрений в 1,8–2 раза.

Особо следует подчеркнуть, что получить такой результат возможно, не увеличивая объемы минеральных удобрений по сравнению с применяемыми.

Пути решения озвученных выше проблем известны как ученым-агроинженерам, агрохимикам, так и специалистам, руководителям сельскохозяйственных предприятий и АПК страны.

Многое в этом плане уже сделано, но еще более необходимо сделать.

Тукоsmеси могут быть получены двумя способами: путем механического смешивания твердых минеральных удобрений и заводским способом, в процессе которого смешивание удобрений совмещается с обработкой кислотами, аммиаком и другими химикатами, а также грануляцией полученного продукта.

В последние годы в Беларуси разработан и налажен выпуск комплексных удобрений под некоторые сельскохозяйственные культуры. Применение комплексных удобрений по сравнению с односторонними туками позволяет внести весь необходимый комплекс питательных элементов для растения за один проход сельскохозяйственной техники [5, 6].

Неудобства, связанные применением таких удобрений, изготовленных промышленным способом, заключаются в том, что соотношение питательных элементов в них устанавливается заранее и тот или иной элемент для данных конкретных условий может содержаться в избыт-

ке или оказаться недостаточным. А это означает, что применение таких удобрений, в сущности, отрицает так называемый в последние годы способ дифференцированного или компенсационного внесения.

Заключение. Тукосмешение на местах позволяет готовить широкий ассортимент тукосмесей с необходимым соотношением (N:P:K) применительно к каждой культуре в конкретных почвенно-климатических условиях. Академик Д. Н. Прянишников отмечал, что как бы ни было широко развито применение сложных удобрений, всегда должна быть сохранена возможность маневрировать на местах в изменении соотношения питательных веществ и внесения удобрений в виде тукосмесей. «...Не только в ближайшее время, – писал он, – но и в будущем сельское хозяйство должно получать значительное количество удобрений простых односторонних, а смешивание их должно производиться не только на специальных тукосмесительных заводах, но и непосредственно в хозяйствах».

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск, 2009. – 256 с.
2. Босак, В. Н. Система удобрений в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В. Н. Босак. – Минск, 2003. – 176 с.
3. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 336 с.
4. Левчук, В. А. Обзор современных машин для химической защиты растений / В. А. Левчук, В. А. Гайдуков, Н. И. Козел // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2025. – Вып. 10. – С. 143–147.
5. Применение однокомпонентных и комплексных удобрений / В. Н. Босак, О. Б. Дормешкин, А. Ф. Минаковский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 30 с.
5. Астахов, В. С. Технологии внесения твердых минеральных удобрений / В. С. Астахов, В. А. Левчук, Г. О. Иванчиков // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2025. – Вып. 10. – С. 94–108.
6. Астахов, В. С. Повышение эффективности использования твердых минеральных удобрений путем решения проблем их хранения / В. С. Астахов, Г. О. Иванчиков, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2025. – Вып. 10. – С. 85–88.
7. Козел, Н. И. Дисковый рабочий орган для разбрасывания твердых органоминеральных удобрений / Н. И. Козел, В. А. Левчук // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2025. – Вып. 10. – С. 120–122.

Аннотация. Проведен обзор и анализ технологий и средств механизации получения и применения смешанных минеральных удобрений.

Ключевые слова: технология, минеральные удобрения, химизация, земледелие, растение.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОБЗОР И ИССЛЕДОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СЕЯЛОК ТОЧНОГО ВЫСЕВА КУКУРУЗЫ

КОНГ ЦЗЯЛИ, ЛЯН ЭНЬЦЯН, аспиранты

В. С. АСТАХОВ, д-р техн. наук

Г. О. ИВАНЧИКОВ, преподаватель-стажер

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Точный высев кукурузы опирается на две опорные величины, равномерность внутривстрочного интервала и стабильность глубины заложения семян, что напрямую задает синхронность всходов и устойчивость урожайности. За последнее десятилетие повышение рабочих скоростей поставило задачу контролировать движение семени от момента отделения в дозаторе до контакта с почвой, поэтому внимание исследований сместилось к влиянию вибраций секций к алгоритмам доставки семени и к унификации метрологий оценки качества посева [1]. Полевые наблюдения на масштабе хозяйственных полей показывают линейный рост вибраций высевающих секций с увеличением скорости и статистически значимое ухудшение равномерности интервалов между растениями, что подтверждает инженерную необходимость активной передачи семени и демпфирования узлов при работе на повышенных скоростях. Поэтому в современной литературе предлагаются унифицированные подходы к регистрации в рядке координат семян и глубины их заложения [2–10].

Основная часть. В качестве объекта исследования рассматривалась пневматическая высевающая система для дифференцированного внесения гранулированных минеральных удобрений с возможностью определения содержания основных питательных элементов в почве на ширине 0,75 м. Методика исследований включала анализ практического опыта применения существующих технологий точного земледелия, оценку эффективности центробежных разбрасывателей и систем составления электронных карт полей.

Для обоснования предлагаемого решения использовались результаты ранее проведенных испытаний пневматической системы группового дозирования на высева суперфосфата в диапазоне норм от 80 до 1 200 кг/га. Также проводился сравнительный анализ экономических и

технических показателей традиционных методов агрохимического обследования почв и предлагаемой системы автоматизированного внесения удобрений с использованием сенсорных датчиков.

В современных сеялках точного высева преобладают пневматические дозаторы с разрежением и устройства с избыточным давлением которые решают две базовые задачи отделение одиночного семени и контролируемая передача к борозде. В вакуумной схеме семя удерживается отверстиями на вращающемся диске за счет разрежения до момента сброса, при этом на качество сингуляции решающе влияют уровень вакуума, скорость вращения диска и геометрия отверстий с учетом размеров и формы семян. Для культур с высокой изменчивостью морфометрии оптимум вакуума подбирают по физическим свойствам семенного материала, что снижает долю пропусков и двойников и уменьшает травмирование. В системах с избыточным давлением реализуется прижатие или воздушное сопровождение семени, что уменьшает чувствительность траектории к вибрациям секции и неровностям рельефа, особенно при повышенных рабочих скоростях. Независимо от выбранного принципа ключевыми узлами остаются воздушная камера, дозирующий диск, узел очистки ячеек и направляющая семяпровода их согласованность по давлению, по частоте вращения и по геометрии задает устойчивость интервала и повторяемость глубины укладки. В обобщающих исследованиях по пневматическим дозаторам показано, что подстройка вакуума к площади поверхности, массе тысячи семян, плотности и сферичности обеспечивает достижение целевых индексов подачи при лабораторной верификации и переносится в поле при корректной калибровке агрегата [4].

Качество посева на повышенных скоростях определяется не только сингуляцией, но и стабильным управлением траекторией семени от выхода из дозатора до момента укладки. Поэтому современные решения переходят к активному удержанию до почвы через воздушное сопровождение по направляющему каналу или через конвейерную передачу семени щеточной лентой. Для воздушного сопровождения критичны диаметр и форма трубки, высота сброса и расход воздуха, поскольку они определяют число контактов, величину отскока и фактическое положение семени в рядке, что подтверждено совмещением численного моделирования и стендовых испытаний и требует подбора геометрии и режимов под морфологию семенного материала. Для щеточной ленты ключ к равномерности состоит в согласовании скорости перемещения семени со скоростью агрегата и в устойчивом захвате и

выпуске в зоне сошника, где на результат влияют расстояние между колесами питателя, кинематика элементов захвата и частота вращения, что по данным моделирования и валидации обеспечивает сохранение интервала на высокой скорости при одновременном снижении повреждаемости семян. Иллюстративные промышленные реализации обоих подходов приведены в табл. 1, где сопоставлены тип дозатора, способ доставки семени и заявленные особенности работы на высокой скорости, что позволяет увязать выбор узла с целевым диапазоном режимов и условиями микрорельефа.

Таблица 1. Примеры промышленных решений и особенности высокой скорости

Модель производителя	Тип дозатора	Доставка семени к борозде	Особенности для высокой скорости
Väderstad Tempo [5]	Пневмодозатор с активным удержанием	PowerShoot воздушное удержание до контакта с почвой	Заявлена точность на скоростях порядка 8–12 км/ч уменьшение влияния уклонов и вибраций
John Deere ExactEmerge [6]	Вакуумный диск	BrushBelt щеточная лента	Синхронизация скорости ленты и движения снижение отскока подтвержденные полевые проверки
HORSCH Maestro AirVac [7]	Вакуум разрежение	Сброс и направляющие	Универсальность по культурам стабильная сингуляция
HORSCH Maestro AirSpeed [8]	Избыточное давление	Активная передача воздушным потоком	Устойчивость траекторий на скорости меньшая чувствительность к рельефу
Monosem NG Plus [9]	Вакуумный диск	Сброс и направляющие	Мягкое удержание и равномерность при базовых и повышенных скоростях

Рост рабочей скорости усиливает вертикальные и продольные колебания высеваящих секций и тем самым нарушает стабильность сингуляции и доставки семени к борозде, что приводит к увеличению доли пропусков и двойников и к росту вариации межсемянного интервала. Колебания формируются сложением возмущений от микрорельефа почвы, неровностей следа и собственных упругих колебаний рамы и параллелограммной подвески. В результате меняется контакт опорных колес и возникают скачки нагрузки на сошник, что вызывает нестабильную глубину заложения и смещение семени уже после входа в борозду. Ситуация усугубляется при работе на легких почвах и в условиях переменной влажности, где возрастает проскальзывание и снижается эффективность стабилизации траектории. Для снижения негатив-

ного влияния применяют согласование массы и жесткости секции настройку пружин или систем давления на сошник, контроль реального хода по датчикам и поддержание постоянной скорости движения агрегата на рабочих участках, чтобы исключить резонансные режимы. Эффект дает и согласование кинематики дозатора, семяпровода сошника и прикатывающих элементов, чтобы уменьшить чувствительность пути семени к ускорениям на участке от точки отделения до момента контакта с почвой, что в совокупности удерживает равномерность и фактическую глубину заложения на повышенных скоростях [1].

Травмирование семян возрастает, когда геометрия ячеек диска, уровень разрежения, работа очистителя ячеек и кинематика сброса не согласованы с формой размерами и прочностью семенного материала. Излишнее разрежение вызывает удар по кромке ячейки при отделении, а недостаточное провоцирует множественные захваты и столкновения при очистке. На результат заметно влияет качество обработки кромок и состояние рабочей поверхности диска, поскольку шероховатость усиливает истирание оболочек, особенно на высоких оборотах и при низкой влажности семян. Для вакуумных систем важны подбор радиуса скругления входа в ячейку и точная настройка положения сброса относительно траектории семени, чтобы уменьшить число контактов и отскок. Конвейерная передача щеточной лентой снижает относительную скорость семени относительно агрегата и стабилизирует момент выпуска в зоне сошника, что уменьшает число ударов и вероятность микроповреждений при этом. Режим работы ленты подбирают по частоте вращения по жесткости щеток и по геометрии захвата с учетом расстояния между колесами питателя, чтобы избежать выкальзывания и избыточного сдавливания и тем самым сохранить равномерность на высокой скорости без ухудшения всхожести [10].

Оценка равномерности строится как единый цикл полевой раскопки и электронной регистрации с последующей статистической обработкой, где целевые показатели включают доли пропусков и двойников, коэффициент вариации межсемянного интервала и сводные индексы точности распределения (табл. 2). В поле отбирают репрезентативные отрезки рядков, фиксируют координаты семян и фактическую глубину заложения с привязкой к реальной скорости и проскальзыванию. Затем по унифицированным правилам рассчитывают индикаторы и сравнивают режимы и машины для разных типов семенного материала и агрофона. Электронные датчики потока полезны для оперативного контроля, но итоговая верификация качества выполняется по раскопкам, поскольку только они отражают действие почвенных условий

и прикатывающих элементов на конечное положение семян. Для корректности сравнения необходимы заранее согласованные параметры протокола – длина учетного сегмента, шаг дискретизации и допуски по интервалу и глубине, а также единая форма представления результатов, что исключает смещение интерпретации и позволяет проводить объективный бенчмаркинг технологий точного высева [3].

Таблица 2. Индикаторы качества посева и их интерпретация [1, 3]

Индикатор	Определение	Практический смысл	Примечание
Пропуски	Доля отсутствующих семян относительно заданной нормы	Снижает густоту стояния и равномерность всходов	Чувствителен к сингуляции и потере семян при транспортировке
Двойники	Доля избыточных выпадений на соседних позициях	Локальная конкуренция растений и потери урожайности	Возрастает при неверном вакууме и геометрии ячеек
Коэффициент вариации интервала	Стандартное отклонение межсемянного интервала к среднему	Интегральная равномерность размещения в рядке	Учитывает влияние скорости и вибраций секций
Индекс точности распределения	Доля попаданий в допуск по интервалу и глубине	Сводный показатель пригоден для бенчмаркинга машин	Требует единых протоколов измерений и раскопки рядков

Заключение. Обобщение зарубежного опыта показывает, что качество точного высева кукурузы при росте рабочей скорости определяется не только сингуляцией, но и контролем движения семени на участке от отделения в дозаторе до укладки в борозду. Практика промышленного применения и результаты исследований согласуются в выводе, что активное удержание траектории до почвы за счет воздушного сопровождения в направляющем канале или конвейерной передачи щеточной лентой обеспечивает устойчивость межсемянного интервала и глубины заложения при одновременном снижении повреждаемости семян. Вакуумные системы сохраняют универсальность для разных культур при корректной настройке разрежения и геометрии ячеек, тогда как решения с избыточным давлением и активной доставкой лучше противостоят влиянию микрорельефа и вибраций на скоростях выше базового диапазона. Полевые измерения подтверждают связь колебаний высевających секций с ростом доли пропусков и двойников, поэтому конструктивные меры демпфирования, согласование кинематики узлов и синхронизация скоростей становятся обязательными элементами схемы высокой скорости. Для объективного сравнения машин и режимов необходим единый набор показателей и процедур что включает учет пропусков, двойников, вариации интервала и

сводного индекса точности с привязкой к фактической глубине. С учетом этих выводов целесообразно в дальнейшем сосредоточить усилия на аэродинамической оптимизации распределительных и направляющих элементов, на адаптивном управлении разрежением и наддувом по свойствам семенного материала и на верификации параметров в полевых условиях по унифицированным протоколам измерений, чтобы обеспечить стабильную равномерность рядка без ухудшения бережного обращения с семенем при повышенных скоростях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Field scale row unit vibration affecting planting quality / C. Zhai, J. Long, R. Taylor, P. Weckler, N. Wang // Precision Agriculture. – 2020. – Т. 21. – № 3. – P. 589–602.
2. Evaluation of a high speed planter in soybean production / P. Kovács, S. N. Casteel // Agronomy Journal. – 2023. – Т. 115. – № 3. – P. 1174–1187.
3. Prospective study of the technology for evaluating and measuring in row seed spacing for precision planting a review / G. F. Nardon, G. F. Botta // Spanish Journal of Agricultural Research. – 2022. – Т. 20. – № 4. – P. e02R01.
4. Estimation of optimum vacuum pressure of air suction seed metering device of precision seeders using artificial neural network models / D. Karayel, O. Güngör, E. Šarauskis // Agronomy. – 2022. – Т. 12. – № 7. – Ст. 1600.
5. Väderstad. PowerShoot. Официальная страница. – Режим доступа: <https://www.vaderstad.com/en/planting/tempo-planter/powershoot> – Дата обращения: 08.11.2025.
6. John Deere. Официальный сайт. – Режим доступа: <https://www.deere.com/en/index.html> – Дата обращения: 08.11.2025.
7. HORSCH. Maestro metering units AirVac and AirSpeed. Информационный материал. – Режим доступа: <https://www.horsch.com/en/detail/maestro-metering-units-airvac-and-airspeed> – Дата обращения: 08.11.2025.
8. Monosem. Monoshox NG Plus M ME. Брошюра. – Режим доступа: https://www.monosem.com/en/wp-content/uploads/2023/11/Monoshox-NG-Plus-M-ME_EN.pdf – Дата обращения: 08.11.2025.
9. Evaluation of a high speed planter in soybean production / P. Kovács, S. N. Casteel // Agronomy Journal. – 2023. – Т. 115. – № 3. – P. 1174–1187.
10. Research on receiving seeds performance of belt type high speed corn seed guiding device based on discrete element method / C. Ma, S. Yi, G. Tao [и др.] // Agriculture. – 2023. – Т. 13. – № 5. – P. 1085.

Аннотация. Проведен международный обзор и исследование пневматических сеялок точного высева кукурузы.

Ключевые слова: сеялка, высев, кукуруза, семена, растение.

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ
ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНОВОРОХА
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ: ПРОБЛЕМЫ
И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ**

В. И. КОЦУБА, канд. техн. наук, доцент

М. В. ЦАЙЦ, канд. техн. наук, доцент

В. А. ЛЕВЧУК, канд. техн. наук, доцент

Е. В. КОЛЕНКО, Д. А. БЕЛЯВСКИЙ, Н. А. РЕБКОВЕЦ, студенты

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Льноводство является традиционной и стратегически важной отраслью агропромышленного комплекса Республики Беларусь, обеспечивающей национальную экономику натуральным волокнистым сырьем и способствующей импортозамещению. Несмотря на благоприятные природные условия и богатый научно-технический потенциал, отрасль сталкивается с системными вызовами, сдерживающими ее развитие. Современное состояние льняного подкомплекса характеризуется концентрацией посевных площадей и сокращением числа льносеющих хозяйств, что требует оптимизации всей производственной цепочки [1–5].

Особую остроту приобретают проблемы, связанные с этапом послеуборочной обработки льновороха – смеси коробочек, семян и стеблевых примесей, получаемой при комбайновой уборке. Существующие технологии и парк машин физически и морально устарели, что приводит к значительным потерям урожая (до 28 % семян и 38 % волокна), высокому травмированию посевного материала и недопустимо большим затратам топливно-энергетических ресурсов [6]. Как отмечается в исследованиях, эффективность первичной переработки льна напрямую определяет экономическую эффективность всей отрасли [7]. В свете стратегического курса государства на углубленную переработку сырья внутри страны и экспорт продукции с высокой добавленной стоимостью, модернизация этого звена становится первостепенной задачей [8].

Основная часть. Основные проблемы льноводства сконцентрированы на этапах уборки и первичной переработки. Комбайновый способ уборки, доминирующий в республике, в условиях высокой влажности

и полеглости посевов приводит к формированию вороха с содержанием длинностебельных примесей (путанины) до 60 % [2]. Последующая переработка такого вороха сопряжена с рядом труднорешаемых задач:

Высокая влажность путанины (60–80 %) обуславливает перерасход тепловой энергии на досушивание на 20–50 % [7]. Используемые напольные и конвейерные сушилки имеют низкий КПД (около 56 %) и значительную металлоемкость.

Применение переоборудованных зерноуборочных комбайнов вызывает травмирование до 18 % семян из-за жесткого ударного воздействия металлических рабочих органов [4].

Физический износ семяочистительных машин не позволяет достичь требуемых стандартов чистоты и всхожести семян, что ведет к использованию некондиционного посевного материала.

Внедрение перспективных технологий, таких как раздельная уборка с дозреванием семян в лентах или применение очесывающе-плющильных аппаратов, сдерживается недостатком специализированной техники и комплексных научно-обоснованных регламентов [3, 9, 13–15].

Эти проблемы носят системный характер и требуют не точечных улучшений, а комплексной модернизации на основе современных научных разработок.

Развитие отрасли, соответствующее приоритетам долгосрочной государственной стратегии в области науки и технологий, требует перехода к созданию наукоемкой продукции и новых точек экономического роста [10]. В контексте переработки льновороха это реализуется через несколько ключевых направлений:

На смену громоздким клавишным соломотрясам приходят специализированные конструкции. Перспективным является создание барабанно-зубчатых сепараторов, которые обеспечивают до 98 % выделения грубых примесей при минимальных потерях семян (1,5–2,0 %) [9]. Принцип их работы основан на многократном растягивании и разрывании слоя вороха парами барабанов с разной окружной скоростью, что увеличивает скважность слоя и вероятность просеивания семян и коробочек. Теоретические исследования подтверждают, что увеличение кинематического режима (отношения скоростей барабанов) с 1,0 до 2,5 повышает вероятность прохождения семян через стеблевую решетку на 17 % [9].

Для снижения энергозатрат и повышения равномерности процесса необходима модернизация сушильного оборудования. Исследования

показывают эффективность применения в карусельных сушилках рыхлительно-перемешивающих устройств, которые снижают неравномерность сушки в 2,2–2,9 раза [5]. Также перспективно внедрение инновационных методов, таких как сушка инфракрасным излучением в установках транспортно-каскадного типа, позволяющих точно контролировать температурный режим [9].

Актуальной задачей является объединение операций дообмолота и очистки в одном агрегате для сокращения количества перегрузок и механических воздействий на семена [11, 12]. Наиболее рациональным признано применение комбинированной воздушно-решетной очистки с плоскими инерционными решетками [4]. Такие установки, по сравнению с вибропневмосепараторами, расходуют в 1,8–3 раза меньше электроэнергии на тонну вороха и обеспечивают более высокое качество сепарации трудноотделимых сорных примесей.

Развитие технологий переработки льновороха неразрывно связано с общей трансформацией льняной отрасли Беларуси. Стратегия крупнейших предприятий, таких как Оршанский льнокомбинат, направлена на полный отказ от экспорта сырого волокна и замыкание производственной цепочки внутри страны [8]. Это создает устойчивый спрос на высококачественные семена и волокно, выступая дополнительным стимулом для модернизации первичного звена. Успешная реализация отраслевых научно-технических программ, подобных программе «Лен масличный», демонстрирует эффективность программно-целевого подхода в решении комплексных задач от селекции до переработки [16].

Заключение. Проведенный анализ позволяет констатировать, что дальнейшее развитие льноводства в Республике Беларусь напрямую зависит от кардинальной модернизации технологий послеуборочной переработки льновороха. Преодоление таких системных проблем, как высокая энергоемкость, значительные потери и травмирование семян, низкое качество очистки, возможно лишь на основе внедрения научно обоснованных технических решений.

К числу наиболее перспективных из них относятся: разработка и широкое внедрение барабанно-зубчатых сепараторов для эффективно-го выделения путанины; создание энергоэффективных сушильных комплексов с активным перемешиванием; конструирование комбинированных машин для щадящего обмолота и высокоточной очистки семян. Реализация этих направлений соответствует государственным приоритетам в области научно-технического развития и стратегии пе-

рехода к экспорту продукции с высокой добавленной стоимостью.

Успех модернизации будет обеспечен только при условии тесной интеграции усилий науки, машиностроения и сельскохозяйственного производства, что позволит не только восстановить, но и преумножить конкурентные преимущества белорусского льноводства на мировом рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пекарская, И. Л. Современное состояние льноводства в Республике Беларусь. Территориальные особенности развития отрасли / И. Л. Пекарская, Н. Ф. Воронкова // Социально-экономическая география в XXI веке: региональное развитие. – Минск: БГУ, 2017. – С. 61–66.
2. Цайц, М. В. Отделение семенной части от стеблей льна роторно-бильным аппаратом при комбайновой уборке: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / М. В. Цайц; БГСХА. – Горки, 2024. – 239 с.
3. Левчук, В. А. Обмолот лент льнотресты в линии первичной переработки очесывающе-плющильным аппаратом : дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В. А. Левчук; БГСХА. – Горки, 2023. – 236 с.
4. Коцуба, В. И. Очистка семян льна молотилкой-сепаратором с подпружиненными инерционными качающимися решетками: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В. И. Коцуба; БГСХА. – Горки, 2012. – 216 с.
5. Алексеенко, А. С. Досушивание льновороха на двухъярусной карусельной сушилке с рыхляще-перемешивающим устройством: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А. С. Алексеенко; БГСХА. – Горки, 2008. – 224 с.
6. Шаршунов, В. А. Анализ обеспеченности льносеющих хозяйств Республики Беларусь техническими средствами для уборки льна-долгунца / В. А. Шаршунов, В. А. Кожановский, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4. – С. 150–156.
7. Перепечаев, А. Н. Первичная переработка льна, проблемы и недостатки отрасли / А. Н. Перепечаев, А. Л. Рапинчук, А. Д. Четчин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2020. – Вып. 53. – С. 15–18.
8. Трансформация льняной отрасли Беларуси: от биржевых торгов до акцента на внутренний рынок. iBMedia.by. 2025. [Электронный ресурс]. URL: <https://ibmedia.by/news/transformatsiya-lynanoj-otrasli-belarusi-ot-birzhevyh-torgov-do-aktsenta-na-vnutrennij-gynok/> (дата обращения: 19.01.2026).
9. Лён: уборка и переработка. Тематический обзор. Республиканская научно-техническая библиотека. 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://rlst.by/arhiv-tematicheskij-podborok-2024/lyon-uborka-i-pererabotka/> (дата обращения: 19.01.2026).
10. Приоритеты и достижения белорусской науки. Официальный интернет-портал Президента Республики Беларусь. [Электронный ресурс]. URL: <https://president.gov.by/ru/belarus/science/priorities-achievements> (дата обращения: 19.01.2026).
11. Перспективы развития и совершенствования процесса отделения семенной части от стеблей льна / В. А. Шаршунов, М. В. Цайц, В. А. Левчук [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 3. – С. 132–136.
12. Результаты производственных испытаний и экономическая оценка применения роторного бильно-вычесывающего устройства на льноуборочном комбайне /

В. А. Шаршунов, В. Н. Босак, М. В. Цайц [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2023. – Т. 61, № 4. – С. 324–336. – DOI 10.29235/1817-7204-2023-61-4-324-336.

13. Левчук, В. А. Результаты производственных испытаний обмолачивающего устройства с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки льна «Van Dommele» / В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1. – С. 172–177.

14. Получение семян в линии первичной переработки льна / В. А. Левчук, В. А. Шаршунов, М. В. Цайц [и др.]. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2025. – 192 с.

15. Левчук, В. А. Повышение эффективности отделения семенной части от стеблей льнотресты путем применения очесывающе-плющильного аппарата / В. А. Левчук, М. В. Цайц // Аграрное образование и наука для агропромышленного комплекса. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2024. – С. 152–154.

16. Отраслевая научно-техническая программа «Лен масличный» на 2012–2016 гг. РУП «Институт льна». [Электронный ресурс]. URL: <https://institut-lina.by/index.php/ru/nauka/nauchnye-programmy/17-otraslevaya-nauchno-tehnicheskaya-programma-len-maslichnyj-na-2012-2016-gg> (дата обращения: 19.01.2026).

Аннотация. Статья посвящена комплексному анализу критических проблем в технологической цепочке уборки и послеуборочной переработки льна-долгунца в Республике Беларусь. На основе актуальных научных данных выявлены ключевые ограничения: высокая зависимость от погодных условий, физический и моральный износ технической базы, значительные потери семян и волокна, а также чрезмерная энергоемкость процессов досушивания и обмолота. Проведенный анализ подкреплен данными о современных исследованиях, включающих разработку барабанно-зубчатых сепараторов, модернизацию сушильных установок и создание комбинированных молотильно-очистительных машин. В работе обоснованы перспективные направления развития, интегрированные в государственную стратегию углубленной переработки сырья. Реализация предложенных решений направлена на существенное повышение качества семенного материала, снижение ресурсоемкости производства и укрепление конкурентоспособности отечественной льнопродукции на мировом рынке.

Ключевые слова: льноводство, льноворох, послеуборочная переработка, сепарация, сушка, обмолот, энергоэффективность, травмирование семян, ресурсосберегающие технологии, модернизация.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В К(Ф)Х

Т. С. КРАВЧЕНКО, канд. экон. наук, доцент
А. Б. ДУДАРЕВА, канд. экон. наук, доцент
Н. В. АЛЕНТЬЕВА, канд. экон. наук, доцент
А. А. СИДОРИН, канд. экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет»,
Орел, Российская Федерация

Введение. Тенденции на создание и развитие крестьянских (фермерских) хозяйств, ориентированных на органическое земледелие, в России набирает серьезные обороты. Это не просто мода, а устойчивая тенденция, подкрепленная изменением потребительского спроса и государственной политикой [1–4].

Актуальность этого направления подтверждается следующими драйверами роста:

- городские жители все больше заботятся о здоровье, готовы платить за безопасные, вкусные и натуральные продукты. Скандалы с использованием пестицидов и антибиотиков в обычном сельском хозяйстве подстегивают этот спрос;

- с 2020 г. в России действует федеральный закон № 280-ФЗ «Об органической продукции», который создал правовое поле и систему сертификации. Это дает потребителям уверенность, а производителям – четкие правила игры. Существуют гранты и субсидии для КФХ, в том числе на агротехнику и развитие органического производства;

- мировой рынок органики растет на 10–15 % в год. Российская органика, особенно из экологически чистых регионов (Алтай, Сибирь, Кавказ), пользуется спросом в Европе, Китае и странах Ближнего Востока;

- многие фермеры сами являются приверженцами идеи сохранения природы, здоровья почв и биоразнообразия, что мотивирует их выбирать органические методы;

- органическая продукция – это сильное конкурентное преимущество, позволяющее выстроить собственный бренд, выйти на прямые продажи (фермерские лавки, маркетплейсы) и избежать конкуренции с дешевой массовой продукцией.

Фермеры выбирают разные ниши, часто комбинируя их: органическое растениеводство и/или животноводство, переработка. Основные принципы работы в данном направлении: отказ от синтетических пестицидов и минеральных удобрений, использование севооборотов для восстановления почвы и борьбы с вредителями, применение органических удобрений, биологическая защита растений, механическая прополка вместо химической, соответствие строгим стандартам и добровольная сертификация для получения маркировки «Органик». Это долгий процесс (переходный период занимает 2–3 года), но он открывает двери в премиальные ценовые сегменты.

Основная часть. Авторами изучен опыт внедрения технологических новаций в К(Ф)Х Орловской области по производству сои и проведена оценка их экономической эффективности по сравнению с уже освоенными технологиями в хозяйстве или с технологиями, взятыми за основу (базис), разработанные научно-исследовательскими институтами для определенных региональных зон (технологическая карта).

Результаты расчетного сравнения показателей по четырем технологиям возделывания сои показали снижение урожайности по технологии органического земледелия в среднем на 20–27 %. При этом наблюдается снижение затрат труда, в чел.-ч, по сравнению с классической технологией выращивания сои и в 2,7–3,5 раза увеличиваются затраты труда по сравнению с технологиями минимального воздействия на обработку почвы. Однако при расчете понесенных денежных затратах система органического земледелия по производству сои показывает их снижение на 10,1–35 % по разным технологиям производства (что связано с исключением использования затратных статей производства – удобрений и средств защиты) [1, 2].

Экономический эффект на единицу площади составляет 37 293 руб., не смотря на потерю дохода за счет урожайности на 19 431 руб. Ценовой показатель за единицу продукции органического земледелия в 1,5 раза выше, чем при других технологиях выращивания с применением удобрений и средств химической защиты, эти составляющие повлияли и на снижение материальных затрат по данной технологии.

Заключение. При производстве органической продукции фермерские хозяйства сталкиваются с рядом проблем:

- высокие затраты на старте: сертификация, специальная техника, ручной труд – все это дороже, чем в традиционном сельском хозяйстве;
- низкая информированность части потребителей: не все понимают разницу между «эко», «био» и «органик», иногда не готовы платить больше;

– риски потери урожая: без «тяжелой артиллерии» в виде пестицидов выше зависимость от погоды и болезней, требуется больше знаний и опыта;

– сложности с дистрибуцией: не всегда просто найти надежные каналы сбыта, хотя эта проблема постепенно решается с развитием фермерских маркетплейсов и нишевых магазинов;

– длительный переходный период: 2–3 года хозяйство работает по органическим стандартам, но не может продавать продукцию как «органик», что создает финансовую нагрузку.

Тренд на органическое земледелие в КФХ – это взгляд не в будущее, а в настоящее на потребительском уровне. Он движется осознанным потребителем, поддерживается государством и открывает для небольших хозяйств уникальную возможность занять высокомаржинальную нишу, создать устойчивый бренд и работать в гармонии с природой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко, Т. С. Обоснование эффективности отраслевых инноваций в растениеводстве региона / Т. С. Кравченко // Инновации. – 2012. – № 3 (163). – С. 82–85.

2. Рыбалко, Т. С. Эффективность инновационных технологий производства продукции растениеводства в Орловской области / Т. С. Рыбалко // Инновации. – 2008. – № 3 (113). – С. 87–90.

3. Полохин, А. М. Пневматический высевальной аппарат для комбинированного комплекса полосового посева / А. Л. Севостьянов, А. М. Полохин, Р. А. Булавинцев, С. И. Головин // Сельский механизатор. – 2025. – № 1. – С. 10–11.

4. Суровцева, Е. С. Оценка современного состояния и тенденции развития крестьянских (фермерских) хозяйств Орловской области в условиях формирования инновационного сельского хозяйства / Е. С. Суровцева, Т. С. Кравченко // Экономический анализ: теория и практика. – 2017. – Т. 16, № 4 (463). – С. 622–636.

Аннотация. Проанализирован развития органического земледелия в России, подкрепленный изменением потребительского спроса и государственной поддержкой. На основе сравнительного анализа технологий возделывания сои доказывается, что, несмотря на снижение урожайности на 20–27 %, органическое земледелие демонстрирует значительное снижение материальных затрат (до 35 %) и общих затрат на производство.

Ключевые слова: крестьянские (фермерские) хозяйства, органическое земледелие, экономическая эффективность, технологии возделывания, органическая продукция, сравнительный анализ.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ФАКЕЛА РАСПЫЛА ПЕСТИЦИДОВ В ВЕТРЕНУЮ ПОГОДУ

И. С. КРУК¹, канд. техн. наук, доцент
О. В. ГОРДЕЕНКО², канд. техн. наук, доцент

¹Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

²Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Производители сельскохозяйственной продукции регулярно, в течение всего вегетационного периода, распыляют токсичные растворы пестицидов, чтобы предотвратить гибель растений и плодов от насекомых, клещей и болезнетворных микроорганизмов, уменьшить количество сорных растений, конкурирующих с культивируемыми растениями за площадь питания, влагу, свет. Распыляемые растворы, как правило, содержат в факеле частицы размером от 2 до 500 микрометров. Хотя более мелкие частицы обеспечивают лучшее покрытие, они также легко сносятся ветром и выносятся за пределы обрабатываемых участков. Эта часть распыляемого раствора, не попадающая на объект обработки (сельскохозяйственные растения и насекомые), используется не по назначению и приводит к увеличенной нагрузке на экологию окружающей среды. А распыляемый раствор, предназначенный для уничтожения вредителей растений, представляет угрозу для здоровья других живых организмов.

Основная часть. Производители растениеводческой продукции во всем мире несут ответственность за любой ущерб, причиненный людям, растениям и животным, находящимся рядом с объектами обработки.

С помощью патентно-информационных систем был выполнен поиск в реестре баз патентов Беларуси, Евразийского патентного ведомства, Европейского патентного ведомства, ведомства по патентам и товарным знакам США, ведомства по интеллектуальной собственности Великобритании.

Патентный анализ ветрозащитных устройств (ВЗУ) для опрыскивателей показывает активное развитие конструкций, направленных на повышение качества внесения средств защиты растений (СЗР), снижение сноса капель направленным воздушным потоком за счет аэроди-

намических конструкторских решений (изогнутые, складные, сегментированные экраны, профилированные пластины) и уменьшение аэродинамического сопротивления штанги. При этом патентуются инновации в материалах и механизмах трансформации для адаптации к ветру.

Разрабатываются системы с использованием струй сжатого воздуха (воздушных рукавов), которые создают «воздушный занавес» вокруг факела распыла, либо транспортируют капли к обрабатываемому объекту [1–3]. Принцип работы таких систем заключается в следующем. Вентиляторы создают мощный поток сжатого воздуха в «воздушных рукавах», который выходит через специальные устройства, расположенные вокруг распылителей, установленных на штанге опрыскивателя, создавая вокруг факела распыла защитную воздушную «завесу». Эта завеса не позволяет каплям распыленного рабочего раствора пестицидов сноситься ветром, удерживает их в заданном потоке и направляет к обрабатываемой поверхности, повышая эффективность обработки и снижая потери. При этом отмечаются следующие преимущества: создание более плотного и направленного факела распыла; снижение риска осаждения химикатов на операторе; снижение дрейфа (сноса) пестицидов и уменьшение загрязнения воздуха и соседних территорий.

При патентовании активных систем акцент уделяется обоснованию технологических параметров устройств, формирующих занавес: углу наклона струи воздуха относительно штанги; возможности управляемого поворота устройств вместе с системой распыла рабочего раствора в зависимости от направления бокового ветра; расположению и формам сопел на гибких рукавах для направления потока сжатого воздуха параллельно плоскости факела распыла, что позволяет «раскрывать» густую листву и обеспечить обработку нижних поверхностей листьев (рис. 1).

Внимание исследователей также сосредоточено на разработке устройств, использующих энергию набегающего потока воздуха (ветра) для создания защитных воздушных экранов или изменения аэродинамики факела распыла. Это позволяет минимизировать снос капель при опрыскивании растений, направляя их точно на целевой объект и снижая загрязнение окружающей среды [4–14].

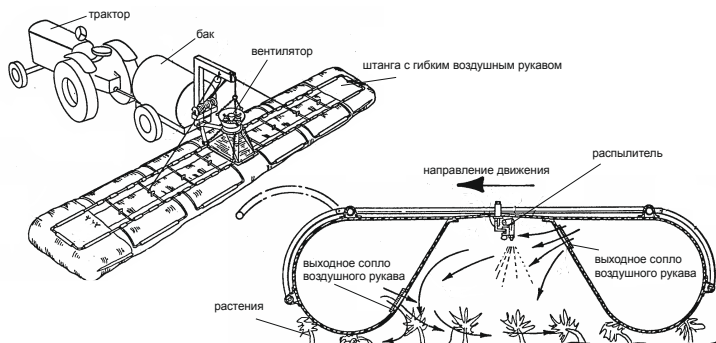


Рис. 1. Схема ветрозащитного устройства [2]

В качестве примера на рис. 2 представлены запатентованные конструктивные исполнения рабочих поверхностей экранов, одними из соавторов которых являются авторы данной статьи. Исследования показывают, что использование ветрозащитных устройств данных конструкций позволяют снизить потери из-за сноса на 40–50 %.

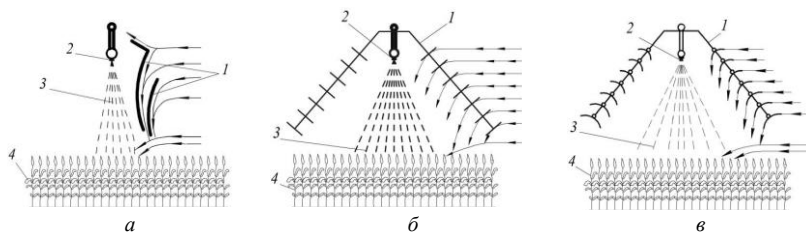


Рис. 2. Технологические схемы защиты факела распыла ветрозащитными устройствами, использующими энергию набегающего ветра [а – 11, б – 12, в – 13]:

1 – ветрозащитный экран (щиток); 2 – распылитель; 3 – факел распыла;
4 – обрабатываемый объект

Новые патенты направлены на изменение формы ветрозащитных щитков для снижения аэродинамического сопротивления и энергоёмкости процесса, что позволяет снизить механическую нагрузку на штангу опрыскивателя.

Дальнейший анализ патентных поисков позволяет оценить значимость защиты факела распыла пестицидов в ветреную погоду. Современные патенты фиксируют переход от статических систем защиты от

сноса к активному управлению параметрами распыла на основе метеоданных в реальном времени [15–18]. Интеграция мобильных метеостанций в опрыскивателях позволяет использовать в реальном режиме времени информацию о скорости и направлении ветра, получаемую датчиками (анемометрами) и корректировать параметры системы опрыскивания. Это позволяет исключить погрешности, возникающие при использовании данных с удаленных метеопостов.

Технологии широтно-импульсной модуляции позволяют адаптировать рабочий цикл форсунок не только под скорость машины, но и под мгновенные порывы ветра, минимизируя образование мелких, склонных к сносу фракций.

Патентуются методы, которые при обнаружении критической скорости ветра автоматически снижают рабочую высоту штанги опрыскивателя, уменьшая расстояние, которое каплям необходимо преодолеть до объекта обработки.

Внедряются системы машинного обучения, которые анализируют профиль рельефа и метеоусловия для превентивной корректировки траектории или параметров распыла. Новые патенты описывают процессы, когда на основе алгебраической суммы скоростей ветра и транспортного средства контроллер рассчитывает «точность оседания факела распыла» и предупреждает оператора, о возможных условиях выхода за рамки допустимых нормативов [20].

В последнее время появляется все большее количество различной информации о возможном использовании небольших, легких самолетов или квадрокоптеров (сельскохозяйственных дронов) для распыления пестицидов, регуляторов роста растений, средств дефолиации и удобрений на агрофонах. Патентный поиск показывает, что в большей степени в дронах патентуются системы распыливания жидкости в затрудненных условиях эксплуатации (пожары на высоте, на торфяниках, на крутых склонах, обработка пестицидами в труднодоступных местах и др.). При распылении пестицидов с воздуха важно распылять на высоте, близкой к растительному покрову, чтобы уменьшить снос и повысить точность. Однако управление дроном на малой высоте может усложнить работу и увеличить риск повреждения. На малой высоте нисходящая турбулентность воздуха от пропеллеров дрона может повредить некоторые растения и приводит к очень сильному выносу распыляемой жидкости. Решению проблемы сноса распыляемой жидкости сельскохозяйственными квадрокоптерами посвящено ряд патентов, посвященных минимизации влияния ветра и нисходящих потоков

от винтов. Так, например, патент [21] описывает конструкцию дрона с выдвижными штангами и форсунками на удлиненных штоках, подвешенных на выдвижных тросах ниже рамы. Следует отметить, что процесс опрыскивания сельскохозяйственных культур с помощью квадрокоптера еще недостаточно изучен и требует дополнительных исследований как с точки зрения качества и потерь, так и экологии окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Field spraying device. US Patent Number: 4,927,080. Date of Patent: May 22, 1990.
2. Spraying apparatus employing a skirt structure. US Patent Number: 4,274,589. Date of Patent: Jun. 23, 1981.
3. Agricultural sprayer unit and an air-flow generating assembly of an agricultural sprayer unit. Patent Number: 5,971,295. Date of Patent: Oct. 26, 1999.
4. Hooded field crop spray apparatus for spraying crops. Pub. No.: US 2012/0248218 A1. Pub. Date: Oct. 4, 2012.
5. Spray shield. Patent Number: 5,062,57245. Date of Patent: Nov. 5, 1991.
6. Method and apparatus for spraying atarget surface. US Patent Number: 4,660,762. Date of Patent: Apr. 28, 1987.
7. Field sprayer and enclosure member therefor. US Patent Number: 4,646,971. Date of Patent: Mar. 3, 1987.
8. Spray device for spraying liquid on crops. CA 3219734 A12021/12/02.
9. Spraying device for spraying liquid onto crops. EP 3 442 331 B1.
10. Штанга опрыскивателя. BY 20944 C1 2017.04.30.
11. Штанга опрыскивателя с ветрозащитными устройствами. BY 3928 U 2007.10.30.
12. Штанга опрыскивателя с ветрозащитными устройствами. BY 6648 U 2010.10.30.
13. Штанга опрыскивателя с ветрозащитными устройствами. BY 9714 U 2013.12.30.
14. Штанга опрыскивателя с ветрозащитными устройствами. BY 12820 U 2022.02.28.
15. Automatic wind-drift compensation system for agricultural sprayers. US 20030111546A1.
16. Method for operating an agricultural sprayer and agricultural sprayer. EP 4 173 482 A1.
17. Agricultural sprayer control system and method. US 20220117212A1.
18. Method and apparatus for controlling nozzle flow rates. US012120977B2.
19. Agricultural fluids onto plants present within a field based on plant size. US 20220225604A1.
20. Intelligent systems for weather modification programs. US011882798B2.
21. Drone for agriculture. US010364029B2.

Аннотация. Целью работы, выполняемой в рамках международного проекта T24MH-005 при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, является исследование направлений снижения расхода пестицидов и их потерь.

Ключевые слова: опрыскиватель, пестициды, снос, риски, окружающая среда.

ИССЛЕДОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОВОЛНОВОЙ АКТИВАЦИИ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА

С. В. КУРЗЕНКОВ, канд. техн. наук, доцент
ЦЗЮНЬЯНЬ ЛУ, аспирант

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Микроволновая обработка семян является перспективной предпосевной технологией в сельском хозяйстве. Данная технология способна повысить жизнеспособность семян, укрепить иммунитет растений и даже устранить патогенные инфекции семян. Исследования показывают [1], что применение микроволнового излучения может увеличить урожайность сельскохозяйственных культур на 10–12 %. Кроме того, микроволновая обработка семян как экологически чистая технология не требует использования химических веществ. В Беларуси и других странах разработаны устройства для применения данной технологии в тепличных комплексах и сельскохозяйственных предприятиях с целью оптимизации физиологических функций материала семян и обеспечения эффективной, щадящей сушки при относительно низких температурах. Путем выбора частоты микроволнового излучения, времени обработки, начальной влажности семян и обеспечения равномерности обработки партий возможно точное регулирование процесса микроволновой предпосевной обработки, что способствует повышению урожайности и качества продукции [1–12].

Основная часть. Микроволновая частота является ключевым параметром обработки семян, определяющим их всхожесть, жизнеспособность и устойчивость к стрессам. Предпосевная обработка обычно проводится на частоте 2 450 МГц, широко используемой в промышленности и научных установках. Это излучение эффективно воздействует на молекулы воды и биополимеры, вызывая термические и нетермические эффекты, которые изменяют физиологическое состояние семян [2].

При частоте 2 450 МГц энергия быстро проникает в семена, равномерно повышая их температуру, что улучшает водопоглощение и газообмен, ускоряя прорастание. Физиологические и биохимические изменения включают повышение дыхательной активности и усиление ферментативных процессов, что способствует росту метаболизма. Частота

также способствует повышению стрессоустойчивости семян: повышается соле- и засухоустойчивость, снижается восприимчивость к болезням [2].

Микроволновая частота должна сочетаться с плотностью мощности и временем облучения, поскольку именно их совокупность определяет эффективность обработки. При частоте 2 450 МГц и мощности 2–3 Вт/г глубина проникновения поля достигает 10 см, обеспечивая равномерный нагрев семени и предотвращая перегрев, что снижает риск термических повреждений [3–5].

Время облучения существенно влияет на изменение структуры семенной оболочки и водопроницаемости. Импульсный режим (10 с работа / 5 с пауза) уменьшает накопление тепла и сохраняет жизнеспособность зародыша [4].

Кратковременная микроволновая сушка увеличивает всхожесть, обеспечивая оптимальное обезвоживание и предотвращая разрушение мембран. Однако превышение порогового времени вызывает глубокие трещины, разрушение оболочки и утечку клеточного содержимого, что снижает активность ферментов и прорастаемость семян [5, 6].

Оптимальное время обработки повышает жизнеспособность семян: снижается активность липоксигеназы, уменьшается образование MDA, а работа антиоксидантных ферментов (SOD, CAT) усиливается на 30–50 % [4, 6]. Однако при превышении порогового времени обработки (зависит от вида семян) тормозится активность термочувствительных ферментов, в том числе α -амилазы, что нарушает использование запасных веществ и снижает энергию прорастания.

Время сушки семян также влияет на их устойчивость к стрессам также зависит от: оптимальные режимы улучшают осморегуляцию и работу антиоксидантной системы. При превышении порогов происходит необратимое повреждение тканей, снижающее устойчивость к засухе и засолению [6].

Начальная влажность семян определяет интенсивность нагрева. При 12–14 % семена равномерно поглощают энергию, что повышает водопроницаемость оболочки на 30–40 % и увеличивает всхожесть на 22 %. Высокая влажность вызывает локальный перегрев, повреждение мембран и снижение устойчивости к стрессам. Низкая влажность приводит к избыточному нагреву и риску повреждения зародыша [10, 11].

Однородность распределения микроволнового поля является ключевым условием, обеспечивающим равномерный нагрев и стабильные результаты обработки. Неровности поля вызывают локальные зоны перегрева, снижают биологическую активность и

ухудшают качество всходов. Совершенствование конструкции активаторов направлено на улучшение распределения поля и повышение воспроизводимости результатов [7–9, 12].

Скорость потока семян в непрерывных установках определяет время контакта с полем. Диапазон 0,6–0,8 м/с повышает всхожесть на 9,5–14,8 % за счет улучшения проницаемости оболочки и ускорения гидролиза запасных веществ [9]. При низкой скорости возрастает риск перегрева, при высокой – семена недостаточно поглощают энергию [9].

Выбор оборудования зависит от требуемой производительности, энергоэффективности и условий эксплуатации. Периодические системы удобны для небольших объемов, а непрерывные обеспечивают стабильность и высокую производительность. Анализ мощности, энергопотребления и конструктивных особенностей позволяет выбрать оптимальную конфигурацию для микроволновой обработки семян [12].

Заключение. Ключевыми технологическими параметрами микроволновой обработки, влияющими на биохимию семян, являются плотность мощности микроволнового излучения, частота, время обработки, начальная влажность семян, однородность обработки и скорость потока семян.

1. Соответствие мощности и частоты: при частоте 2450 МГц для семян с влажностью около 12 % оптимальный диапазон плотности мощности микроволнового излучения составляет 3–5 Вт/г; для семян с влажностью свыше 14 % необходимо снижать пороговые значения частоты и плотности мощности.

2. Время и порог влажности: при начальной влажности семян в оптимальном диапазоне 12–14 % время микроволновой сушки следует поддерживать в пределах порогового (зависит от вида семян) для обеспечения максимального процента всхожести и повышения устойчивости семян к стрессовым факторам, таким как засуха. При отклонении от данного диапазона необходимо динамически корректировать время обработки для предотвращения термических повреждений.

3. Скорость потока семян и прирост урожайности: скорость потока влияет на накопление тепла за счет изменения времени воздействия микроволнового поля. Оптимальный диапазон скорости потока для максимального прироста урожайности составляет 0,6–0,8 м/с; при скорости ниже 0,3 м/с локальный перегрев вызывает повреждение мембран клеток эндосперма, что приводит к снижению урожайности на 9–14 %. При скорости потока, превышающей 1,2 м/с, поглощение энер-

гии оказывается недостаточным, вследствие чего эффект повышения урожайности не проявляется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wang S., Tang J. Radio-frequency and microwave alternative treatments for insect control in nuts: A review // *Agricultural Engineering Journal*. – 2018. – Vol. 45, № 3. – P. 112–123.
2. Liu Y., Zhao W., Chen X. Effects of microwave treatment on seed germination and physiological characteristics of soybean // *Journal of Integrative Agriculture*. – 2020. – Vol. 19, № 4. – P. 1045–1058.
3. Shrestha P., Shrestha R., Gautam D. Influence of microwave drying time on germination and seed vigor of legumes // *Seed Science and Technology*. – 2019. – Vol. 47, № 2. – P. 145–158.
4. Pereira T., Gomes A., Silva R. Pulsed microwave seed treatment: Impact on membrane stability and early metabolic activation // *Biosystems Engineering*. – 2021. – Vol. 200. – P. 35–47.
5. Ahmed S., Rahman M., Chowdhury M. Changes in water permeability and seed coat microstructure under short-term microwave exposure // *Industrial Crops & Products*. – 2022. – Vol. 178. – 114–125.
6. Khan M., Farid A., Jan S. Excessive microwave irradiation and its destructive effects on legume seed embryos // *Plant Physiology Reports*. – 2017. – Vol. 22, № 3. – P. 452–460.
7. Zhu H., Li P., Zhou D. Field uniformity improvement in continuous-flow microwave reactors for seed activation // *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. – 2020. – Vol. 68, № 10. – P. 4152–4161.
8. Guan Y., Li S., Xu J. Engineering design of microwave activators for agricultural seeds: Optimization of resonant cavity and field distribution // *Transactions of the ASABE*. – 2021. – Vol. 64, № 5. – P. 1578–1590.
9. Huang Q., Sun D., Li Y. Effect of seed flow rate on heating efficiency and germination performance in continuous microwave systems // *Journal of Food Engineering*. – 2018. – Vol. 237. – P. 152–160.
10. Левчук, Н. Н. Влияние микроволнового облучения на биохимические процессы в семенах сои / Н. Н. Левчук // *Вестник аграрной науки*. – 2020. – № 6. – С. 45–52.
11. Юрковский, И. А. Диэлектрические свойства семян и их изменение при нагреве / И. А. Юрковский, Л. Н. Пастухов // *Технологии пищевой промышленности*. – 2018. – № 4. – С. 33–41.
12. Сивак, Е. В. Микроволновые установки непрерывного действия для аграрного производства / Е. В. Сивак, А. И. Анисимов. – Москва: Колос, 2021. – 212 с.

Аннотация: Представлен комплексный анализ ключевых технологических параметров микроволновой активационной обработки семян зерновых культур, определяющих степень физиологической реакции семенного материала на воздействие электромагнитного поля.

Ключевые слова: микроволновая обработка семян, стрессоустойчивость, ферментативная активность, агротехнологии.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ И СЕЛЕКТИВНОЙ СОРТИРОВКИ СЕМЯН: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

С. В. КУРЗЕНКОВ, канд. техн. наук, доцент
СЯНЬЛЭЙ ЧЖАН, аспирант

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Качество посевного материала является одним из ключевых факторов устойчивого развития аграрного производства и продовольственной безопасности [1]. В условиях климатических изменений и роста фитосанитарных рисков традиционные технологии подготовки семян требуют постоянного совершенствования [1–3]. Современные методы очистки и сортировки семян ориентированы не только на удаление примесей, но и на целенаправленное улучшение их физиологических характеристик [1–9].

Основная часть. Обязательной подготовительной операцией перед посевом семян является их очистка и селективная сортировка. Однако в современных условиях выполнение данных операций требует решения более сложных задач, направленных не только на удаление примесей из семян, но и на улучшение посевных качеств, таких как всхожесть, устойчивость растений к болезням, адаптация к изменениям климата и равномерность всходов, что в конечном итоге должно привести к повышению урожайности выращиваемых культур. Это, в свою очередь, требует совершенствования технологий и обычно приводит к модернизации существующего оборудования или разработке новых технологических установок [3, 5, 8].

Процессы очистки семян от примесей, их сортировка и обеззараживание помогают улучшить качество посевного материала [1–9]. Вообще говоря, – это разные по достигаемым целям процессы, которые должны сочетаться в соответствующем оборудовании для удовлетворения требований сельхозпроизводителя. Поэтому принципы реализации очистки семян от примесей и их сортировки, вообще говоря, различаются.

Очистка семян от примесей может производиться [3]:

1) *механически*, т. е. с помощью сит, действия воздушных потоков, вибрации или в сочетании этих воздействий;

2) *гравитационно*, т. е. по принципу разделение семян и примесей на основании различия их удельных масс;

3) *оптически*, т. е. по принципу фотоэффектов при использовании камер и сенсоров для удаления поврежденных или некачественных семян;

4) *в магнитном поле*, т. е. по принципу магнита для удаления металлических примесей.

Каждый из приведенных выше методов очистки семян от примесей имеет свои особенности и применяется в зависимости от типа семян и их уровня загрязненности. При этом можно выделить следующие преимущества и недостатки соответствующих операций:

Механическая очистка. Преимущества: эффективно удаляет легкие примеси (пыль, шелуху); позволяет сортировать семена по размеру; способ относительно прост в реализации и использовании, высокопроизводителен, доступность оборудования [1, 3, 4, 6]. *Недостатки:* некоторые мелкие или легкие примеси могут оставаться в семенах, особенно если оборудование не настроено должным образом; при интенсивной очистке возможны механические повреждения, что снижает всхожесть и качество посевного материала; механические методы лучше работают с крупными семенами, а для мелких требуется дополнительная сортировка; высокие энергозатраты; оборудование требует постоянного контроля и технического обслуживания для поддержания эффективности.

Гравитационная очистка. Преимущества: хорошо отделяет поврежденные и пустые семена; применим для сортировки семян, высокая точность очистки при должной настройке оборудования [4, 8]. *Недостатки:* метод основан на разнице в удельном весе частиц, поэтому семена с похожей плотностью могут не отделяться должным образом; гравитационная очистка эффективна против легких и тяжелых примесей, но может пропускать поврежденные или зараженные семена; если семена имеют схожие размеры, но разные качества, метод может быть менее эффективным; часто требуется комбинировать гравитационную очистку с другими методами, такими как фотосепарация или магнитная сортировка, для достижения желаемого результата; хотя метод не требует значительных затрат электроэнергии, настройка оборудования и поддержание его эффективности могут быть сложными.

Оптическая очистка (фотосепарация). Преимущества: позволяет удалять семена с визуальными дефектами; обеспечивает высокую точность очистки в установочных пределах визуализации, может применяться для сортировки [7, 9]. *Недостатки:* сложность и высокая стоимость оборудования; узкая направленность визуализации отделяемых

объектов; оборудование требует сложного технического обслуживания и настройки специалистов [7, 9].

Очистка в магнитном поле (магнитная сепарация). *Преимущества:* удаляет металлические примеси; защищает оборудование; повышает безопасность обработки. *Недостатки:* узкая направленность очистки только от металлических примесей; не удаляет органические примеси.

Селективная сортировка семян (калибровка) – это процесс разделения семян на фракции по заданным параметрам и с отбором посевной фракции семян. Научно доказано [4, 8], что, выделяя из собранного урожая семенную фракцию с наиболее выраженными признаками семянки для рассматриваемой сельскохозяйственной культуры (формой, размерами и весом) можно значительно повысить ее урожайность и качество.

Основными технологиями сортировки зерна являются: *ситовая, триерная и гравитационная сортировки.*

Ситовая сортировка основана на разделении семян по геометрическим размерам (толщина, ширина, частично форма) посредством прохождения материала через набор сит с калиброванными отверстиями. Данный метод обеспечивает механическое фракционирование семян и их одновременную очистку от пыли, мелких примесей и фрагментов оболочек. *Преимущества метода* являются высокая производительность, технологическая простота, возможность автоматизации и сравнительно низкие капитальные затраты. Получаемые фракции отличаются большей размерной однородностью, что способствует выравниванию всходов и снижению внутривидовой конкуренции растений. *К основным ограничениям относятся* невозможность оценки внутреннего физиологического состояния семян, риск механических повреждений при некорректной настройке оборудования, а также вероятность ошибочного отсева биологически ценных семян, не соответствующих среднестатистическим размерным параметрам. Метод неэффективен для выявления скрытых дефектов и инфекционного поражения.

Триерная сортировка представляет собой многостадийную технологию, основанную на последовательном разделении семян по совокупности физических признаков (длина, масса, аэродинамические характеристики и плотность). Такая схема обеспечивает более глубокое фракционирование и позволяет формировать партии семян с высокой степенью однородности. *Основными достоинствами метода являются* повышение чистоты и выровненности посевного материала, селективное удаление поврежденных и биологически слабых фракций, а также возможность тонкой настройки технологических режимов. Это

обеспечивает более стабильные показатели всхожести и облегчает расчет норм высева. *Ограничивающими факторами выступают* высокая стоимость оборудования, сложность эксплуатации и необходимость привлечения квалифицированного персонала. Повышенная интенсивность механических воздействий увеличивает риск травмирования семян. Эффективность метода снижается при слабой выраженности различий между кондиционными семенами и примесями.

Сортировка по удельному весу основана на разделении семян по соотношению массы к объему, что выступает интегральным показателем их физиологического состояния. Установлена корреляция между удельным весом семян и их посевными качествами. *Преимуществом данного метода является* возможность косвенной оценки биологической полноценности семян, что способствует формированию более жизнеспособных и ровных всходов. Отбор по данному признаку повышает эффективность использования семенного материала и агротехнологических ресурсов. *К недостаткам относятся* высокая чувствительность к условиям формирования и хранения семян, необходимость предварительной калибровки режимов работы оборудования, а также ограниченность показателя удельного веса как единственного критерия качества. Для точной реализации метода требуются специализированные измерительные и сепарирующие системы, что повышает себестоимость процесса.

Заключение. Обобщая сказанное можно сделать вывод, что в настоящее время выработаны основные методы очистки и селективной сортировки семян, которые по требованиям времени должны совмещаться в современных линиях оборудования. Таким образом в современных технологических линиях должны широко применяться комбинированные системы очистки и сортировки зерна.

В этом отношении особое значение приобретает селективная сортировка зерна по удельному весу, которая рассматривается как косвенным индикатором физиологической полноценности семян. Научные исследования показывают устойчивую корреляцию между удельным весом, энергией прорастания и полевой всхожестью.

Перспективным направлением развития технологий очистки и сортировки зерна является внедрение элементов искусственного интеллекта и машинного обучения в системы фотосепарации [9]. Алгоритмы компьютерного зрения позволяют в режиме реального времени формировать базы данных дефектных и кондиционных семян, обеспечивая адаптивную настройку оборудования. Использование цифровых двойников технологических линий открывает возможности для моделирования режимов работы оборудования и прогнозирования качества конечного продукта.

Современные технологии подготовки семян ориентированы на снижение удельных энергозатрат и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду [6, 7]. Оптимизация аэродинамических режимов, рекуперация тепловой энергии и применение энергоэффективных приводов позволяют снизить эксплуатационные расходы на 15–25 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование и испытания устройства электромагнитной вибрационной сортировки для машины очистки семян / Ю. Л. Ли, Ц. С. Сюй, Л. П. Ван [и др.] // Журнал сельскохозяйственных машин. – 2023. – № 54 (07). – С. 123–133.
2. Предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур в концепции развития аграрных отраслей Беларуси и Китая / С. В. Курзенков, Цзюньян Лу, Сяньлэй Чжан [и др.] // Вестник Брянской ГСХА. – 2025. – № 5(111). – С. 51–56.
3. Курзенков, С. В. Методы очистки и селективной сортировки семян, их преимущества и недостатки / С. В. Курзенков, Сяньлэй Чжан // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 3. – С. 89–92.
4. Ван, Ш. Ш. Рабочий механизм и экспериментальные исследования комбинированного устройства с воздушным потоком, ситом и валом для очистки семян пекинской капусты / Ш. Ш. Ван. – Хэнаньский университет науки и технологий, 2022. – 116 с.
5. Обзор исследований по оптической бесконтактной диагностике жизнеспособности семян / Цз. Юань, В. Чжэн, Х. Н. Ци [и др.] // Журнал по растениеводству. – 2020. – № 5. – С. 9–16.
6. Чжао, Г. Ф. Технологический процесс и схема размещения оборудования для очистки семян / Г. Ф. Чжао // Современное сельское хозяйство. – 2025. – № 2. – С. 94–96.
7. Проектирование интеллектуальной системы управления для сортировки семян по удельному весу / Л. Цз. Чэн, Ц. Л. Хэ, Б. Я. Чжан [и др.] // Сельскохозяйственная инженерия. – 2025. – № 15 (01). – С. 50–55.
8. Зеленко, С. А. Сортирование семян льна по удельному весу на прямооточном вибропневматическом сепараторе : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / С. А. Зеленко. – Горки, 2019. – 156 с.
9. Сюй, Цз. Исследование и практика технологии обработки возвращаемых зерновых материалов на цветсортирующих машинах / Цз. Сюй, Ш. Чэнь, В. Ли // Обработка зерна. – 2024. – Т. 49, № 2. – С. 71–72.

Аннотация: Рассмотрены современные методы очистки и селективной сортировки семян сельскохозяйственных культур, направленные на повышение качества посевного материала и устойчивости агропроизводства.

Ключевые слова: очистка семян, селективная сортировка, калибровка семян, агротехнологии.

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ НА ПАРАМЕТРЫ КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА С РАЗНОВЕЛИКИМИ ДИСКАМИ

О. П. ЛАБУРДОВ, канд. техн. наук, доцент
А. А. СЫСОЕВ, ст. преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Для нормального прохождения всех стадий роста и развития растения необходимо выполнение определенных требований.

Начальной фазой развития любой культуры является прорастание семян. Для этого в посевном слое почвы обязательно наличие трех факторов: воды, тепла и кислорода. В дальнейшем растение потребляет питательные вещества, поступающие из тех слоев почвы, которые доступны для корневой системы. Очевидно, что качественный высев семян в теплые, влажные и кислородсодержащие слои почвы – это решение одной, но не последней задачи, обеспечивающей будущему растению оптимальные физические режимы. Вторая, и не менее важная задача состоит в том, чтобы обеспечить растение питательными веществами. А это достигается только совокупным оптимальным размещением семян и удобрений [1–6].

Таким образом, закладка основы урожая возделываемой культуры обусловлена качественной заделкой семян и удобрений при посеве.

Основная часть. В связи с тем, что опыт ведения механизированного сельского хозяйства показал невозможность контроля или регулирования технологических процессов машин по таким показателям как свет, вода, воздух и др., регламентированных агрономической наукой, во всем мире является общепринятой разработка агротребований, которые можно считать инженерным и экономико-математическим отражением условий внешней среды для развития растений.

Определение оптимальных и доступных сочетаний пределов условий роста и развития растений и функционирования рабочих органов машин – одна из важнейших задач при разработке агротехнических требований. Практика показывает, что диапазон показателей работы машин не всегда точно совпадает с оптимальными пределами условий для растения.

Отсюда следует важный вывод: в системе «растение-машина» по

каждой технологической операции надо стремиться к наиболее приемлемому сочетанию допустимых условий. В практике такой подход получил название компромиссного оптимума [7].

В начальный период развития растений условиями внешней среды являются, прежде всего, почвенные условия. По отношению к рабочим органам машин важное значение имеют величины коэффициента трения пары «поверхность – почва», упругость, пластичность, липкость почвы. В зависимости от состояния почвы, и в частности, от влажности эти величины изменяются, создавая технологические трудности.

С одной стороны, повышение абсолютной влажности почвы до 25...27 % способствует улучшению прорастания семян и обеспечивает большую доступность питательных веществ; с другой – повышаются значения показателей трения и липкости, которые с технологической точки зрения играют отрицательную роль.

Математическая обработка результатов экспериментальных исследований показала [8], что в реальном диапазоне влажности почвы ее фрикционные свойства достаточно точно могут быть описаны уравнением

$$f = aW^2 + bW + c, \quad (1)$$

где f – коэффициент трения о рабочую поверхность;

W – абсолютная влажность почвы, %.

Для суглинистой, песчаной и супесчаной почвы восточной зоны Беларуси эти уравнения соответственно имеют вид

$$f_1 = -0,0012W^2 + 0,0675W - 0,2749, \quad (2)$$

$$f_2 = -0,0011W^2 + 0,0671W - 0,4308, \quad (3)$$

$$f_3 = -0,0011W^2 + 0,0673W - 0,3415. \quad (4)$$

Подстановка в правые части абсолютных влажностей в диапазоне 20...40 % позволила установить, что максимальное значение коэффициента трения соответствует влажности почвы $W_1 = 30,5$ % – песчаная; $W_2 = 29,3$ % – супесчаная; $W_3 = 28,1$ % – суглинистая.

Таким образом, агротребования растений и технологические возможности почвообрабатывающих рабочих органов входят в противоречие по условиям внешней среды и функционирования. Поэтому при совершенствовании технологий и разработке комбинированных сошников для заделки семян и удобрений следует учитывать, что технологические операции могут выполняться между нижней границей агрономических возможностей растений и верхней границей технологиче-

ских возможностей поверхностей рабочих органов.

Применение технологии посева зерновых с припосевным внесением основной дозы минеральных удобрений, кроме качественной укладки и заделки семян, предполагает оптимальное размещение в почве удобрений. При этом основные критерии качества заделки удобрений:

- заделка во влажную почву для обеспечения водорастворимых форм питательных веществ;
- оптимальное размещение относительно корневой системы будущих растений, что достигается почвенной прослойкой между семенами и удобрениями в вертикальной и горизонтальной плоскостях;
- создание оптимальной плотности почвы в зоне заделки туков для обеспечения инфильтрационного пропитывания тех слоев, где размещена корневая система;
- формирование оптимальной ширины ленты удобрений для обеспечения биологически обоснованной площади питания растений;
- равномерное распределение туков по ширине ленты и глубине залегания.

Перечисленные критерии качества укладки и заделки минеральных удобрений являются, с одной стороны, фрагментом карты технологических операций, выполняемых комбинированным способом, а с другой – определяют технические параметры бороздообразующих и боковых поверхностей сошников.

Таким образом, технические параметры комбинированных сошников определяются биологическими потребностями растений. Многообразие этих потребностей и различие в почвенно-климатических условиях зон возделывания культуры приводит к необходимости разработки новых и совершенствования существующих технологий посева и внесения удобрений, а также создания новых рабочих органов или их элементов для реализации этих технологий.

Опытные исследования (Решение компромиссной задачи):

При изучении работы комбинированного сошника с разновеликими дисками исследовалось влияние конструктивных параметров рабочего органа на два критерия оптимизации Y_1 и Y_2 (величину почвенной прослойки между семенами и удобрениями и среднеквадратическое отклонение глубины заделки семян). По принятой методике отбирались и оптимизировались факторы, оказывающие существенное влияние отдельно на каждый параметр оптимизации. Так при оптимизации величины почвенной прослойки между семенами и удобрениями уста-

навливались наилучшие значения угла атаки тукового диска (α_1), угла атаки семенного диска (α_2) и смещения осей дисков относительно друг друга (Δ) а при оптимизации среднеквадратического отклонения глубины заделки семян определялись углы атаки дисков (α_1 и α_2) и толщина семенного диска (c_2). Очевидно, что параметры α_1 и α_2 оказывают существенное влияние на оба параметра оптимизации. То есть возникает необходимость найти компромисс между этими критериями оптимизации, так как экстремум для одной поверхности отклика налагается ограничение другой поверхности. В связи с тем, что был проведен анализ уравнений регрессии и построены двумерные сечения по обоим критериям [9–11], для решения поставленной компромиссной задачи выделим двумерные сечения для факторов α_1 и α_2 и перенесем их в одни, раскодирование оси координат (рис. 1).

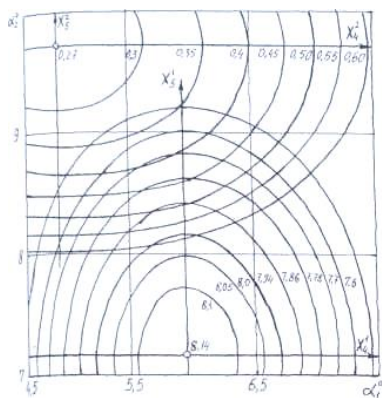


Рис. 1. Двухмерные сечения для изучения факторов α_1 и α_2 на параметры оптимизации Y_1 и Y_2 (компромиссная задача).

Анализ представленных двумерных сечений показывает, что различные сечения накладывают ограничения на различные границы факторов α_1 и α_2 . В частности, нижнюю границу фактора α_2 будет определять сечение поверхности отклика среднеквадратического отклонения глубины заделки семян, а верхний предел угла атаки семенного диска ограничит сечение поверхности отклика величины почвенной прослойки. На угол атаки тукового диска также накладывают ограничение оба сечения. Нижнюю границу определяет величина почвенной прослойки, а верхнюю – средне-

квадратическое отклонение глубины заделки семян.

Заключение. С учетом решения компромиссной задачи факторы, оптимизирующие оба критерия (Y_1 и Y_2), будут принимать следующие значения:

- α_1 (угол атаки тукового диска) = 5,1–6,5°;
- α_2 (угол атаки семенного диска) = 8,5–9°;

- Δ (смещение осей дисков относительно друг друга) = 4,7–5,8 см;
- c (толщина семенного диска) = 6–9 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
2. Петровец, В. Р. Ресурсосберегающая технология и машины для внутривспашного внесения минеральных удобрений и посева зерновых культур / В. Р. Петровец. – Горки, 1995. – 106 с.
3. Петровец, В. Р. Технология и машины внесения минеральных удобрений и посева зерновых / В. Р. Петровец. – Минск.: Ураджай, 1997. – 94 с.
4. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, О. Н. Минюк [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.
5. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
6. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.
7. Ковтун, Ю. И. Компромиссный оптимум в системе растение-машина / Ю. И. Ковтун // Тракторы и сельхозмашины. – 1981. – № 4. – С. 25–27.
8. Лабурдов, О. П. Агротехнические аспекты функционирования сошников зернотуковых сеялок / О. П. Лабурдов. – Гродно, 2000. – С. 137.
9. Определение почвенной прослойки и бороздообразование комбинированными сошниками / О. П. Лабурдов, В. М. Кузюр, С. И. Будко, А. А. Сысоев // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – С. 55–59.
10. Лабурдов, О. П. Определение среднеквадратического отклонения глубины заделки семян комбинированным сошником с разновеликими дисками / О. П. Лабурдов, А. А. Сысоев, С. А. Сидоров // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 139–142.
11. Лабурдов, О. П. Повышение эффективности припосевного внесения минеральных удобрений комбинированными сошниками с разновеликими дисками / О. П. Лабурдов. – Горки, 2002. – 168 с.

Аннотация. Представлены результаты определения параметров комбинированного сошника с разновеликими дисками опытным путем при решении компромиссной задачи. Анализ полученных двумерных сечений позволяет установить параметры рабочего органа, при которых обеспечивается оптимальное значение параметров оптимизации – величина среднеквадратического отклонения глубины заделки семян зерновых культур и величина почвенной прослойки между семенами и удобрениями, при использовании на сеялке комбинированных сошников.

Ключевые слова: агротехнические требования, уравнение регрессии, комбинированный сошник, среднеквадратическое отклонение, почвенная прослойка.

**РАЗРАБОТКА СОШНИКОВОЙ ГРУППЫ ДЛЯ ПОСЕВА
СЕМЯН КУКУРУЗЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ
ГРУППОВОГО ДОЗИРОВАНИЯ ДВУХСТРОЧНЫМ РЯДОВЫМ
СПОСОБОМ НА ПОВЫШЕННЫХ СКОРОСТЯХ.
ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ**

КОНГ ЦЗЯЛИ, ЛЯН ЭНЬЦЯН, аспиранты

В. С. АСТАХОВ, д-р техн. наук

Г. О. ИВАНЧИКОВ, преподаватель-стажер

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Высокоскоростной посев кукурузы рассматривается как способ нарастить производительность без увеличения парка машин, однако переход к более высоким скоростям неизбежно обостряет требования к согласованию всех стадий процесса от отделения семени в дозаторе до его укладки в посевное ложе. Неравномерность продольного размещения и колебания глубины возникают на фоне нестационарного пневмопотока, динамики сошниковой группы и геометрии бороздника, а при двухстрочной компоновке добавляется задача гидравлической симметрии плеч распределения и синхронизации потоков. Экспериментальные исследования показывают, что тип привода высевающего механизма и скорость хода являются ключевыми факторами точности. При этом моторизованные системы лучше удерживают заданный шаг, но в зоне повышенных скоростей требуют более строгой стабилизации режимов дозирования и транспортирования семян [1]. Для пневматических сеялок под кукурузу продемонстрирована заметная чувствительность индексов качества к состоянию посевного ложа и к выбору агротехнических и машинных режимов, что подтверждает необходимость единого рассмотрения аэродинамики дозатора, распределения по строчкам и кинематики сошниковой группы при стремлении сохранить равномерность без роста повреждаемости семян [2]. Дополнительные работы по высокоскоростным вакуумным системам показывают значимость снижения ударной энергии и управления траекторией зерновки в приемном узле, поскольку уменьшение отскока и поперечных смещений после выхода из дозатора напрямую улучшает распределение на повышенных скоростях [3]. Эти результаты формируют мотивацию для комплексного обзора решений по групповому пневмодозированию и двухстрочному способу, направленного на

формулирование инженерных требований к сошниковой группе и на подготовку программы стендовых и полигонных испытаний.

Целью данной работы является систематизация современных технических решений и формулирование инженерных ориентиров для проектирования сошниковой группы пневматической системы группового дозирования, предназначенной для двухстрочного рядового посева семян кукурузы на повышенных скоростях. Исследование направлено на обобщение требований к конструктивным параметрам высевających аппаратов, пневмотракта и сошниковых узлов для обеспечения стабильного качества посева при увеличении рабочей скорости агрегата.

Основная часть. В качестве материалов исследования использовались научные публикации и экспериментальные данные по высокоскоростному пневматическому высеву кукурузы, включающие результаты испытаний различных типов высевających аппаратов, конфигураций пневмотракта и профилей бороздников. Методика исследований основывалась на сравнительном анализе технических характеристик дисковых, барабанных, анкерных и долотообразных систем с учетом их работы в условиях растительных остатков и повышенных скоростей движения.

Для оценки эффективности различных конструктивных решений применялся метод систематизации показателей качества, включающий продольную равномерность размещения семян, равномерность глубины залегания, повреждаемость семян, межстрочную синхронизацию расхода и энергетические затраты. Особое внимание уделялось анализу аэродинамических характеристик пневмотракта, симметрии распределительных плеч и кинематики сошниковой подвески для обеспечения согласованной работы всех элементов системы при двухстрочном способе посева.

1. Высевające аппараты и групповое дозирование.

В кукурузососяющих машинах доминируют дисковые и барабанные органы, обеспечивающие отделение единичного семени и его передачу в тракт. На повышенных скоростях критичен баланс между частотой отделения и временем заполнения ячейки, поскольку увеличение угловой скорости диска повышает вероятность пропуска при недостаточном заполнении и сдвоений при запаздывании очистки ячейки. Современные решения сочетают оптимизацию геометрии ячеек и параметров разрежения с управлением моментом освобождения зерновки в зоне входа в направляющую трубку, что уменьшает ударные взаимодействия и поперечные смещения. Эксперименты с высокоскоростными пневматическими дозаторами для кукурузы подтверждают, что при

росте скорости стабильность показателей достигается за счет согласования угловой скорости диска, разрежения и геометрии выпускного окна, а также обеспечения устойчивости траектории зерновки после выхода из дозатора [4]. Для двойной выдачи на гребне или двухстрочного режима показана эффективность камерных и комбинированных схем метега, где разделение функциональных зон позволяет снизить требуемое разрежение и одновременно удержать высокую долю годных выпадов при скоростях, характерных для интенсивной технологии, при этом ключевым остается контроль энергетики вылета и герметичности узла отбора [5].

2. Пневмотракт источник давления, развилки и симметрия плеч.

Качество распределения при групповом дозировании определяется не только стабильностью отделения семян в высевальном аппарате, но и устойчивостью источника разрежения и аэродинамикой пневмотракта на всем пути от зоны отбора до сошников. Для двухстрочной компоновки целесообразно обеспечивать одинаковую длину и сопоставимые по кривизне повороты левого и правого плеч, выбирать плавные переходные сечения и исключать локальные завихрения, так как даже небольшая асимметрия по длине или шероховатости вызывает перекосящий расход и временной сдвиг прихода зерновок в строчках. Практика применения регулируемого вентилятора, буферных объемов у узла отбора и датчиков расхода в каждом плече показывает, что подавление пульсаций источника и оперативная коррекция режима по измеренному расходу улучшают межстрочную синхронизацию на рабочих скоростях поля. Исследования по снижению вибраций источника и стабилизации давления подтверждают рост равномерности при переходе к повышенным скоростям, что указывает на полезность замкнутого управления давлением и разделения контуров по рядам [6]. Конструкции распределителей с равными по гидравлическому сопротивлению плечами и симметричными Y образными отводами уменьшают различия в расходе и временной сдвиг между потоками. Причем оптимизация геометрии распределителя и трассировки плеч на основе стендовых и полигонных испытаний дает заметное улучшение устойчивости подачи в двухстрочной схеме [7]. Для проектирования многоветвевых пневмолиний целесообразно опираться на предсказательные модели суммарных потерь давления, которые учитывают диаметр магистрали, диаметр и шаг ответвлений, длину заглушенного участка коллектора и расход, что позволяет заранее балансировать плечи и удерживать разность давлений в пределах допуска при изменении скорости и нормы высева. Точность подобных моделей, подтвержденная стендовыми

испытаниями, достаточна для инженерного подбора параметров на этапе компоновки [8].

3. Бороздники и сошниковая подвеска для высоких скоростей

Выбор профиля бороздника определяется сочетанием фона растительных остатков, требуемого профиля посевного ложа и целевой скорости. В условиях сохраненной мульчи двойные дисковые решения обеспечивают чистое резание и узкую щель при сравнительно малом возмущении почвы, что стабилизирует траекторию зерновки и уменьшает боковые смещения. Сопоставительные испытания показывают высокий потенциал дисковых систем по качеству резания и формированию борозды в присутствии остатков, тогда как инвертированные так и иные щелевые схемы выигрывают по удержанию влаги, но требуют очень аккуратной настройки по глубине [9]. Анкерные и долотообразные профили целесообразны при необходимости локального рыхления и разрушения уплотненного подпахотного слоя. При этом на высоких скоростях они чувствительны к требованиям продольной нагрузки и чаще предъявляют повышенные требования к жесткости и демпфированию подвески. Исследования в длительных системах минимальной обработки показывают, что узкие сошники эффективно снижают сопротивление прониканию в верхнем слое и улучшают начальное состояние посевного ложа, однако при избытке остаточной плотности возрастают требования к контролю вертикальной нагрузки на рядный узел для удержания заданной глубины [10].

Практика полевых испытаний подтверждает, что стабильность глубины определяется не только профилем, но и работой параллелограммной подвески, настройкой колес глубины и демпфированием сочленений. Управляемая вертикальная нагрузка и корректный выбор типа прижимных колес сокращают разброс по времени появления всходов и повышают равномерность, что особенно заметно в зоне повышенных скоростей и на фоне растительных остатков [10]. Для двухстрочной схемы принципиальна симметрия правого и левого плеч по кинематике и по форме создаваемой борозды, включая одинаковые диаметры и давление в колесах глубины, соосность элементов и идентичность демпфирующих вставок, поскольку небольшая асимметрия быстро проявляется в различии сопротивления хода и фазовых сдвигах вибраций, которые трансформируются в межстрочное расхождение глубины и шага. Сводные различия по типам бороздников с точки зрения работы на фоне остатков, устойчивости глубины на скорости, тяговых затрат и требований к подвеске представлены в табл. 1, что позволяет компактно обосновать выбор профиля под целевую скорость и агрофон [9, 10].

4. Метрики качества и методики испытаний.

Оценка эффективности двухстрочного пневматического высева на повышенных скоростях опирается на согласованный набор показателей и воспроизводимые методики измерений.

Таблица 1. Сравнение типов бороздников для высокоскоростного посева кукурузы в присутствии растительных остатков

Тип бороздника	Работа на фоне остатков	Стабильность глубины на высокой скорости	Тяговое сопротивление	Требования к подвеске и колесам	Примечания для двухстрочной схемы
Двойной дисковый	Чистое резание остатков, узкая щель, малое возмущение почвы	Высокая при корректной кинематике и демпфировании	Низкое или среднее	Жесткий параллелограмм, точная калибровка колес глубины	Проще удерживать одинаковый профиль и глубину в обоих рядах
Анкерный	Эффективное рыхление, риск забивания при густой мульче	Средняя, чувствительна к колебаниям нагрузки на скорости	Среднее или высокое	Повышенная жесткость и демпфирование сочленений	Требует совпадения угла атаки и давления слева и справа
Долотообразный узкий	Разрушение уплотненного слоя, ограниченная пропускная способность по остаткам	Зависит от равномерности нагрузки и состояния слоя	Среднее	Точная настройка глубины, контроль вертикальной нагрузки	Выравнивание длины и давления в колесах глубины критично

Продольная равномерность фиксируется как распределение межсеменных интервалов в строке с выделением долей пропусков и сдвоенных и расчетом вариации шага; на практике применяют полевые разметки с последующей ручной или видеоаналитической обработкой. При этом протокол должен исключать краевые эффекты и обеспечивать достаточную выборку для статистической устойчивости [10]. Равномерность глубины залегания определяется сравнением фактической и заданной глубины по выборкам вдоль прохода на полигоне или в почвенном канале, где зондирование сочетают с профилометрией ложа

и привязкой к параметрам сошников узла. Результаты интерпретируют через среднее отклонение, стандартное отклонение и долю выходов за допуск, что позволяет увязать качество укладки с параметрами почвы и настройкой подвески [10].

Таблица 2. Ключевые метрики качества двухстрочного пневматического высева на повышенных скоростях

Метрика	Что оценивается	Как измеряют на практике	Что включить в отчет
Равномерность продольного размещения	Пропуски, сдвоения, вариация межсеменного шага	Разметка выборок в поле или стенде, счёт по шаблону или видеофиксация	Доли пропусков и сдвоений, коэффициент вариации шага
Равномерность глубины залегания	Отклонение глубины семени от заданной	Зондирование точек по проходу, профилометрия в почвенном канале	Среднее отклонение, стандартное отклонение, доля выходов за допуск
Повреждаемость семян	Трещины и бой после тракта дозирования	Отбор проб до и после дозатора, визуальный контроль, ситовой анализ	Процент повреждённых семян
Межстрочная синхронизация расхода	Баланс потоков в двух плечах	Датчики расхода в каналах, временная метка прихода частиц	Разность расходов, временной сдвиг импульсов
Энергозатраты	Мощность вентилятора и тяговое сопротивление узла	Измерение потребляемой мощности и тяги на проходе	Удельные затраты на гектар
Условия испытаний	Фон почвы и остатки, скорость, норма высева	Протокол стенда и полигона	Описательные параметры для воспроизводимости

Повреждаемость семян оценивают на базе парных проб до и после прохождения дозатора и пневмотракта с визуальным контролем и ситовым анализом, поскольку рост скорости и нестационарность потока увеличивают ударную нагрузку и риск трещиноватости. Межстрочная синхронизация расхода характеризуется балансом потоков по плечам и временным сдвигом прихода частиц, для чего используют датчики расхода и метки времени, а также контрольные точки давления перед развилкой и у зоны отбора. Такая схема позволяет отделить влияние источника разрежения от локальной геометрии распределителя [10]. Энергетические затраты определяют через измерение мощности вентилятора и тягового сопротивления рядного узла в условиях стенда и

на полигоне с пересчетом к удельным затратам на гектар, что дает возможность сопоставить режимы по эффективности и выбрать допустимое окно скоростей без деградации метрик качества. Суммарно лабораторные стенды нужны для параметрической калибровки дозирования и пневмораспределения, а полигонные проверки подтверждают устойчивость показателей на реальном фоне почвы и растительных остатков с обязательной фиксацией скорости хода, нормы высева и состояния ложа.

5. Инженерные ориентиры для проектирования сошниковой группы.

Проектирование сошниковой группы для двухстрочного высокоскоростного посева целесообразно вести как совместную задачу согласования кинематики подвески, профиля бороздника, параметров контакта колес глубины с микрорельефом и алгоритмов контроля нагрузки на рядный узел с учетом динамики пневмораспределения и траектории зерновки в зоне укладки. На этапе компоновки важно задать жесткость и демпфирование сочленений так, чтобы собственная частота узла оставалась выше доминирующих возбуждений от неровностей поля, а амплитуда вертикальных колебаний не выводила семя за допуск по глубине при целевой скорости. Профиль бороздника подбирают по фону остатков и требуемому ложу с приоритетом минимального бокового смещения семени и стабильного ведения по глубине. Для двухстрочной схемы контролируют симметрию правого и левого плеч по геометрии, натяжению и давлению в колесах глубины, добиваясь совпадения фазового отклика. На уровне измерений и управления оправдан ввод замкнутого контура контроля глубины с многодатчиковой оценкой положения сошника и ложа, последующей фильтрацией и коррекцией усилия прижима, что снижает вариацию глубины при росте скорости и стабилизирует синхронность появления всходов [10].

Заключение. Повышение скорости посева возможно без потери качества при согласованной работе высевающего аппарата, пневмотракта, бороздника и подвески сошника. Критичны стабильность давления у зоны отбора и симметрия плеч распределения по длине и геометрии, а также подавление пульсаций источника. В условиях мульчи наилучший баланс глубины и минимального возмущения обеспечивает узкий дисковый профиль при точно настроенных колесах глубины и демпфированных сочленениях. Оценка результата должна опираться на согласованный набор метрик: продольная равномерность, равномерность глубины, повреждаемость семян, межстрочная синхронизация и энергозатраты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Planting uniformity performance of motor-driven maize precision seeding systems / S. Yang, C. Zhai, Y. Gao [и др.] // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. – 2022. – Т. 15, № 5. – P. 101–108.
2. Sowing uniformity of bed-type pneumatic maize planter at various seedbed preparation levels and machine travel speeds / F. Ahmad, M. Adeel, B. Qui [и др.] // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. – 2021. – Т. 14, № 1. – P. 165–171.
3. Improving sowing uniformity of a maize high-speed precision seeder by incorporating energy dissipator / R. Liu, G. Wu, J. Dong [и др.] // Agriculture. – 2024. – Т. 14, № 8. – P. 1237.
4. Design and test of a pneumatic type of high-speed maize precision seed metering device / H. Tang, F. Xu, T. Guan [и др.] // Computers and Electronics in Agriculture. – 2023. – Т. 211. – P. 107997.
5. Development of high-speed precision maize metering device for dense planting pattern with standard ridges / J. Chen, T. Guan, Z. Yuan [и др.] // Frontiers in Plant Science. – 2024. – Т. 15. – P. 1452699.
6. An adjustable pneumatic planter with reduced source vibration for better precision in field seeding / J. Mahapatra, P. S. Tiwari, K. P. Singh [и др.] // Sensors. – 2024. – Т. 24, № 11. – P. 3399.
7. Optimization and test of pneumatic lifting seed distributor for maize plot seeder / Q. Song, P. Zhao, Y. Bi [и др.] // Frontiers in Plant Science. – 2025. – Т. 16. – P. 1469963.
8. Mechanism analysis and establishment of a prediction model for the total pressure loss in the multi-branch pipeline system of the pneumatic seeder / W. Qin, C. Qian, Y. Li [и др.] // Agriculture. – 2025. – Т. 15, № 15. – P. 1681.
9. Critical assessment of furrow openers and operational parameters for optimum performance under conservation tillage / B. S. Madhusudan, H. L. Kushwaha, A. Kumar [и др.] // Scientific Reports. – 2024. – Т. 14, № 1. – P. 20928.
10. Drewry, J. L. Closing wheel type and row unit downforce can affect corn germination in no-tillage production systems / J. L. Drewry, F. J. Arriaga, B. D. Luck // Agronomy Journal. – 2021. – Т. 113, № 5. – P. 4037–4046.

Аннотация. Представлена разработка сошниковой группы для посева семян кукурузы пневматической системой группового дозирования двухстрочным рядовым способом на повышенных скоростях.

Ключевые слова: сеялка, высев, кукуруза, семена, растение.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ СЕПАРАТОРА ОЧИСТКИ ЛЬНЯНОЙ КОСТРЫ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ

Н. С. СЕНТЮРОВ, ст. преподаватель
С. В. КУРЗЕНКОВ, канд. техн. наук, доцент
М. В. ЦАЙЦ, канд. техн. наук, доцент
А. Л. БОРИСОВ, канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. За последние десять лет посевные площади льна в Республике Беларусь колебались в пределах от 41,9 до 52 тыс. га. При урожайности, примерно 2,9–4,4 т/га льняной тресты валовый сбор льняной костры составлял от 70 до 110 тыс. т.

При производстве кондиционного льноволокна до 75 % сырья переходит в отходы – костру, паклю, пыль [1]. В Республике Беларусь около 50–60 % образующегося вороха льнокостры используется для отопления льнозаводов, а также на хозяйственные нужды населения. И все-таки значительная часть ее остается невостребованной, скапливается на территориях предприятий и является источником пожароопасности и экологического загрязнения [2].

В общей структуре вороха льнокостры распределение компонентов варьируется в пределах: льняная костра – 68–84 %, целые и дробленые семена льна и сорных растений – 1,4–2,9 %, пучки пакли – 4–19,6 %, разрушенные коробочки льна – 2,3–5,4 %, минеральные примеси – 3,2–16 %, остатки стеблей льна и сорных растений – 3,1–11 %. Следует отметить, что наиболее вредными, в процессе переработки, вороха льнокостры являются пучки пакли и минеральные примеси [3, 4].

Существует ряд направлений использования вороха льнокостры, одним из которых является производство пеллет [5–7].

Основная часть. Одним из вариантов выделения минеральных и механических примесей из вороха льнокостры представляется в предложенной схеме устройства очистки вороха льнокостры [8].

Устройство (рис. 1) состоит из приемного бункера 2, оснащенного дозирующим устройством 3 и ворошилками 1, сетчатого транспортера, состоящего из приводного 7 и натяжного 11 барабанов, сетчатой ленты транспортера 6, вращающихся прутков 5 и эксцентриковых валов 10.

Над транспортером установлена система аспирации 4, а под транспортером – скатная доска 9. Нижняя ветвь транспортера оборудована чистиками 8.

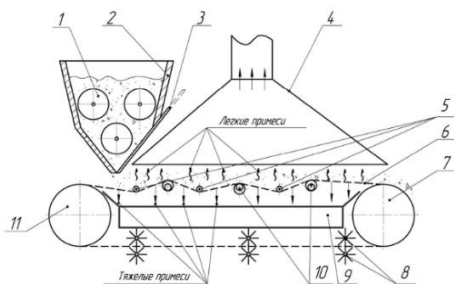


Рис. 1. Схема транспортера с волнообразной колеблющейся сетчатой лентой

В приемный бункер 2 подается ворох льнокостры, который перемешивается ворошилками 1 предотвращающими сводообразование. Дозирующей заслонкой 3 регулируется подача вороха льнокостры на сетчатую ленту транспортера 6. Сетчатая лента транспортера 6 приводится в движение с помощью приводного барабана транспортера 7. За счет эксцентриковых валов 10 сетчатая лента транспортера 6 с ворохом льнокостры приводится в колебательное движение, тем самым разделяя минеральные примеси на тяжелые и легкие. Тяжелые примеси просеиваются через сетчатую ленту транспортера 6, попадают на скатную доску 9 и выводятся из устройства. Легкие примеси выводятся из устройства системой аспирации 4. Очищенный ворох льнокостры, сходящий с сетчатой ленты транспортера 6 готов к дальнейшему использованию. Для предотвращения забивания ячеек сетчатой ленты транспортера 6, на его холостой ветви установлены чистики 8.

Характер воздействия рабочей поверхности сетчатого транспортера на ворох льнокостры по ходу движения материала в рабочей зоне различен и определяется кинематикой движения сетчатой ленты. Рабочая зона транспортера состоит из n -го количества рабочих зон эксцентрика. Рабочая зона эксцентрика – это зона действия эксцентрикового вала, ограниченная вращающимися прутками по его обе стороны и включает в себя предэксцентриковую зону «А» и постэксцентриковую зону «В».

Рассмотрим один условный элемент данной зоны и привяжем его к системе координат xOy с началом в точке O , которая является точкой основания эксцентрикового вала, через которую проходит ось его вращения (рис. 2).

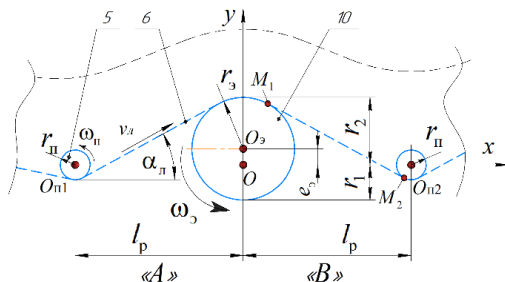


Рис. 2. Схема рабочей зоны эксцентрика

На схеме (рис. 2) вращающиеся прутки 5 и эксцентриковый вал 10 будем представлять в виде цилиндров с радиусами $r_{\text{п}}$ и $r_{\text{э}}$ соответственно. Пусть ось вращения эксцентрикового вала и вращающихся прутков перпендикулярны плоскости xOy , а их основания – точки O , $O_{\text{п1}}$ и $O_{\text{п2}}$ расположены на оси Ox так, что точка O помещена в центре системы координат xOy , а две другие – $O_{\text{п1}}$ и $O_{\text{п2}}$ равноудалены от O на величину l_p . Для организации колебательного воздействия эксцентрикового вала на ленту сместим ось его симметрии вверх по оси Oy на величину $e_э$.

Сетчатая лента за счет вращения приводного барабана 7 с угловой скоростью $\omega_б$ и ее натяжения, обеспечиваемого взаимодействием вращающихся прутков 5 с эксцентриковыми валами 10, движется по направлению оси Ox с линейной скоростью $v_{\text{л}}$. При этом лента в движении огибает вращающиеся прутки в нижней их части, а эксцентриковые валы – в верхней их части. Вращение эксцентрикового вала с угловой скоростью $\omega_{\text{п}}$ осуществляется за счет индивидуального привода в «противоход» движению ленты. Вращение прижимных прутков происходит за счет взаимодействия с лентой по направлению ее движения.

Поставим перед собой задачу разработать методику расчета и обоснования предложенного технического решения и его элементов.

Эффективность работы предложенного устройства будет определяться соотношением конструктивных параметров: длины участка l_p (м); угла подъема сетчатой ленты в зоне «А» $\alpha_{\text{п}}$ (рад); радиуса эксцентрикового вала $r_э$ (м); величины его эксцентриситета $e_э$ (м).

Рассмотрим эти параметры во взаимодействии друг с другом.

Минимальную r_1 и максимальную r_2 амплитуды воздействия эксцентрикового вала на сетчатую ленту можно представить следующим образом:

$$r_1 = r_э - e_э, \quad (1)$$

$$r_2 = r_3 + e_3. \quad (2)$$

Уравнение оснований цилиндрического эксцентрика с учетом его вертикального смещения может быть представлено следующим образом:

$$x^2 + (y - e_3)^2 = r_3^2. \quad (3)$$

Уравнения левого и правого вращающегося прутка можно записать соответственно:

$$(x - l_p)^2 + y^2 = r_n^2; \quad (4)$$

$$(x + l_p)^2 + y^2 = r_n^2. \quad (5)$$

Условие взаимодействия сетчатой ленты с эксцентриковым валом и вращающимся прутком опишем согласно теории нахождения общей касательной для двух окружностей, заданных в плоскости. В данных условиях можно составить 4 уравнения касательных, отличающихся тем, с какой стороны они касаются окружностей. Их уравнения можно представить в виде:

$$ax_1 + by_1 + c = \pm r_3; \quad (6)$$

$$ax_2 + by_2 + c = \pm r_n, \quad (7)$$

где $(x_1; y_1)$ и $(x_2; y_2)$ – координаты центров рассматриваемых окружностей;

$\pm$ – характеризует вид касательных (внешние или внутренние).

Неизвестные параметры a , b , c , входящие в уравнение касательной можно определить из системы уравнений

$$\begin{cases} ax_1 + by_1 + c = \pm r_3, \\ ax_2 + by_2 + c = \pm r_n, \\ a^2 + b^2 = 1. \end{cases} \quad (8)$$

Для интересующего нас случая решение данной системы будет иметь вид:

$$a = -\frac{D}{l_p}; \quad b = -\frac{\Delta}{l_p}; \quad c = \delta, \quad (9)$$

где δ – амплитуда воздействия эксцентрикового вала на ленту, м;

$$D = \delta + r_n;$$

$$\Delta = \sqrt{l_p^2 - D^2}.$$

Уравнение искомой касательной примет вид:

$$y = -\frac{a}{b}x - \frac{c}{b}, \quad (10)$$

образуя угол α_n с положительным направлением оси Ox :

$$\alpha_n = \pi - \arctg\left(\frac{a}{b}\right). \quad (11)$$

Координаты точек касания $M_1(x_3; y_3)$ и $M_2(x_n; y_n)$ сетчатой ленты во взаимодействии с эксцентриковым валом и прижимным прутком определяются по соответствующим формулам:

$$x_3 = -a \cdot \delta; \quad y_3 = -b \cdot \delta; \quad x_n = l_p + a \cdot r_n; \quad y_n = b \cdot r_n. \quad (12)$$

Для определенности положим, что взаимодействие сетчатой ленты происходит справа от эксцентрикового вала при минимальной амплитуде колебаний. Тогда моделирование такой ситуации рассмотрено в специализированном пакете MathCad на рисунке. Результаты расчета приведены на рисунке 3 в виде графической интерпретации.

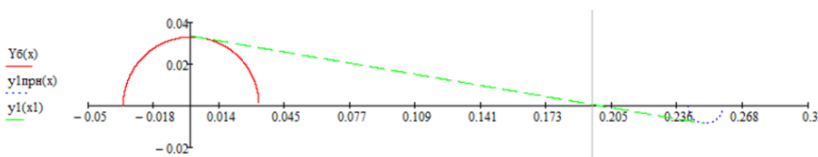


Рис. 3. Моделирование взаимодействия сетчатой ленты с эксцентриковым валом и вращающимся прутком

Анализ графического отображения (рис. 3) свидетельствуют о правильности определения аналитических зависимостей взаимодействия сетчатой ленты с эксцентриковым валом и вращающимся прутком.

Заключение. Последовательное чередование зон «А» и «В» создает внутреннее перемещение слоя вороха льнокостры и способствует более интенсивному выделению минеральных примесей. Изменение амплитуды колебаний и угла наклона сетчатой ленты в зависимости от конструктивных и кинематических параметров определяет эффективность процесса очистки и позволяет минимизировать потери полезного продукта.

Получены зависимости траектории движения точек цилиндрического эксцентрикового вала и вращающегося прутка, уравнение положения сетчатой ленты транспортера в виде касательной к эксцентри-

ковому валу и вращающемуся прутку. Аналитические (графические) зависимости, рассмотренные в данной статье, войдут в основу методики обоснования параметров взаимодействия

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы и средства защиты окружающей природной среды в легкой промышленности / В. О. Попов [и др.]. – Москва: Легпромбытиздат, 1988 – 239 с.
2. Стош, Е. В. Эколого-экономическая эффективность организации производства топливных брикетов из льнокостры / Е. В. Стош, И. А. Басалай // Промышленная экология. – Минск: БНТУ, 2015. – С. 385–391.
3. Поисковые эксперименты процесса выделения минеральных примесей из вороха льнокостры транспортером с волнообразной колеблющейся сетчатой лентой / В. А. Шаршунов, А. Н. Карташевич, В. Н. Босак, Н. С. Сентюров // Агропанорама. – 2023. – № 3 (157). – С. 8–13.
4. Шаршунов, В. А. Определение размерных характеристик компонентов вороха льнокостры / В. А. Шаршунов, Н. С. Сентюров, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 169–175.
5. Домненкова, А. В. Состояние и развитие пеллетных производств в Республике Беларусь / А. В. Домненкова, И. Т. Ермак, В. Н. Босак // Вестник техносферной безопасности и сельского развития. – 2025. – № 4. – С. 11–15.
6. Сапожников, С. С. Способы переработки отходов льна масличного в топливный брикет / С. С. Сапожников, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2019. – С. 70–72.
7. Сентюров, Н. С. Выбор рационального способа выделения минеральных примесей из вороха льнокостры / Н. С. Сентюров // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки, 2022. – Вып. 7. – С. 226–229.
8. Патент № 2752475 С1 Российская Федерация, МПК В07В 4/08, В07В 9/00, D01В 1/10. Устройство для очистки льнокостры: № 2021100782: заявл. 15.01.2021: опубл. 28.07.2021 / М. В. Симонов, В. А. Шаршунов, Н. С. Сентюров, М. В. Цайц; заявитель ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет».

Аннотация. Исследован рабочий процесс устройства для очистки вороха льнокостры, основанный на колебательном воздействии эксцентрикового вала на сетчатую ленту транспортера. Получены аналитические зависимости, связывающие амплитуду колебаний и угол наклона ленты с конструктивными параметрами рабочего узла и частотой вращения эксцентрика.

Ключевые слова: сетчатый транспортер; ворох льнокостры; процесс очистки; минеральные примеси; колебательное воздействие; математическое моделирование.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ СИСТЕМЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗЕРНОВЫХ КОРМОВ В УСЛОВИЯХ МАЛЫХ ФОРМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

В. Н. НЕЧАЕВ, д-р техн. наук
А. Н. ШИШАРИНА, ст. преподаватель

ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический
университет»,
Княгинино, Российская Федерация

Введение. Все большую популярность в России среди малых форм предпринимательства приобретает крестьянские фермерские хозяйства [1]. Это обусловлено простотой регистрации этой формы хозяйствования с юридической стороны, а также возможностью заниматься делом, не выходя со своего личного участка, который считается экологически чистым и составляет конкурентное преимущество над большим фермерским предприятием [2].

Государство заинтересованно в увеличении численности малых форм хозяйствования и поддерживает различными грантами, субсидиями, льготными кредитами и лизингом, направленные на развитие и модернизацию хозяйства, поскольку такие хозяйства обеспечивают одну из пяти отраслей федеральной программы по производству пищевых и кормовых добавок [3]. Также они являются важным элементом в достижении целевых показателей Доктрины продовольственной безопасности, обеспечивая разнообразие сельхозпродукции, гарантируя каждому гражданину доступность в пищевых продуктах, а также возможность быстрой адаптации в условиях санкций или подобных внешних угроз [4]. Например, по данным Министерства сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Нижегородской области количество зарегистрированных в области крестьянских (фермерских) хозяйств за период 2022–2025 гг. увеличилось и составляет 1 609 хозяйств [5].

Цель исследования заключается в определении основных факторов эффективного внутрихозяйственного использования зерновых кормов на корм зерна в условиях малых форм хозяйствования.

Основная часть. Особенностью выращивания КРС, свиней, овец и птицы в условиях малых форм хозяйствования является то, что для кормления животных в основном используются корма собственного производства [6].

Зерновые корма (пшеница, ячмень, овес, кукуруза) составляют основу рациона сельскохозяйственных животных, обеспечивающие энергетическую и питательную ценность, а использование фуражного зерна, непригодного для пищевой промышленности, определяют экономическую выгоду. Например, кукуруза в рационе КРС повышает удой на 10–15 % благодаря высокой энергетической плотности [7]. В Нижегородской области зерновые в структуре кормов занимают 55–60 % (ячмень – 40 %, пшеница – 30 %, овес – 20 %) [5].

Для эффективного использования зерна в рационе животных необходимо соблюдать многие факторы (рис. 1). Во-первых, это анатомия выращиваемых животных, а также биохимические процессы, происходящие в их организме. Для жвачных животных (КРС, овцы) зерно требует предварительной обработки (дробление, плющение) для улучшения переваримости в рубце, поскольку неправильная подготовка ведет к ацидозу. Организм свиней вообще не способен переваривать цельные зерна. Также для предотвращения ожирения у всех животных требуется соблюдать баланс с клетчаткой.



Рис. 1. Факторы в системе приготовления зерновых кормов

Отсюда плавно вытекает второй фактор – планирование рационов. Здесь не просто нужно довести корм до заданной питательности в правильном соотношении или нормировании, например, для КРС – не более 40 % зерна в рационе, для свиней – до 70 % [8], но добиться минимальной стоимости рациона. В этом заключается многофакторная оптимизационная задача, решение которой требует применения математических методов и компьютерных программ [9].

Нами был проведен опрос с шестью руководителями КФХ, расположенных в Воротынском районе Нижегородской области по выращи-

ванию зерна и производству мяса, молока, шерсти, в результате которого сделан вывод о том, что работа с животноводами ведётся недостаточно активно. Для успешного ведения хозяйства сегодня необходимо сочетание практического опыта и новых современных технологических знаний, требуются специалисты в этой области. Возможной ошибкой начинающего фермера может быть недостаточная осведомленность о кормлении животных, важности сбалансированности корма для среднесуточных приростов живой массы мясного, удоев молочного скота, для продления продуктивного периода жизни животных. Недостаточно дать сено, питьевую воду, рассчитывая, что дальше все будет происходить само собой, как это происходит в природе. Обязательно нужно соблюдать баланс рационов с точным соотношением между компонентами.

Здесь есть одно замечание, не всегда рационы кормов в хозяйствах, даже рассчитанные по всем правилам, по питательности и безопасности близки к нормам, особенно при длительном хранении. Проверить реакцию коровы на предлагаемый ей рацион, ход протекания метаболизма сложно. В идеальном случае рекомендуют анализировать корма – отправлять пробы в аккредитованные лаборатории, чтобы корректировать данные, обновлять показатели для точного расчета рационов или, при необходимости, использовать адсорбенты для нейтрализации вредных веществ. Однако это финансово затратно и не все фермеры идут на это. Свою лабораторию содержать также не выгодно. Также в результате нашего опроса получены данные о том, что Нижегородским фермерам для создания сбалансированных кормосмесей приходится закупать патоку, чтобы соблюсти баланс по сахару, жмых и шрот для баланса по протеину, минеральные и витаминные добавки.

Третий фактор связан с проблемами и ограничениями по вопросам безопасности зернового корма. Например, при неправильном хранении существует риск развития микотоксинов, оказывающее токсикологическое действие на животных.

В таблице представлены методы обработки зерна для повышения кормовой ценности, применяемые на фермах [10].

В необработанном зерне содержатся ингибиторы протеаз, танины, которые снижают усвояемость протеина. Если измельчить зерно, усвояемость повышается на 12–18 %. Дрожжевание обогащает корм витаминами, повышает молочную продуктивность коров на 7–10 %, снижает расход кормов на 1 кг привеса у свиней, однако, требует строгого контроля температуры и времени из-за риска развития плесени. Дрожжевание и гранулирование нуждается в измельчении зерна, то есть

предполагает наличие зернодробилки в хозяйстве. При экструдировании усвояемость крахмала повышается до 95 % за счет гелеобразования крахмала. Экструдирование кукурузы дает максимальную эффективность при выращивании птицы [11]. Недостатком экструдирования и гранулирования является высокая стоимость оборудования, поэтому для малых хозяйств перспективна кооперация или использование мобильных экструдеров. В Нижегородской области лишь 8 % фермеров используют грануляторы. Гранулирование – снижает потери при транспортировке.

Методы обработки зерна для повышения кормовой ценности

Методы обработки зерна			
Измельчение (дробление, площение)	Дрожжевание	Экструдирование	Гранулирование
Цель: увеличение площади контакта зерна с пищеварительными ферментами	Цель: обогащение корма белком, витаминами группы В и пробиотиками	Цель: повышение питательности и безопасности кормов за счет обработки зерна под высоким давлением (до 50 атм) и температурой (+120...+150 °С).	Цель: улучшение кормовой ценности и удобства использования

Таким образом, наличие зернодробильной техники в условиях малых фермерских хозяйств необходимый элемент в кормлении животных. На сегодняшний день на рынке представлено множество моделей отечественного и зарубежного производства измельчителей зерна производительностью до 300 кг/ч.

Есть большой потенциал в развитии данной техники для измельчения зерна животным. Во-первых, это модернизирование конструкции в целом, сит, измельчающего элемента, добавление ножек или колес для удобства эксплуатации в хозяйстве. Во-вторых, это изменение основные функции автоматики в системах управления зернодробилок (автоматический запуск и остановка, контроль загрузки бункера, регулировка скорости вращения ротора, контроль температуры двигателя, система безопасности, регулировка фракции помола, автоматическое очищение). Разработка эффективных конструкций зернодробилок ведется в настоящее время во многих научных учреждениях и организациях, в том числе и в Нижегородском государственном инженерно-экономическом университете.

Заключение. Для повышения конкурентоспособности крестьянских фермерских хозяйств Нижегородской области необходимо внедрение современных технологий обработки зерна, образовательных программ для фермеров и государственной поддержки, направленной на модернизацию кормоприготовительной инфраструктуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самарханов, Т. Г. Малые фермерские хозяйства – потенциал для производства органической продукции в России / Т. Г. Самарханов // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2023. – № 4 (98). – С. 170–180.
2. Волков, Л. В. Развитие крестьянско-фермерских хозяйств и малых форм хозяйствования в России / Л. В. Волков // Финансовые рынки и банки. – 2020. – № 3. – С. 121–127.
3. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы <https://minobtnauki.gov.ru/about/deps/dkdovssn/fntfp/>
4. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.scrf.gov.ru/security/economic/document108/>.
5. Министерства сельского хозяйства и продовольственных ресурсов Нижегородской области [Электронный ресурс]. URL: https://mcx-nnov.ru/deiatelnost_MCX/mal_form_hoz/.
6. Производство комбикормов в условиях личных подсобных и фермерских хозяйств / И. Н. Краснов, В. М. Филин, А. Н. Глобин, Е. А. Ладыгин. – Зеленоград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2014. – 228 с.
7. Рядчиков, В. Г. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: методология, ошибки, перспективы / В. Г. Рядчиков // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2010. – № 2. – С. 4–15.
8. Абуов, С. К. Оптимизация рациона кормления сельскохозяйственных животных на откорме / С. К. Абуов, Р. С. Ауезов, Д. К. Ембергенова // A Posteriori. – 2023. – № 6. – С. 85–86.
9. Старовыборная, С. П. Решение задач по оптимизации рациона кормления сельскохозяйственных животных / С. П. Старовыборная // Сборник научных трудов Ставропольского НИИ животноводства и кормопроизводства. – 2014. – Т. 3, № 7. – С. 433–437.
10. Кузнецова, Е. А. Обзор научных исследований по измельчению зерна / Е. А. Кузнецова, П. А. Епифанов // Агротехника и энергообеспечение. – 2017. – № 3. – С. 21–26.
11. Бугаев, А. А. Процесс измельчения в комбикормовом производстве / А. А. Бугаев, Е. В. Соловьева, С. И. Кононенко // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2002. – № 4 (269). – С. 34–35.

Аннотация. Проведен анализ факторов в системе приготовления зерновых кормов в условиях малых форм хозяйствования (КФХ) Нижегородской области. Рассмотрены ключевые аспекты использования зерновых кормов.

Ключевые слова: крестьянские фермерские хозяйства, зерновые корма, измельчение, дрожжевание, экструдирование, гранулирование, измельчители зерна.

СПОСОБ ПРИПОСЕВНОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ

В. Е. НИКИФОРОВ¹
А. В. МЫЗИН²

¹ФГБУН «Вологодский научный центр Российской академии наук»,
Вологда, Российская Федерация

²«Крестьянское хозяйство Мызина Александра Васильевича»,
Российская Федерация

Введение. Для эффективного ведения сельского хозяйства необходимо качественно увеличивать производство продукции растениеводства, улучшать технологии и методы внесения удобрений в земледелии. Минеральные удобрения влияют на рост растений и урожайность различных сельскохозяйственных культур. Как правило, при внесении основной массы удобрений в почву при посеве не обеспечивается их эффективное использование до начала развития растений. Существенное снижение технологических затрат обеспечивает дозированное внесение удобрений, уменьшая тем самым антропогенную нагрузку на окружающую среду. Вместе с тем дифференцированное применение жидких органических удобрений позволяет повысить их окупаемость на 25–30 %, получать чистые продукты и корма [1].

Целью данной работы является повышение эффективности действия жидких удобрений. Новизна заключается в том, что предложенный способ внесения жидких комплексных удобрений при посеве семян ускоряет их прорастание.

Основная часть. В семенах получение влаги из окружающей среды весьма затруднено, так как сорбционные процессы протекают медленно и удобрения длительно не включены в процесс развития, пока не сформируется корневая система. Действие вносимых удобрений в сухом виде происходит в поверхностном слое почвы с задержкой, от чего снижается их эффективность, поскольку развитие корневой системы растений имеет достаточно длительный период. При этом удобрения в жидком виде наиболее эффективно усваиваются растениями [2, 3].

В производственных условиях необходимо грамотно обеспечить распределение оптимальных норм внесения минеральных удобрений в почву. Существуют разнообразные конструкции высевальных меха-

низмов и сеялок, с возможностью одновременно производить посев и внесение различных удобрений в почву. Однако подобные механизмы современных сеялок позволяют дозированно вносить в почву удобрения отдельно, снижая их активное действие.

Чтобы повысить эффективность применения удобрений, А. В. Мызин предложил усовершенствовать способ посева семян одновременно с внесением жидких удобрений. Целью предлагаемого способа является повышение эффективности обработки семян с дозированным внесением комплексных удобрений непосредственно при высеве [4, 5]. Также в «Крестьянском хозяйстве Мызина Александра Васильевича» разработано устройство и проведена производственная проверка технологии по способу припосевного внесения жидких удобрений.

Функциональная технологическая схема разработанного устройства (рис. 1) содержит бункер 1, систему транспортировки семян 6 и распределитель для высевы семян 7. Устройство дополнительно имеет емкость для раствора жидких удобрений 2, оснащено дозирующим насосом 3 и трубками 4 подачи на форсунки 5 для внесения жидких удобрений в рабочую зону сошника 8.

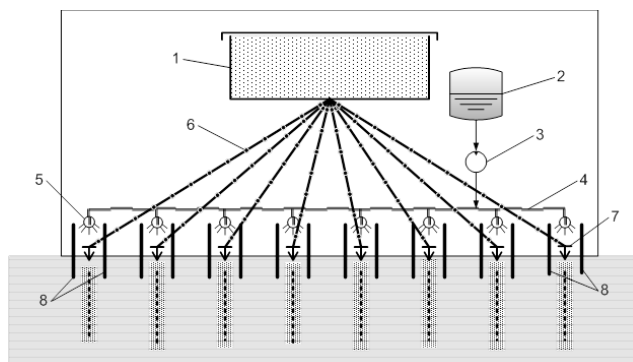


Рис. 1. Схема устройства припосевного внесения жидких удобрений

В направлении движения сеялки совместно происходит распыление жидкого удобрения, от чего семена частично смачиваются водным раствором удобрений.

Агротехнический результат заключается в том, что данный способ позволяет активизировать семена на начальной стадии для ускорения прорастания, а растворенные в воде удобрения обеспечивают под-

кормку, от чего улучшается развитие растений с получением высокой урожайности. В ходе производственной проверки проводились полевые контрольные посевы, отмечается и эффективность использования припосевной обработки семян с дозированным внесением гуминовых удобрений.

В результате применения способа припосевного дозированного внесения в почву жидких комплексных удобрений происходит фактическое ускорение развития растений с опережением фазы вегетации растения на 6–7 дней.

Эксплуатация данного устройства позволяет повысить урожайность культур на 10–15 %.

Заключение. Для получения высокой урожайности сельскохозяйственных культур необходимо использование современного оборудования, которое позволяет проводить процесс высева и дозированное внесение жидких удобрений в наиболее короткие агротехнические сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Точное земледелие и энергоресурсосбережение / Г. И. Личман, Н. М. Марченко, А. Н. Марченко // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – Москва: ГНУ ВИЭСХ, 2010. – Ч. 2. – С. 3–6.
2. Каинсон, А. Я. Механизация внутрипочвенного питания сельскохозяйственных культур / А. Я. Каинсон, Ю. С. Разыграев. – Москва: Колос, 1970.
3. Ефимов, В. Н. Система удобрения / В. Н. Ефимов, И. Н. Донских, В. П. Царенко. – Москва: Колос. С, 2002. – 320 с.
4. Способ дозированного внесения жидких комплексных удобрений припосевной обработки семян и устройство для его осуществления. Патент № 2714737 (от 19.02.2020). / Мызин А. В., Мызин И. А., Никифоров В. Е., Задумкин К. А., Никитин Л. А. / МПК А01 С14/00, С05 F3/06., заявка № 2018128107.
5. Никифоров, В. Е. Разработка способа и устройства для дозированного внесения жидких комплексных удобрений припосевной обработки семян в КХ Мызина А. В. / В. Е. Никифоров, Л. А. Никитин, А. В. Мызин // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы. – 2021. – С. 103–107.

Аннотация. Рассмотрен вопрос повышения эффективности дозированного внесения удобрений. Разработан способ, позволяющий вносить жидкие удобрения во время высева семян.

Ключевые слова: способ, устройство, внесение жидких удобрений, сеялка, семена.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ РЕАЛИСТИЧНЫХ МАКЕТОВ КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ

А. К. РЕНДОВ, аспирант
П. Ю. КРУПЕНИН, канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В настоящее время из дикорастущих растений нашей страны наиболее ценна клюква. Достоинство клюквы – это высокие пищевые и лечебно-профилактические свойства за счет содержания в ней значительного количества биологически активных веществ. В совокупности это обеспечивает ягоде высокий спрос как на внутреннем, так и на внешнем рынках. В настоящее время происходит сокращение площади, занимаемой дикорастущими растениями клюквы. Чтобы удовлетворить потребности населения нужно увеличивать объемы промышленного выращивания клюквы крупноплодной. Одной из проблем технологии выращивания данной культуры на промышленных плантациях Республики Беларусь является применение малопроизводительных и трудоемких технических средств для уборки ягод. Поэтому совершенствование технического обеспечения процесса уборки клюквы крупноплодной является актуальной научно-технической задачей, решение которой обеспечит сокращение затрат энергетических и материальных ресурсов на единицу продукции и повышение ее качества [1–4].

Основная часть. Для того чтобы экспериментально совершенствовать технические средства для уборки ягод клюквы нам потребуются свежие ягоды. Ягоды имеют ограниченный срок годности что затрудняет проведение лабораторных исследований в течение длительного времени. Поэтому стоит найти им альтернативу. Использование в лабораторных исследованиях макетов ягод позволит получить прочный, износостойкий и непортящийся материал, точно имитирующий поведение реальных ягод клюквы при их погружении в воду, что упростит и удешевит проведение лабораторных исследований процесса уборки ягод клюквы крупноплодной мокрым способом [5, 6].

Массоразмерные характеристики определяют размеры и вес измеряемого объекта. Они являются важной информацией для дальнейших исследований. Знание массоразмерных характеристик позволяет опре-

делить все возможности исследуемого объекта. Таким образом, массогабаритные характеристики играют важную роль в исследовании ягод клюквы крупноплодной [3].

В результате анализа априорной информации и расчетов среднего объема и плотности ягод клюквы крупноплодной, установлено, что расчетные значения данных параметров варьируется в зависимости от размера ягод. Например, плотность ягод мелкой фракции на 40,4 % превышает плотность ягод крупной фракции. В связи с этим, с целью более корректного представления физико-механических свойств ягод клюквы крупноплодной, определение плотности ягод следует выполнять независимо для каждой фракции. Пренебрежение указанной рекомендацией и использование среднего значения плотности для ягод различных размерных фракций может приводить к некорректному результату: расчетная плотность превышает 1000 кг/м^3 , а следовательно такие ягоды должны тонуть в воде, что, в свою очередь, противоречит технологическому процессу их уборки «мокрым» способом.

Распределение ягод клюквы крупноплодной по размерам (фракциям) чаще всего представлено следующими фракциями: мелкая, крупная и средняя. В связи с тем, что размер ягод может быть задан одним из измерений (длина, ширина и высота), предлагается осуществлять деление ягод на фракции по их объему, а не по одному из линейных размеров. Нами были проведены эксперименты, в которых мы определяли, линейные размеры (два поперечных диаметра и длина), массу и объем ягод (таблица).

**Средние значения параметров для фракций
ягод клюквы крупноплодной**

Фракция по объему, см^3	Доля фракции	Масса m_f , $\times 10^{-3} \text{ кг}$	Длина L_f , мм	Диаметр D_f , мм	Объем V_f , $\times 10^{-6} \text{ см}^3$	Плотность ρ_f , кг/м^3
до 1	0,032	1,12	14,20	10,48	0,81	1367,37
1...2	0,246	1,39	16,61	13,53	1,59	873,48
2...3	0,502	1,78	18,85	15,85	2,48	717,95
3...4	0,206	2,09	20,68	17,73	3,40	615,13
Более 5	0,014	1,97	22,53	19,01	4,26	461,98

Из данных, приведенных в таблице, следует, что средняя масса ягод от мелкой фракции к крупной увеличивается на 75,9 %, длина ягоды – на 58,7 %, диаметр – 81,4 %, объем – на 55,6 %, при этом плотность ягод снижается в 3 раза.

В качестве способа изготовления макетов ягод предлагается использовать 3D-печать. По данному способу модели могут изготавливаться однородными (внутреннее пространство полностью заполнено материалом) и неоднородными, представляющими собой сплошную оболочку, внутреннее пространство которой лишь частично заполнено материалом в виде пространственной структуры (соты, прямоугольник, треугольник, волна). Степень заполнения измеряют в процентах, т. е. при заполнении 0 % получают пустотелую модель, а при 100 % – внутреннее пространство полностью заполнено материалом.

3D модель макета ягоды клюквы (рис. 1) представляет собой эллипсоид с осями L_{ϕ} , D_{ϕ} . Конструктивно модель имеет сплошную оболочку толщиной b , пространство внутри которой заполнено сотовой структурой.

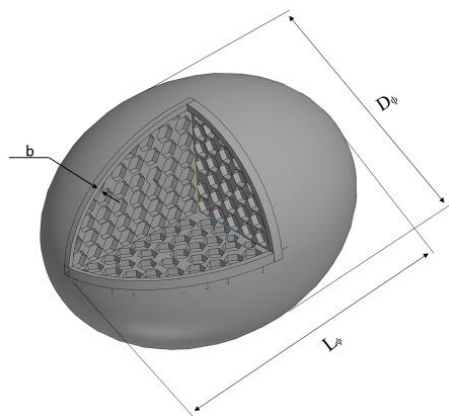


Рис. 1. 3D-модель макета ягоды клюквы

Чтобы масса и плотность макета соответствовали реальной ягоде нужно определить степень заполнения внутреннего пространства при печати макета. Правильная степень заполнения повышает точность модели, гарантируя что она будет вести себя на воде аналогично реальной ягоде клюквы. Заполнение внутренней полости пространственной структурой стабилизирует форму модели и позволяет ей сопротивляться физическим нагрузкам. В совокупности это позволит использовать макеты ягод в ходе лабораторных исследований по обосно-

ванию параметров технических средств для уборки клюквы крупноплодной «мокрым» способом.

Для изготовления макетов мы выбрали пластик полилактид (ПЛА, PLA) – экологичный, биоразлагаемый материал, получаемый из натурального сырья, как правило, из крахмала агропромышленных отходов кукурузы и сахарного тростника, которой далее перерабатывается в молочную кислоту, лактид и, в конечном счете, в итоговый полимер. Плотность полилактида составляет 1 230...1 250 кг/м³.

Заключение. Предложенный способ изготовления макетов ягод клюквы крупноплодной методом 3D-печати позволяет получить материал, имитирующий свойства реальных ягод что упростит и удешевит проведение лабораторных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cranberry production in the pacific northwest. A pacific northwest extension publication. – Washington, Oregon, Idaho. USA, 1984. – 50 p.
2. Project plan for cranberry production in the Pinsk district, Brest region Byelorussian Soviet Socialist Republic. – Omaha, Nebraska, USA, 1985. – 42 p.
3. Рендов, А. К. Повышение эффективности промышленного производства клюквы путем совершенствования средств механизации для ее возделывания / А. К. Рендов // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 94–97.
4. Сачивко, Т. В. Коллекция рода *Vaccinium* в Ботаническом саду БГСХА / Т. В. Сачивко // Ботанические сады и дендрологические парки высших учебных заведений. – Горки: БГСХА, 2017. – С. 83–86.
5. Яковлев, А. П. Культивирование клюквы крупноплодной и голубики топяной на выработанных торфяниках севера Беларуси: оптимизация режима минерального питания / А. П. Яковлев, Ж. А. Рупасова, В. Е. Волчков. – Минск: Тонпик, 2002. – 188 с.
6. Развитие и метаболизм клюквы крупноплодной в Белорусском Полесье / Ж. А. Рупасова [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1989. – 205 с.

Аннотация. Представлены параметры макетов ягод клюквы крупноплодной и способ их изготовления методом 3D-печати, предусматривающие изменение массы и плотности макетов посредством различной степени заполнения пластиком их внутренней полости.

Ключевые слова: клюква крупноплодная, гранулометрический состав, массогабаритные характеристики, 3D-модель ягоды.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И IoT В МОНИТОРИНГЕ РАБОТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

А. Ф. СТАНКЕВИЧ, ст. преподаватель

Белорусский государственный аграрный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Введение. В последние десятилетия сельское хозяйство переживает период активной цифровизации, которая значительно изменяет подходы к управлению агропроизводством. Важнейшим элементом этого процесса является внедрение инновационных технологий, таких как Интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект (ИИ). Эти технологии оказывают существенное влияние на эффективность работы сельскохозяйственной техники, обеспечивая более точный мониторинг, диагностику и управление процессами. Цифровое сельское хозяйство использует технологию больших данных (Big Data) [1–6].

Основная часть. IoT в сельском хозяйстве представляет собой сеть взаимосвязанных устройств, которые могут собирать, передавать и обмениваться данными без вмешательства человека. В контексте сельскохозяйственной техники это означает использование датчиков и приборов, которые могут в реальном времени отслеживать состояние машин, агрегатов и узлов.

Датчики и устройства для мониторинга являются основой системы IoT. В сельскохозяйственной технике могут использоваться различные типы датчиков [7]:

- вибрационные датчики – отслеживают вибрацию отдельных узлов, таких как двигатель, трансмиссия, и могут сигнализировать о возможных неисправностях;
- температурные датчики – контролируют температуру в системе охлаждения двигателя, что помогает предотвратить перегрев и повреждения.
- датчики давления и уровня жидкости – позволяют следить за состоянием гидравлических и топливных систем.
- датчики крутящего момента – позволяют оценить эффективность передачи мощности;

– датчики нагрузки на ось и гидравлику – контролируют вес и усилия при работе с оборудованием.

Эти данные передаются на центральные серверы или в облачные системы для дальнейшего анализа. Системы мониторинга в реальном времени позволяют оперативно получать информацию о состоянии техники и вовремя проводить необходимые технические мероприятия.

Телеметрия и облачные платформы обеспечивают сбор и передачу данных с техники в удаленные системы для дальнейшей обработки. Благодаря телеметрии, операторы сельскохозяйственной техники могут в реальном времени отслеживать параметры работы машин, что позволяет принимать решения оперативно, минимизируя риски аварий и простоя.

Анализ данных с датчиков с использованием ИИ позволяет значительно повысить точность диагностики. Искусственный интеллект может обрабатывать данные с сотен и тысяч датчиков, выявляя закономерности, которые невозможно заметить с помощью традиционных методов анализа. Например, ИИ может обнаружить начальный износ подшипников, когда вибрации или температура находятся в пределах нормы, но уже начинают выходить за пределы ожидаемых показателей.

Модели прогнозирования, основанные на ИИ, позволяют предсказывать возможные поломки и аварийные ситуации. ИИ использует данные о работе техники и применяет методы машинного обучения для выявления паттернов, которые могут предсказать сбои в будущем. Например, в результате анализа данных о состоянии двигателя система может рекомендовать замену некоторых компонентов до того, как они выйдут из строя.

Оптимизация работы техники с использованием ИИ включает в себя не только диагностику, но и регулировку параметров работы техники в реальном времени. Например, системы ИИ могут корректировать обороты двигателя или настроить параметры системы зажигания в зависимости от состояния окружающей среды и других факторов, что способствует экономии топлива и уменьшению износа техники.

Системы мониторинга на базе IoT и ИИ помогают заранее выявить неисправности и предупредить аварийные ситуации. Например, если система выявит превышение температуры в системе охлаждения двигателя, оператор будет проинформирован заранее, что позволит предотвратить серьезные поломки.

Внедрение IoT и ИИ в сельское хозяйство значительно сокращает расходы на ремонты и техобслуживание. Прогнозирование поломок и

замены деталей позволяет заранее планировать мероприятия, что минимизирует затраты и время простоя.

Современные цифровые устройства открывают дополнительные возможности для непрерывного удаленного контроля за техническим состоянием машин, оперативного реагирования с целью предотвращения или устранения неисправностей [8].

Системы, основанные на IoT и ИИ, позволяют максимально эффективно использовать технику, оптимизируя ее работу в зависимости от текущих условий. Например, с помощью ИИ можно минимизировать расход топлива, регулировать скорость и мощности работы машин, что повышает производительность и снижает расходы.

Благодаря более точному мониторингу и оптимизации работы техники, снижается расход топлива и выбросы загрязняющих веществ. Это способствует уменьшению углеродного следа сельскохозяйственного производства, что особенно важно в условиях глобальных изменений климата.

Несмотря на явные преимущества, внедрение IoT и ИИ в сельское хозяйство сталкивается с рядом проблем:

- сложности в интеграции новых технологий с существующими моделями сельскохозяйственной техники.
- высокая стоимость разработки и внедрения IoT и ИИ-систем, особенно для небольших фермерских хозяйств.
- необходимость в создании высокоскоростных интернет-сетей и облачных платформ для обработки данных с устройств IoT.
- нехватка квалифицированных специалистов, способных работать с высокотехнологичными системами мониторинга.

Внедрение технологий IoT и ИИ в сельское хозяйство будет продолжаться развиваться, учитывая рост интереса к устойчивому и высокопроизводительному сельскому хозяйству.

Заключение. Внедрение технологии IoT и ИИ в мониторинг сельскохозяйственной техники становится ключевым направлением цифровой трансформации агросектора. Системы, основанные на потоковом сборе данных с датчиков и их анализе с помощью моделей машинного обучения, позволяют повысить надёжность машин, сокращать незапланированные простои, оптимизировать расход топлива и снизить эксплуатационные расходы. Для успешного внедрения необходима целостная архитектура: от выбора и размещения датчиков до стратегии сбора, передачи и хранения данных, а также адаптации моделей ИИ под локальные эксплуатационные условия. Особое внимание следует уделить стандартизации протоколов, кибербезопасности, под-

готовке персонала и экономическому обоснованию проектов. В условиях Республики Беларусь развитие государственных программ поддержки, создание учебных курсов для персонала и пилотные проекты на уровнях хозяйств и кооперативов ускорят масштабирование технологий и принесут ощутимый экономический и экологический эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Искусственный интеллект и охрана труда / А. Р. Созоник, М. И. Усенко, М. А. Малей, В. Н. Босак // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 18–21.
2. Ладощенко, С. М. Использование AR-технологии в охране труда / С. М. Ладощенко, Д. Н. Бессарабов, В. В. Пузевич // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 128–129.
3. Малей, М. А. Цифровые двойники как инструмент для оптимизации системы охраны труда / М. А. Малей, М. И. Усенко, В. Н. Босак // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 145–147.
4. Применение виртуальной и дополненной реальности в охране труда / С. А. Корчик, Т. В. Молош, С. Ю. Хамутовский, Н. М. Усик // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2025. – Вып. 10. – С. 52–56.
5. Советникова, О. П. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве Республики Беларусь / О. П. Советникова // Стратегия и тактика развития производственно-хозяйственных систем. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2021. – С. 133–135.
6. Черняк, Р. Д. Влияние цифровизации на безопасность жизнедеятельности человека / Р. Д. Черняк, М. В. Цайц // Обеспечение безопасности жизнедеятельности на современном этапе развития общества. – Горки: БГСХА, 2025. – С. 144–146.
7. Казакевич, П. Концептуальные основы развития цифрового сельского хозяйства / П. Казакевич, А. Пилипук, А. Такун // Наука и инновации. – 2022. – № 6. – С. 10–15.
8. Помогаев, В. М. Мониторинг технического состояния сельскохозяйственных машин и качество технологических операций / В. М. Помогаев // Вестник ОмГАУ. – 2022.

Аннотация. Рассмотрены основные аспекты применения IoT и ИИ в мониторинге работы сельскохозяйственной техники, а также преимущества и вызовы, которые могут возникнуть при внедрении этих технологий. Особое внимание уделено возможностям и перспективам их применения в Республике Беларусь, где сельское хозяйство играет важную роль в экономике страны.

Ключевые слова: интернет вещей; искусственный интеллект; мониторинг техники; прогнозирование отказов; сельскохозяйственная техника; датчики.

К ВОПРОСУ ОДНОВРЕМЕННОГО ВЫСЕВА ТРАВосмЕСЕЙ ИЗ КРУПНЫХ И МЕЛКИХ СЕМЯН СЕЯЛКОЙ СПУ-6

А. И. ФИЛИППОВ¹, канд. техн. наук, доцент

А. А. ЭБЕРТС¹, ст. преподаватель

С. Д. ЛЕЩИК², канд. техн. наук, доцент

К. Л. ПУЗЕВИЧ³, канд. техн. наук, доцент

¹Гродненский государственный аграрный университет,

Гродно, Республика Беларусь

²Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,

Гродно, Республика Беларусь

³Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,

Горки, Республика Беларусь

Введение. Предлагаемое техническое решение – двухсекционная распределительная пневматическая система для высева травосмесей из крупных и мелких семян – относится к универсальным пневматическим сеялкам и может быть использована в сельскохозяйственном машиностроении.

Сеялки типа СПУ-6 с двухсекционной распределительной пневматической системой, включают два бункера с установленными под ними двумя катушечно-желобчатыми высевающими аппаратами, вентилятор с регулировочной заслонкой, воздуховоды с патрубками крепления к двум вертикальным подводящим трубопроводам, две распределительные головки, семяпроводы, сошники [1–3].

Для того, чтобы получить травосмесь двух трав одновременно, из крупных и мелких семян сеялкой СПУ-6 сначала высевают крупные семена одной травы, а потом поперек предыдущего посева высевают мелкие семена другой травы, что отрицательно сказывается на экономии времени, расходе топлива, затратах труда и производительности.

Но подобной двухсекционной пневматической распределительной системой для высева и распределения семян нельзя высевать одновременно семена двух различных трав, состоящих из крупных и мелких семян, настроив при этом один катушечно-желобчатый высевающий аппарат на нормальный высев, а второй на микровывес и регулируя при этом одновременно воздушные потоки, направляемые от вентилятора к вертикальным подводящим трубопроводам [4–6].

По проведенным нами исследованиям наиболее подходящим тех-

ническим решением данной задачи является установка дополнительной регулировочной заслонки в патрубке крепления к подводящему вертикальному трубопроводу, что позволяет высев одновременно двух видов различных трав, состоящих из крупных и мелких семян для получения травосмеси при заготовке кормов.

Основная часть. Предлагаемая двухсекционная распределительная пневматическая система для высева травосмесей из крупных и мелких семян (рис. 1) состоит из двух бункеров 1 с установленными под ними двумя катушечно-желобчатыми высевающими аппаратами 2, вентилятора 3 с регулировочной заслонкой 4, воздухопроводов 5 с патрубками крепления 6 к двум вертикальным подводящим трубопроводам 7, двух распределительных головок 8, семяпроводов 9, сошников 10, где в одном из воздухопроводов 5 в патрубке крепления 6 к вертикальному подводящему трубопроводу 7, установлена дополнительная регулировочная заслонка 11, соответствующая его внутреннему диаметру с отверстием посередине меньшим в полтора-два раза, чем диаметр этой заслонки и с возможностью вращения внутри патрубка крепления в вертикальной плоскости и фиксации в положении «закрыто» или «открыто» [6, 7, 8].

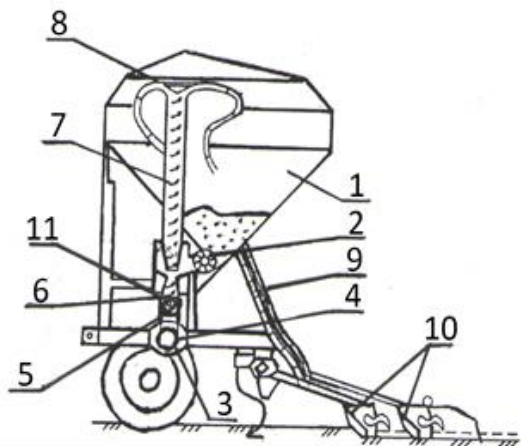


Рис. 1. Сеялка СПУ 6 с двухсекционной распределительной пневматической системой для одновременного высева травосмесей из крупных и мелких семян

Технологический процесс двухсекционной распределительной пневматической системы для высева травосмесей из крупных и мелких семян работает следующим образом. При высеве семян двух видов различных трав, состоящих одновременно из крупных и мелких семян в один бункер, засыпаются крупные семена трав, а во второй бункер – мелкие семена трав. Один катушечно-желобчатый высевающий аппарат настраивается в положении нормального высева, а второй катушечно-желобчатый высевающий аппарат настраивается в положении микровысева. В таком случае необходимая доза высева устанавливается также рабочей длиной катушки на крупные семена одним катушечно-желобчатым высевающим аппаратом, настроенным на нормальный высев и на мелкие семена вторым катушечно-желобчатым высевающим аппаратом, настроенным на микровысев. Основная заслонка на вентиляторе остается в положении нормального высева «открыто», а дополнительная заслонка в патрубке крепления к вертикальному подводящему трубопроводу, устанавливается в положение микровысева «закрыто» (рис. 2) [9, 10, 11].

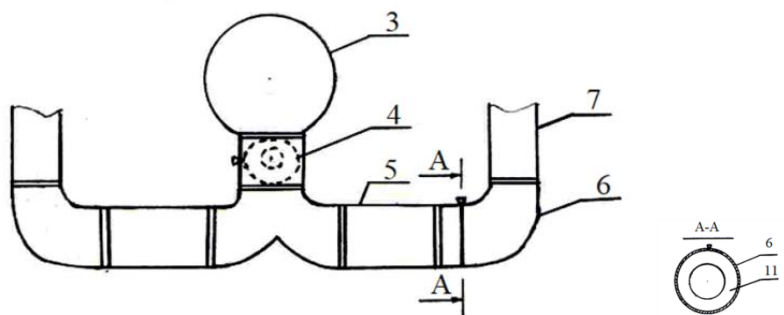


Рис. 2. Двухсекционная распределительная пневматическая система для высева травосмесей из крупных и мелких семян на основе сеялки СПУ-6

Из одной секции высеваются семена трав крупные, а из другой секции семена трав мелкие. В результате три метра засеваются крупными семенами, а три метра мелкими. При скашивании урожая таких посевов кормоуборочным комплексом КГ-6 с жаткой шесть метров ширины захвата скошенная масса с одной и другой стороны транспортируется к центру и к питающее измельчающему аппарату, в котором сме-

шивается, измельчается и грузится в транспортное средство. Если скашивание происходит без измельчения косилкой типа КПр-6, то скошенная масса с левой и правой стороны соединяется в центре, смешивается и укладывается в валок для дальнейшего использования.

В итоге при заготовке кормов получается качественная травосмесь из двух видов различных трав, посеянных одновременно из крупных и мелких семян [12, 13, 14].

Заключение. Использование предлагаемого технического решения позволяет высевать за один проход по полю одновременно две травы из крупных и мелких семян, что при скашивании даёт возможность получать качественную травосмесь, выращенную одновременно из крупных и мелких семян трав, которые не надо было сеять по отдельности. Это даёт экономию времени, снижение затрат труда, снижение расхода топлива, увеличение производительности и получение качественной травосмеси при заготовке кормов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельскохозяйственные машины: практикум / Э. В. Заяц [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – С. 78–89.
2. Филиппов, А. И. Исследование килевидных и дисковых сошников, пружинных и цепныхзагортачей с сеялкой СПУ-6 при возделывании люпина / А. И. Филиппов, Е. М. Клезович, Е. А. Прокопчук // Сельское хозяйство – проблемы и перспектив. – Гродно: ГГАУ, 2009. – С. 191–200.
3. Черник, А. В. Сравнительная агротехническая оценка работы килевидных и дисковых сошников сеялок типа СПУ-6 при возделывании люпина / А. В. Черник, А. И. Филиппов // Материалы XII международной студенческой научной конференции. – Гродно: ГГАУ, 2011. – Ч. 3. – С. 101–103.
4. Филиппов, А. И. Распределительное устройство пневматической сеялки / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Г. С. Цыбульский // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: ГГАУ, 2011. – Ч. 1. – С. 174–176.
5. Филиппов, А.И. Многоканальная распределительная головка / А. И. Филиппов [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: ГГАУ, 2012. – Ч. 1. – С. 120–121.
6. Пневматический распределитель семян сеялок типа СПУ / А. И. Филиппов [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: ГГАУ, 2012. – С. 243–249.
7. Копач, А. Э. Оценка урожайности и качества посева люпина почвообрабатывающе-посевным агрегатом АПП-3А и сеялкой СПУ-4Д / А. Э. Копач, А. И. Филиппов // Сборник научных статей по материалам XX Международной студенческой конференции. Агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2019. – С. 21–22.
8. Лукашевич, С. М. Оценка густоты всходов и глубины заделки семян килевидными и дисковыми сошниками почвообрабатывающе-посевного агрегата АПП-3А при возделывании люпина узколистного / С. М. Лукашевич, А. И. Филиппов // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной студенческой конференции. Агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2022. – С. 26–28.

9. Лукашевич, С.М. Сравнительная оценка урожайности люпина узколистного при посеве килевидными и дисковыми сошниками агрегата АПП-3А / С. М. Лукашевич, А. И. Филиппов // Сборник научных статей по материалам XXIII Международной студенческой конференции. Агрономия. – Гродно: ГГАУ, 2022. – С. 29–30.

10. Филиппов, А. И. Сравнение урожайности и качества посева люпина почвообрабатывающе-посевным агрегатом АПП-3А с килевидными и дисковыми сошниками / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепёшкин, С. М. Лукашевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – Гродно: ГГАУ, 2022. – С. 119-127.

11. Филиппов, А. И. Эффективность послепосевного прикатывания при посеве овса сеялкой СПУ-6 / А. И. Филиппов, Н. Д. Лепёшкин, О. В. Иванович // Научно-технический процесс в сельскохозяйственном производстве. – Минск: Беларуская навука, 2024. – С. 261–267.

12. Восстановление продуктивности сеяных травостоев путем посева трав / А. А. Эбертс, П. Н. Бычек, А. И. Филиппов, Г. С. Цыбульский // Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: ГГАУ, 2024. – С. 279–281.

13. Сравнение урожайности овса при посеве сеялкой СПУ-6 без послепосевного прикатывания и с прикатыванием кольчато-зубчатым катком КЗК-6 // А. И. Филиппов, О. В. Иванович, С. Д. Лещик, К. Л. Пузевич // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 4. – С. 115–120.

14. Филиппов, А. И. Оценка всходов и глубины заделки семян при посеве овса сеялкой СПУ-6 с послепосевным прикатыванием кольчато-зубчатым катком КЗК-3 / А. И. Филиппов, К. Л. Пузевич, О. В. Иванович // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – С. 205–209.

Аннотация. Дано описание предлагаемого авторами технического решения двухсекционной распределительной пневматической системы для высева травосмесей из крупных и мелких семян, которая относится к универсальным пневматическим сеялкам и может быть использована в сельскохозяйственном машиностроении. Использование предлагаемого технического решения позволит высевать за один проход по полю одновременно две травы из крупных и мелких семян, что при скашивании дает возможность получать качественную травосмесь, вырастившую из крупных и мелких семян трав, которые не надо было сеять по отдельности.

Ключевые слова: сеялка, бункер, высевающий аппарат, пневматическая распределительная система, воздухопроводы, заслонки, семена, вентилятор, распределительные головки, семяпроводы, сошники.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЛЬНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТЫ

М. В. ЦАЙЦ, канд. техн. наук, доцент

И. А. ГРАЩЕНКО, ст. преподаватель

Г. Г. ЕВТУХ, ст. преподаватель

И. А. САВЧЕНКО, Д. Ю. СИМОНЕНКО, Н. И. ХИМДИАТ, студенты

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Льноводство является традиционной и стратегически важной подотраслью агропромышленного комплекса Республики Беларусь, обеспечивающей сырьем текстильную промышленность и вносящей вклад в экспортный потенциал страны [1–4]. В условиях глобальной конкуренции и роста спроса на натуральные волокна критически важным становится повышение эффективности производства. Целью данного исследования является всесторонняя диагностика текущего состояния льноводства в Беларуси, выявление внутривнутриотраслевых дисбалансов и оценка позиций на мировом рынке для определения точек роста. Задачи исследования: 1) анализ динамики ключевых показателей; 2) оценка региональной дифференциации; 3) изучение взаимосвязей между показателями и обеспеченностью техникой; 4) сравнительный анализ с другими странами-производителями.

Основная часть. Оценку динамики отраслевых показателей за период 2014–2024 гг. (рис. 1) [2, 4].

Анализ данных позволяет выявить следующие долгосрочные тренды. Посевная площадь льна-долгунца в Республике Беларусь оставалась относительно стабильной, колеблясь вокруг среднего значения в 46,7 тыс. га. Максимум был достигнут в 2019 г. (52,0 тыс. га), после чего наметилась тенденция к снижению до 45 тыс. га в 2024 г. (–5,6 % к уровню 2014 г.).

Валовой сбор волокна демонстрировал значительную волатильность (коэффициент вариации ~9 %), варьируясь от 37,2 тыс. т (2023 г.) до 48,0 тыс. т (2014 г.). Отсутствие устойчивого тренда роста на фоне стабильной площади указывает на влияние других факторов, прежде всего, урожайности.

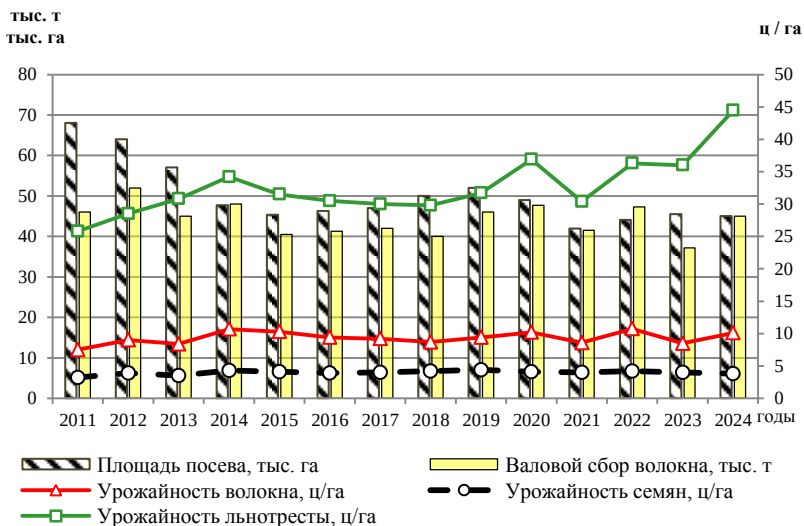


Рис. 1. Динамика показателей производства льна-долгунца в Республике Беларусь за 2014–2024 гг.

Урожайность волокна имела отрицательный тренд. Среднее значение за период составило 9,6 ц/га, при этом в 2024 г. показатель (10,1 ц/га) был на 5,6 % ниже, чем в 2014 (10,7 ц/га). Минимальное значение было зафиксировано в 2023 г. (8,5 ц/га). Стагнация данного показателя является главным сдерживающим фактором развития отрасли.

Урожайность семян оставалась стабильной на уровне 4,1 ц/га. Урожайность лютнотресты (соломы) показала исключительно положительную динамику, увеличившись с 34,2 ц/га в 2014 г. до 44,44 ц/га в 2024 году, что составило рост на 29,9 %. Этот успех свидетельствует о наличии в хозяйствах потенциала для роста биомассы, который не транслируется в рост выхода волокна, что требует отдельного технологического анализа [1, 5].

Для выявления структурных взаимосвязей был проведен корреляционный анализ показателей за 2014–2024 гг. Наиболее значимые выявленные связи:

1. Сильная положительная корреляция между Валовым сбором волокна и площадью посева ($r \approx 0,72$). Это ожидаемая связь, подтверждающая, что площадь является базовым фактором объема производства.

2. Умеренная положительная корреляция Валового сбора с Урожайностью волокна ($r \approx 0,55$). Подтверждает важность интенсивного фактора.

3. Отсутствие значимой корреляции между урожайностью волокна и урожайностью льнотресты ($r \approx 0,15$). Это свидетельствующее о том, что технологии, обеспечивающие прирост биомассы (соломы), не гарантируют пропорционального роста выхода целевого продукта – длинного волокна. Факторами, разрывающими эту связь, могут быть сроки уборки, технологии теребления и первичной переработки.

Анализ показывает, что при сохранении текущего уровня урожайности, для увеличения валового сбора на 1 тыс. т необходимо расширить посевные площади примерно на 0,8 тыс. га. В то же время, рост урожайности на 1 ц/га дает сопоставимый прирост сбора (~0,95 тыс. т), что указывает на равную значимость экстенсивного и интенсивного путей, однако второй является более предпочтительным с точки зрения ресурсоэффективности.

Анализ производственных показателей по областям (рис. 2) выявляет резкую региональную дифференциацию [6, 7]:

По валовому сбору лидирует Витебская область (8,1 тыс. т), что обусловлено самой большой посевной площадью (10,8 тыс. га). Однако урожайность волокна здесь одна из самых низких – 7,5 ц/га.

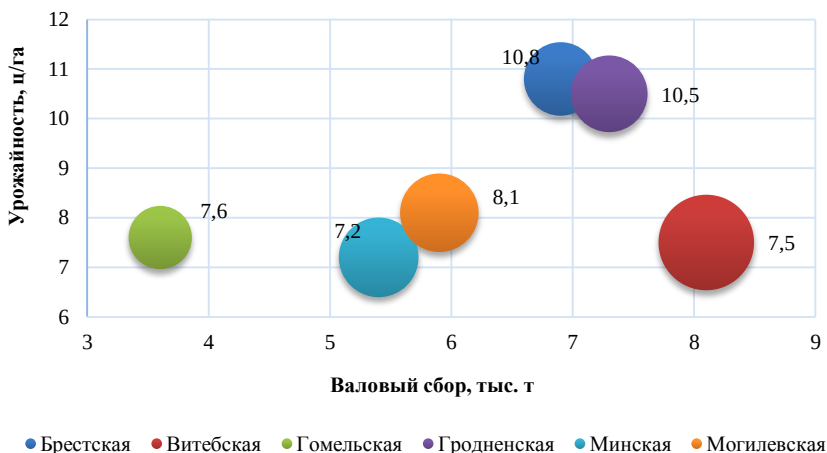


Рис. 2. Сравнение областей Беларуси по урожайности волокна и валовому сбору

Наибольшая урожайность волокна зафиксирована в Брестской (10,8 ц/га) и Гродненской (10,5 ц/га) областях. Эти регионы демонстрируют высокую эффективность, достигая значительных объемов сбора (6,9 и 7,3 тыс. т соответственно) при средних размерах площадей. Гомельская область является аутсайдером по всем показателям (сбор – 3,6 тыс. т, площадь – 4,7 тыс. га).

Для корректной оценки технической оснащенности рассчитаны показатели нагрузки посевной площади на единицу техники (га/ед.) по каждому типу машин и по областям. Установлено, что наибольшая нагрузка на теребилки наблюдается в Могилевской и Гомельской областях (>360 га/ед.), что может приводить к сжатым срокам уборки и потере качества [6]. Наибольшая нагрузка на прессподборщики – в Брестской и Гродненской областях (>89 га/ед.), что потенциально создает узкое место на этапе подбора валков.

По суммарной уборочной технике (теребилки+комбайны) наилучшая обеспеченность (наименьшая нагрузка) – в Минской и Могилевской областях (~70 га/маш.). Парадоксально, но именно эти области имеют одну из самых низких урожайностей (7,2 и 8,1 ц/га соответственно). Это указывает на то, что количество техники не является определяющим фактором урожайности. Ключевыми становятся качество техники (износ), агротехника и сроки выполнения работ.

Брестская область, демонстрирующая максимальную урожайность, имеет наибольшую нагрузку на уборочный парк (170 га/маш.). Это может свидетельствовать о более эффективной организации работ, лучшем техническом состоянии машин или более благоприятных почвенно-климатических условиях, позволяющих проводить уборку в оптимальные сроки даже при меньшем количестве единиц техники.

Закключение. Проведенный анализ позволяет сформулировать следующие выводы:

- льноводство Беларуси характеризуется стагнацией ключевого показателя эффективности – урожайности волокна при успешном росте урожайности биомассы (тресты).

- существует глубокая региональная диспропорция – Брестская и Гродненская области являются центрами эффективности, Витебская и Минская – обладают наибольшими резервами для роста, Гомельская – требует пересмотра целесообразности специализации.

- обеспеченность техникой не имеет прямой статистически значимой связи с урожайностью на региональном уровне, что смещает фокус проблем на качество техники, агротехнику и организацию работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пекарская, И. Л. Современное состояние льноводства в Республике Беларусь. Территориальные особенности развития отрасли / И. Л. Пекарская, Н. Ф. Воронкова // Социально-экономическая география в XXI веке: региональное развитие. – Минск: БГУ, 2017. – С. 61–66.
2. Получение семян в линии первичной переработки льна / В. А. Левчук, В. А. Шаршунов, М. В. Цайц [и др.]. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2025. – 192 с.
3. Сентюров, Н. С. Состояние уборки и переработки льна-долгунца в Республике Беларусь и перспективы развития / Н. С. Сентюров, М. В. Цайц // Тракторы, автомобили и машины для природообустройства. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 95–98.
4. Цайц, М. В. Анализ состояния уборки льна-долгунца в Республике Беларусь / М. В. Цайц, А. С. Алексеев // Аграрная наука - сельскому хозяйству. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2018. – С. 202–203.
5. Цайц, М. В. Отделение семенной части от стеблей льна роторно-бильным аппаратом при комбайновой уборке: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Цайц Максим Валерьевич; УО БГСХА. – Горки, 2024. – 239 с.
6. Шаршунов, В. А. Анализ обеспеченности льносеющих хозяйств Республики Беларусь техническими средствами для уборки льна-долгунца / В. А. Шаршунов, В. А. Кожановский, М. В. Цайц // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4. – С. 150–156.
7. Перепечаев, А. Н. Первичная переработка льна, проблемы и недостатки отрасли / А. Н. Перепечаев, А. Л. Рапинчук, А. Д. Четкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2020. – Вып. 53. – С. 15–18.

Аннотация. Проведен комплексный анализ динамики производства льна-долгунца в Республике Беларусь за период 2014–2024 гг. и его региональной дифференциации по областям. Методами описательной статистики, корреляционного и регрессионного анализа изучены взаимосвязи между ключевыми показателями. Дана оценка обеспеченности льноводческих хозяйств специализированной техникой в расчете на единицу посевной площади. Проведено сравнение эффективности отрасли Беларуси с мировыми лидерами. Выявлены ключевые проблемы: стагнация урожайности волокна и значительная региональная диспропорция.

Ключевые слова: лён-долгунец, урожайность, валовой сбор, региональный анализ, корреляция, техническая оснащенность, международное сравнение.

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

ЦЯО ХУАЙИН, аспирант
В. И. КОЦУБА, канд. техн. наук, доцент
М. В. ЦАЙЦ, канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Китай является третьим по величине производителем масличного льна в мире с ярко выраженными региональными особенностями. Согласно данным Национального бюро статистики за 2024 г., общая площадь посева масличного льна в стране составляет около 850 тыс. га, а годовой объем производства – 392 тыс. т.

Производства льна масличного в Китае сосредоточены в трех зонах: на северо-востоке (Хэйлунцзян, Цилинь), на северо-западе (Ганьсу, Нинся) и на севере Китая (Внутренняя Монголия). С точки зрения уровня урожайности основным производственным регионом в Северо-Восточном регионе является провинция Хэйлунцзян, которая занимает 38 % от общей площади посева масличного льна в стране, с годовым производством масла в 153 тыс. т. Благодаря плодородным почвам черноземного региона уровень урожайности здесь примерно на 35 % выше, чем в засушливом Северо-Западном регионе, где также выращивают масличный лен [1, 2].

Цель работы является анализ существующих технологий и технических средств для уборки льна масличного в Китае, а также обоснование перспективных направлений их совершенствования.

Основная часть. Даже в Северо-Восточном регионе, который является одним из основных районов производства льна масличного, площадь пашни составляет в среднем около 1,5 га на хозяйство, а уровень механизации составляет только 65 %, что значительно отстает от уровня механизации 95 % в Северной Америке [2].

Учитывая малые площади участков китайских фермеров, значительное количество льна убирается и обмолачивается ручным способом и сильно зависит от погодных условий, что затрудняет своевременную уборку льна.

Статистические данные показывают, что в провинции Хэйлунцзян имеется около 2 300 комбайнов для уборки семян льна, из которых примерно 80 % представляют собой зерноуборочные комбайны. По-

скольку при их разработке не учитывались особенности обмолота семян льна, их производительность составляет лишь 0,8 га/ч [2].

Уборка семян льна масличного зерноуборочным комбайном связана с существенными трудностями, из-за биологических особенностей культуры. В коре растения расположены прочные на срез и разрыв лубяные пучки. Они придают прочность стеблю, и для его срезания требуются в разы большие усилия, чем при кошении зерновых культур. Наблюдается высокая частота возникновения проблем с наматыванием волокон и остановками техники (около 15–20 % рабочего времени), что серьезно снижает эффективность уборки [3].

Начинают уборку льна при поздней полной спелости. Кроме спелости семян, при уборке льна зерноуборочным комбайном важна также спелость соломы. Желательно, чтобы солома была до основания бурой и сухой. Переспелые коробочки могут лопаться, но потери семян при этом ниже, чем при преждевременном обмолоте.

Для уборки льна меняют сегменты жатки на гладкие, без насечек, чтобы уменьшить вероятность зацепления стеблей и намоток. Если сегменты недостаточно острые, то при кошении происходит смятие стеблей, часть из них остаются в поле нескошенными и потери могут достигать 15 % от биологического урожая [3].

Применение очесывающих жаток позволяет избежать указанных проблем. Уборка льна жатками очесывающего типа обеспечивает снижение потерь урожая с 30 до 3 %, ростом производительности в 1,7...2 раза и экономию топлива на 40...50 % [4].

На малых участках для механизированной уборки масличного льна применяют агрегаты для мотоблоков – для скашивания льна (рис. 1, а) и для тюковки (рис. 1, б).



а



б

Рис. 1. Агрегаты для скашивания (а) и тюковки (б) льна масличного

Агрегат для скашивания льна масличного предназначен для срезания и укладывания льна в валок, после чего вручную выполняется тюковка, а тюки устанавливаются в поле для сушки на воздухе. После созревания семян обмолот выполняется вручную. Агрегат для тюковки срезаёт растения и собирает их в пучки, что сокращает этап ручной тюковки.

Недостаток этих агрегатов в том, что они могут выполнить только этап скашивания, а последующий обмолот необходимо проводить вручную. Весь процесс уборки требует двух выходов в поле, при этом сушка на воздухе сильно зависит от погодных условий, что снижает эффективность и удлиняет рабочий цикл [5, 6].

Учитывая малые размеры типовых фермерских хозяйств, в Китае возникает необходимость очеса семян льна масличного с обеспечением уборки с поля стеблей льна. Следовательно, при разработке машин для уборки льна масличного целесообразно рассмотреть конструкции машин для уборки льна долгунца.

Очесывающий барабан льноуборочного комбайна ЛК-4А (рис. 2) представляет собой вал 2 с двумя дисками 3 и 6, между которыми расположены гребни 7 и лопасти 4. Правый конец оси каждого гребня соединен кривошипом 5 с направляющим диском 6, вращающимся на эксцентрикe 8, поэтому при вращении барабана наклон очесывающих гребней не изменяется.

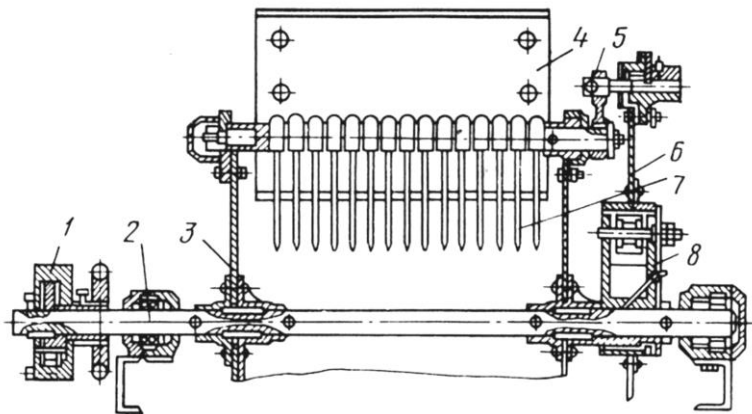


Рис. 2. Очесывающий барабан льноуборочного комбайна ЛК-4А:
1 – обгонная муфта; 2 – вал; 3, 6 – диски; 4 – вертикальная лопасть;
5 – кривошип; 7 – гребенка; 8 – эксцентрик

Для расчесывания и очеса головок льна зубья на гребнях установлены с различными промежутками: первые три промежутка – по 26 мм, следующие четыре – по 24, семь – по 17, пять – по 15 и между крайней парой зубьев 18 мм.

Закрепленные на гребнях барабана вертикальные лопасти предохраняют барабан от намоток путанины, а горизонтальные лопасти перебрасывают очесанные головки и подают их на транспортер вороха.

В УО БГСХА предложена конструкция обмолачивающего устройства для льноуборочного комбайна (рис. 3), сочетающего комбинированное (разрушающее и вычесывающее без грубого прочеса) воздействие рабочего органа на обрабатываемый материал [7].

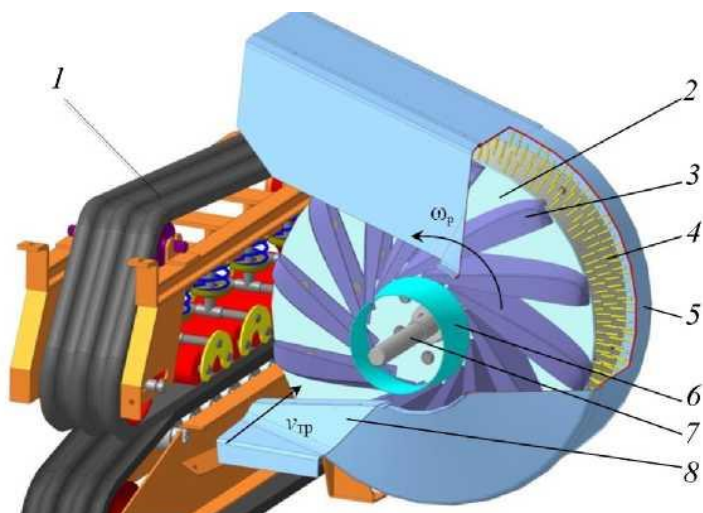


Рис. 3. Конструкция роторно-бильного аппарата: 1 – зажимной транспортер; 2 – ротор; 3 – бичи; 4 – вычесывающе-транспортирующая щетка; 5 – кожух; 6 – кольцо; 7 – вал ротора; 8 – стол

Обмолачивающее устройство состоит из зажимного транспортера 1 и роторно-бильного аппарата, имеющего улиткообразный кожух 5. Внутри кожуха на валу 7, параллельном транспортеру, установлен ротор 2, на боковой стороне которого жестко закреплены бичи 3, расположенные осями на расстоянии от центра вращения ротора. За ротором по ходу движения ленты льна установлена вычесывающе-транспортирующая щетка 4.

Боковая часть кожуха выполняет роль боковой деки, а цилиндрическая – нижней. На входе в зону обмолота установлено защитное кольцо 6, выходящее для исключения намотки стеблей льна на вал ротора и внутренние торцы бичей.

Стебли льна по поверхности стола 8 подводятся зажимным транспортером к ротору. При вращении ротор увлекает бичами 3 порции стеблей вниз в пространство между ротором 2 и декой, где происходит отделение семенной части от стеблей и частичное разрушение коробочек. После зоны отделения коробочек стебли попадают под воздействие щетки 4, которая вычесывает оставшиеся в ленте семена и направляет их на выгрузной транспортер.

Данное устройство обеспечивает качественное отделение семенных коробочек и семян от стеблей при минимальном их повреждении и позволяет получить семенной ворох с низким содержанием путанины.

Таким образом, для условий Китая целесообразно разрабатывать устройство для очеса льна масличного при уборке для зерноуборочных комбайнов, имеющих ширину захвата 1,5...2,2 м. Для такой ширины захвата может быть применен опыт уборки и очеса или обмолота льна долгунца, что позволит механизировать уборку как семенной части льна масличного, так и стеблей.

Заключение. В условиях Северо-Восточного региона Китая, который является одним из основных районов производства льна масличного, площадь пашни составляет в среднем около 1,5 га на хозяйство. Учитывая малые площади участков китайских фермеров, значительное количество льна убирается и обмолачивается ручным способом и сильно зависит от погодных условий, что затрудняет своевременную уборку льна.

Уборка семян льна масличного зерноуборочным комбайном связана с существенными трудностями из-за прочных на срез и разрыв лубяных пучков. Срезание льна требует высокого качества ножей жатки, значительно больших усилий на срез, а также приводит к наматыванию волокон и остановкам техники, что серьезно снижает эффективность уборки.

При разработке очесывающего устройства для уборки льна масличного зерноуборочными комбайнами, которые в условиях Китая имеют ширину захвата 1,5...2,2 м, может быть применен опыт разработки машин для уборки и очеса или обмолота льна долгунца, что позволит механизировать уборку как семенной части льна масличного, так и стеблей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный комитет по статистике Китая. Китайский статистический ежегодник 2024. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2024/indexeh.htm> (дата обращения: 16.04.2025).
2. Китайская академия сельскохозяйственных наук (CAAS). Отчет о развитии льняного сектора. 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.caas.cn> (дата обращения: 16.04.2025).
3. Уборка масличного льна: как оборудовать комбайн. [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.rostselmash.com/rastenievodstvo/uborka-maslichnogo-lna/> (дата обращения: 16.10.2025).
4. Техагросервис. Очесывающая технология уборки урожая и проблемы растениеводства. [Электронный ресурс]. URL: // <https://dzen.ru/tehagro> (дата обращения: 16.10.2025).
5. Ван, Г. Исследование моделей услуг по уборке льна / Ван Г. // Обзор китайской сельскохозяйственной экономики. – 2024. – Т. 16. – № 1. – С. 123–138.
6. Получение семян в линии первичной переработки льна / В. А. Левчук, В. А. Шаршунов, М. В. Цайц [и др.]. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2025. – 192 с.
7. Повышение эффективности получения семян льна-долгунца при комбайновой уборке / В. А. Шаршунов, М. В. Цайц, С. В. Курзенков [и др.] // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. – 2023. – № 7 (146). – С. 44–59. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-7-44-59.

Аннотация. Статья посвящена проблемам уборки льна масличного в условиях Китая: малые посевные площади (в среднем 1...15 га), значительная волокнистость стеблей льна (32...35 %), несоответствие параметров зерноуборочных комбайнов условиям уборки льна масличного обоснована необходимость разработки машин для уборки льна масличного. При разработке очесывающего устройства для уборки льна масличного зерноуборочными комбайнами, которые в условиях Китая имеют ширину захвата 1,5...2,2 м, может быть применен опыт разработки машин для уборки и очеса или обмолота льна долгунца, что позволит механизировать уборку как семенной части льна масличного, так и стеблей.

Ключевые слова: лен масличный, льносемена, уборка льна, комбайн, потери семян, ресурсосберегающие технологии, модернизация.

АНАЛИЗ МАШИН ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ

В. В. ШИШКОВА, аспирант
В. И. КОЦУБА, канд. техн. наук, доцент

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Республика Беларусь

Введение. При внутрипочвенном внесении удобрение подается непосредственно в зону корневой системы, что способствует быстрому усвоению питательных веществ растениями. В результате создаются условия для более полного использования потенциала почвы и повышения урожайности возделываемых культур.

Жидкие удобрения в зависимости от происхождения компонентов делятся на минеральные и органические. При этом растениям требуются оба вида подкормок, поэтому многие производители совмещают обе группы в виде жидких комплексных удобрений [1–8].

Целью работы является изучение способов и машин для внутрипочвенного внесения жидких удобрений.

Основная часть. Для внесения жидких удобрений используются следующие способы внесения:

- поверхностное: разбрызгиванием через отражатель, через распределитель с навесными шлангами, через распределитель с башмачной системой навесных шлангов;

- внутрипочвенное: подача под давлением в открытые бороздки, подача под давлением в бороздки с последующим закрытием, подача под давлением с применением рабочего органа в виде культиватора.

При поверхностном способе происходит неравномерное распределение удобрения по полю, неравномерный рост и созревание растений. Кроме того, при поверхностном внесении минеральных азотных и жидких органических удобрений происходят значительные потери азота из-за испарения газообразного аммиака (до 15...40 %).

Внутрипочвенное внесение жидкого органического удобрения в открытые бороздки применяется для использования на пастбищах или до посева в технологиях с минимальной обработкой почвы. При этом способом ножами или дисковыми сошниками в почве прорезаются борозды глубиной до 50 мм, куда вносится жидкое удобрение. Однако при внесении в открытые бороздки также происходит потеря азота.

Для исключения потерь питательных веществ применяют закрытие борозд прикатывающим катком или нажимными вальцами, расположенными позади стоек инжектора. Внесения жидкого удобрения в бороздку с последующим закрытием подразделяется на мелкое (50...100 мм) или глубокое (150...200 мм). Более глубокое внесение требуется при больших объемах навоза, чтобы избежать его просачивания на поверхность.

Внесение жидких удобрений в почву можно проводить разными способами: при обработке почвы почвообрабатывающим агрегатом с одновременным заделыванием в почву; при посеве почвообрабатывающе-посевными агрегатами; культиваторами для междурядной обработки пропашных культур; ликвилайзерами для точечной подкормки посевов [9–13].

При точечном внесении снижается вероятность механического повреждения корневой системы растений рабочими органами. Преимуществом точечного внутривспашечного внесения жидких удобрений является то, что его можно использовать на разных стадиях вегетации растений. Этот способ не требует дополнительной заделки удобрений и легко адаптируется к современным технологиям возделывания культур, таким как mini-till и no-till.

Для внутривспашечного внесения применяют различные машины, оснащенные рабочими органами почвообрабатывающих орудий (рис. 1).

ОАО «Бобруйскагромаш» выпускает машину МЖУ-20-1 (рис. 1, а) с адаптером АВВ-6 для внутривспашечного внесения жидких органических удобрений чизельного типа. Машина обеспечивает дозу внесения от 10 до 60 т/га при ширине захвата 6...12 м. Глубина заделки удобрений регулируется опорными колесами [9].

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработана машина МПВУ-16 (рис. 1, б) с адаптером дискового типа. Она имеет рабочую ширину захвата 3,5 м и производительность не менее 45 т/ч [10].

ООО «Техмаш» выпускает культиваторы для междурядной обработки культур типа КРН (рис. 1, в) с рабочей шириной захвата 4,2; 5,6 и 8,4 м, оснащаемые устройством для ленточного внесения гербицидов и КАС. Культиватор комплектуется двумя типами лап: плоскорежущими односторонними и стрельчатыми. Глубина обработки почвы составляет 3...14 см, производительность насоса – 50...80 л/мин, емкость рабочей жидкости – 500 л [11].

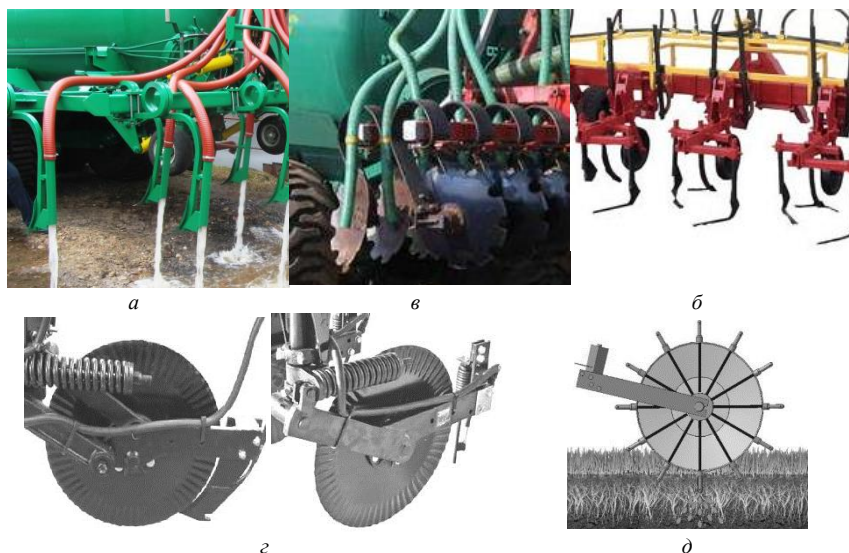


Рис. 1. Машины для внутрипочвенного внесения жидких удобрений:
МЖУ-20-1 (а); МПВУ-16 (б); КРН-4,2 (в); Farm King 1410 (г); Dupont Liquiliser (д)

Фирмой Farm King выпускается аппликатор-растениепитатель модели 1410 (рис. 1, г), который комплектуется волнистыми дисками диаметром 560 мм с инжектором или подкормочным ножом в зависимости от типа обрабатываемой почвы [12].

Фирмой Dupont выпускаются ликвилайзеры (рис. 1, д) для внутрипочвенного внесения жидких минеральных удобрений с рабочими органами в виде колеса с иглами, которые перекатываясь по поверхности поля, прокалывают почву и вводят удобрение на требуемую глубину [13].

Однако проблемой остается обеспечение равномерности внесения удобрений по глубине, особенно при подкормке растений, а также исключение выноса удобрений на поверхность при использовании ротационных рабочих органов. Поэтому необходимы дополнительные исследования по обоснованию рабочих органов с целью повышения эффективности внутрипочвенного внесения жидких удобрений.

Заключение. Преимуществом внутрипочвенного внесения жидких удобрений является обеспечение растений легкодоступными элементами питания без потерь питательных веществ.

Проблемой остается обеспечение равномерности внесения удобрений по глубине, особенно при подкормке растений, а также исключение выноса удобрений на поверхность при использовании ротационных рабочих органов. Поэтому необходимы дополнительные исследования по обоснованию рабочих органов для внутрипочвенного внесения жидких удобрений с целью повышения их эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
2. Босак, В. Н. Органические удобрения / В. Н. Босак. – Пинск, 2009. – 256 с.
3. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкоосушливых почвах / В. Н. Босак. – Минск, 2003. – 176 с.
4. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
5. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.
6. Применение однокомпонентных и комплексных удобрений / В. Н. Босак, О. Б. Дормешкин, А. Ф. Минаковский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 30 с.
7. Применение органических удобрений в интенсивном земледелии / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки : БГСХА, 2015. – 50 с.
8. Смянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смянович, В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.
9. Машина для внесения жидких органических удобрений МЖУ-20. Руководство по эксплуатации. – Бобруйск: ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагро-маш», 2020. – 85 с.
10. Машина для поверхностного и внутрипочвенного внесения жидкого навоза МПВУ-16 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belagromech.by/research/hardware/fertilizers/mashina-dlya-poverhnost-nogo-i-vnutripochvennogo-vneseniya-zhidkogo-navoza-mpvu-16>. – Дата доступа: 27.10.2025.
11. Культиватор для междурядной обработки почвы КРН-4,2 А. Руководство по эксплуатации. – Лида: ООО «Техмаш», 2014. – 14 с.
12. Fertilizer Applicator Model 1410. Operator and parts manual. – Willmar: Farm King, 2017. – 160 p.
13. Duport Liquiliser [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://duport.eu>. – Дата доступа: 27.02.2025.

Аннотация. Приведены характеристики и подробный анализ отечественных и зарубежных машин для внутрипочвенного внесения жидких удобрений.

Ключевые слова: жидкие удобрения, внутрипочвенное внесение, машины, рабочие органы.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Андруш В. Г., Шелегова Е. В. Электротравматизм в сельском хозяйстве в условиях роста энергонасыщенности производства	3
Барбасов Н. В. Методы оценки профессиональных рисков работников химической отрасли	8
Белохвостов Г. И., Кунаш М. В., Харченко М. В. Улучшение условий труда в кабине самоходной сельскохозяйственной техники путем разработки глушителей шума	12
Босак В. Н., Кондраль А. Е., Акулич М. П., Улахович Н. В. Особенности тушения пожаров при уборке и доработке урожая	16
Гаркуша А. В., Мисун Ал-р Л., Мисун Л. В., Горячко К. А. Алгоритм расчета акустических характеристик в кабине трактора с учетом воздействия внешних источников шума	20
Гармаза А. К., Азовская Н. О., Балакир М. В., Босак В. Н., Улахович Н. В. Особенности прохождения периодических медицинских осмотров при осуществлении профессиональной деятельности	25
Гращенко И. А., Цайц М. В., Сергеева И. И., Ионас Е. Л., Акулич М. П. Структура и специфика производственного травматизма в АПК Беларуси: анализ рисков в растениеводстве и животноводстве	29
Домненкова А. В., Босак В. Н., Сачивко Т. В., Сергеева И. И. Заготовка вторичных лесных ресурсов на территориях радиоактивного загрязнения	33
Евтух Г. Г., Левчук В. А., Гайдуков В. А. Основные факторы, влияющие на безопасное управление автомобилем	38
Ермак И. Т., Домненкова А. В., Босак В. Н., Сачивко Т. В., Сергеева И. И. Особенности применения агрохимикатов и пестицидов авиационным методом	41
Ионас Е. Л., Сергеева И. И., Цайц М. В., Малашевская О. В. Новые формы и требования к аттестации рабочих мест по условиям труда	46
Ионас Е. Л., Лисовская М. А. Требования охраны труда при работе с пестицидами в защищенном грунте	50
Катушёнок И. А., Корчик С. А., Шелегова Е. В. Повышение культуры безопасности работников агропромышленного комплекса	53
Киселев С. В., Домненкова А. В., Босак В. Н., Сачивко Т. В., Сергеева И. И. Человеческий фактор и безопасность труда	57
Кондраль А. Е., Босак В. Н., Сачивко Т. В., Акулич М. П. Организация работы службы охраны труда организации	62
Кондраль А. Е., Босак В. Н., Левчук В. А. Анализ причин несчастных случаев при выполнении работ на высоте на примере Могилевской области	67
Малашевская О. В., Ионас Е. Л., Цайц М. В., Сергеева И. И. Структура и региональное распределение химически опасных объектов Республики Беларусь	73
Мисун Ал-р Л., Мисун Л. В., Гаркуша А. В., Горячко К. А. Обоснование способа и технических средств для снижения уровня шума при эксплуатации трактора	78
Мисун Ал-й Л., Азаренко В. В., Мисун Л. В., Горячко К. А. К вопросу управления производственными рисками агропроизводства	83
Мисун Л. В., Мисун Ал-р Л., Азаренко В. В., Горячко К. А. Комплексная оценка профессиональной безопасности тракториста-машиниста	88

Мисун В. Л., Азаренко В. В., Мисун Ал-й. Л., Горячко К. А. Влияние организационного уровня агропроизводства на производственный травматизм	92
Молош Т. В., Корчик С. А., Евсюк К. В. Повышение безопасности при внесении твердых минеральных удобрений	96
Молош Т. В., Корчик С. А., Жаркова Н. Н. Требования безопасности в деревообрабатывающих производствах	100
Савченко И. А., Симоненко Д. Ю., Цайц М. В., Чайчиц А. В. Повышение эффективности использования времени смены зерноуборочного комбайна путем применения АСПТ	105
Самсонов В. Л., Попова Л. А. Опавшая листва как фактор опасного состояния дорожного покрытия	110
Сачивко Т. В., Босак В. Н., Сергеева И. И., Улахович Н. В. Энергосберегающие технологии в растениеводстве	113
Сергеева И. И., Цайц М. В., Ионас Е. Л., Акулич М. П. Пожары в природных экосистемах и способы их обнаружения	117
Сермяжко М. А., Ткачева Л. Т. Превентивный подход к обеспечению безопасности на основе AI-анализа поведения оператора	121
Симоненко Д. Ю., Сергеева И. И., Гращенко И. А. К вопросу определения массы газовых огнетушащих вещества в АСПТ зерноуборочного комбайна	126
Сороко В. И., Анищенко А. А. Экологические риски при опрыскивании в ветреную погоду	131
Тарайкович В. А. Применение информационной системы прослеживаемости продуктов животного происхождения на примере «АITS-прослеживаемость»	135
Шелюто Б. В., Цайц М. В., Ионас Е. Л., Сергеева И. И., Клочкова Н. В. Правовые основы оказания доврачебной помощи в Республике Беларусь: анализ современного состояния и перспективы	140
Эбертс А. А., Филиппов А. И., Цыбульский Г. С., Бычек П. Н. Анализ производственного травматизма на предприятиях АПК Гродненской области в период январь – сентябрь 2025 года	145

Секция 2. МАШИНЫ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Брюховецкий А. Н., Рыжий С. В. Совершенствование высевашеающего аппарата пневматической сеялки для припосевного внесения влагоудерживающих агрохимикатов	150
Войтеховский М. В., Левчук В. А. Полосовая обработка почвы с одновременным внесением удобрений	154
Гайдуков В. А., Левчук В. А. Зависимость урожайности ячменя от нормы высева и ширины высевашеающей ленты двухдискового сошника	158
Глазунов Г. П. Анализ влияния морфометрических параметров рельефа на лимитирующие факторы плодородия в агроландшафте на основе ГИС-технологий	162
Греков Д. В., Левчук В. А. Расширение технических возможностей дисковых сошников для работы на повышенных скоростях	167
Ду Сян, Цяо Хуайини, Коцуба В. И. Анализ производства семян льна масличного в Китае	171
Ионас Е. Л., Шагитова М. Н., Чуль И. С., Курилин Д. С. Точное земледелие, агрохимия и сорт – ключевые элементы современного сельского хозяйства	176

Ковалев В. Г., Петрусенко В. С., Раззаков Т. Х. Оптимизация кинематического режима работы мотовила зерноуборочного комбайна	179
Козел Н. И., Левчук В. А. Обзор и анализ технологий и средств механизации получения и применения смешанных минеральных удобрений	182
Конг Цзяли, Лян Эньцян, Астахов В. С., Иванчиков Г. О. Международный обзор и исследование пневматических сеялок точного высева кукурузы	185
Коцуба В. И., Цайц М. В., Левчук В. А., Коленко Е. В., Белявский Д. А., Ребковец Н. А. Научно-технические основы модернизации послеуборочной переработки льновороха в Республике Беларусь: проблемы и перспективные решения	191
Кравченко Т. С., Дударева А. Б., Алентьева Н. В., Сидорин А. А. Эффективность технологий органического земледелия в К(Ф)Х	196
Крук И. С., Гордеенко О. В. Анализ методов и устройств для защиты факела распыла пестицидов в ветреную погоду	199
Курзенков С. В., Цзюньян Лу. Исследование ключевых технологических параметров микроволновой активации семенного материала	204
Курзенков С. В., Сяньлэй Чжан. Современные методы очистки и селективной сортировки семян: технологические особенности, эффективность и перспективы развития	208
Лабурдов О. П., Сысоев А. А. Влияние агротехнических аспектов на параметры комбинированного сошника с разновеликими дисками	213
Конг Цзяли, Лян Эньцян, Астахов В. С., Иванчиков Г. О. Разработка сошниковой группы для посева семян кукурузы пневматической системой группового дозирования двухстрочным рядовым способом на повышенных скоростях. Обзор современных решений	218
Сентюров Н. С., Курзенков С. В., Цайц М. В., Борисов А. Л. Обоснование параметров рабочей зоны сепаратора очистки льняной костры от механических примесей	226
Нечаев В. Н., Шишарина А. Н. Анализ факторов системы приготовления зерновых кормов в условиях малых форм хозяйствования Нижегородской области ...	232
Никифоров В. Е., Мызин А. В. Способ припосевного внесения жидких удобрений	237
Рендов А. К., Крупенин П. Ю. Изготовление реалистичных макетов клоквы крупноплодной методом 3D-печати	240
Станкевич А. Ф. Применение искусственного интеллекта и IoT в мониторинге работы сельскохозяйственной техники	244
Филиппов А. И., Эбертс А. А., Лещик С. Д., Пузевич К. Л. К вопросу одновременного высева травосмесей их крупных и мелких семян сеялкой СПУ-6	248
Цайц М. В., Гращенко И. А., Евтух Г. Г., Савченко И. А., Симоненко Д. Ю., Химдиат Н. И. Анализ состояния льноводческого комплекса Республики Беларусь: региональный и сравнительный аспекты	253
Цяо Хуайини, Коцуба В. И., Цайц М. В. Анализ технологии уборки льна масличного	258
Шишкова В. В., Коцуба В. И. Анализ машин для внутривспашечного внесения жидких удобрений	264

Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ
В ТЕХНОЛОГИЯХ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Сборник научных трудов

Выпуск 11

В двух частях

Часть 1

Редактор *Е. П. Савиц*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 12.06.2026. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 15,81. Уч.-изд. л. 15,49.
Тираж 30 экз. Заказ .

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.