

Редакционная коллегия:

главный редактор – **Федоренко В.Ф.**,
д-р техн. наук, проф., академик РАН;
зам. главного редактора – **Мишуков Н.П.**,
канд. техн. наук.

Члены редколлегии:

Апатенко А.С., д-р техн. наук;
Виноградов А.В., д-р техн. наук;
Голубев И.Г., д-р техн. наук, проф.;
Ерохин М.Н., д-р техн. наук, проф., академик РАН;
Завражнов А. И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН;
Кузьмин В.Н., д-р экон. наук;
Левшин А.Г., д-р техн. наук, проф.;
Лобачевский Я.П., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН;
Морозов Н.М., д-р экон. наук, проф.,
академик РАН;
Папцов А.Г., д-р экон. наук, проф., академик РАН;
Полухин А.А., д-р экон. наук, проф. РАН;
Сторчевой В.Ф., д-р техн. наук, проф.;
Тихомиров Д.А., д-р техн. наук,
проф. РАН, чл.-корр. РАН;
Цой Ю.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН;
Черноиванов В.И., д-р техн. наук, проф.,
академик РАН;
Шогенов Ю.Х., д-р техн. наук,
академик РАН

Editorial Board:

Chief Editor – **Fedorenko V.F.**, Doctor of Technical
Science, professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
Deputy Editor – **Mishurov N.P.**, Candidate
of Technical Science.

Members of Editorial Board:

Apatenko A.S., Doctor of Technical Science;
Vinogradov A.V., Doctor of Technical Science;
Golubev I.G., Doctor of Technical Science, professor;
Erokhin M.N., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the Russian Academy
of Sciences;
Zavrazhnov A.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician of the Russian
Academy of Sciences;
Kuzmin V.N., Doctor of Economics;
Levshin A.G.,
Doctor of Technical Science, professor;
Lobachevsky Ya.P., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
Morozov N.M., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences;
Papstov A.G., Doctor of Economics, professor,
academician of the Russian Academy of Sciences;
Polukhin A.A., Doctor of Economics, professor
of the Russian Academy of Sciences;
Storchev V.F., Doctor of Technical Science,
professor;
Tikhomirov D.A., Doctor of Technical Science,
professor
of the Russian Academy of Sciences;
corresponding member of the Russian Academy
of Sciences;
Tsoi Yu.A., Doctor of Technical Science,
professor, corresponding member
of the Russian Academy of Sciences;
Chernoivanov V.I., Doctor of Technical Science,
professor, academician
of the Russian Academy of Sciences;
Shogenov Yu.H., Doctor of Technical Science,
academician
of the Russian Academy of Sciences

Отдел рекламы

Горбенко И.В.

Верстка

Речкина Т.П.

Художник

Лапина Т.Н.

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Войтюк В.А., Кондратьева О.В., Федоров А.Д., Слинько О.В. Концептуальные
аспекты государственной поддержки коммерциализации результатов ФНТП..... 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Кормоуборочный комбайн Ростсельмаш F 2650: профессионал кормозаготовки 6
Ревенко В.Ю., Трубицын Н.В., Трубицын В.Н. Информационно-измерительная
система для определения максимального давления движителей тракторной
техники на почву 8

Технологии, машины и оборудование для АПК

Подольская Е.Е. Новый метод определения глубины обработки почвы 11
Киреев И.М., Коваль З.М., Зимин Ф.А. Обоснование необходимости
дополнительного воздействия на очаги многолетних сорняков при опрыскивании
от вредителей посевов 14
Чавыкин Ю.И. Формирование автоматизированных интерактивных ресурсов
сельхозмашин и оборудования, зарубежного опыта их использования и
технического обслуживания 18
Уткин А.А., Малышкин А.В. Использование кондуктометрического метода при
определении влажности тресты льна 22
Халиуллин Д.Т., Шогенов Ю.Х., Зиганшин Б.Г., Пополдnev P.C.,
Гайфуллин И.Х. Усовершенствованный измельчитель кормов 28
Кузьмина Т.Н., Свиначев И.Ю., Третьякова О.Л., Склад А.В. Анализ
перечня основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае
применения наилучших доступных технологий 32
Дидманидзе О.Н., Сучков А.И., Девянин С.Н., Гузалов А.С., Бугаев А.В.,
Куриленко А.В. Экспериментальные исследования расхода картерных газов
двигателя Д-243 с разной степенью износа цилиндропоршневой группы 36

Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение АПК

Виноградов А.В., Виноградова А.В., Лансберг А.А., Конкин Д.В.
Сокращение потерь электроэнергии трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ
заменой одного трансформатора на два и применением ФЭУ 40

Аграрная экономика

Королькова А.П., Кузьмин В.Н., Маринченко Т.Е., Горячева А.В. Опыт
реализации подпрограммы ФНТП «Развитие селекции и семеноводства
сахарной свеклы в Российской Федерации» 45

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI

Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, в Перечень рецензируемых научных изданий,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым издание включено в Перечень ВАК:

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки);

4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки);

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

Редакция журнала:

141261, Московская обл., г.о. Пушкинский, рп. Правдинский, ул. Лесная, д. 60. Тел. (495) 993-44-04
fgnu@rosinformagrotech.ru; r_technica@mail.ru <https://rosinformagrotech.ru>



Перепечатка материалов, опубликованных в журнале,
допускается только с разрешения редакции.

© «Техника и оборудование для села», 2023

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Подписано в печать 24.11.2023 Заказ 302

Концептуальные аспекты государственной поддержки коммерциализации результатов ФНТП

В.А. Войтюк,

канд. экон. наук,
вед. науч. сотр.,
bower71@mail.ru

О.В. Кондратьева,

канд. экон. наук,
зав. отделом,
kov2906@mail.ru

А.Д. Федоров,

канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
fad0109-an2014@yandex.ru

О.В. Слинько,

ст. науч. сотр.,
olesia-12@mail.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Определено, что коммерциализация инновационной продукции в АПК связана с производством новых разработок и инноваций отраслевых вузов и научных организаций. Развитие коммерциализации зависит от эффективности государственной поддержки. Исследование результатов господдержки позволяет выявить дополнительные возможности организационного развития и механизмы управления коммерциализацией с учетом стратегий предприятий АПК.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, государственная поддержка, коммерциализация, ФНТП, инновация, отраслевая наука, кластеризация.

Постановка проблемы

Отраслевая наука АПК активно разрабатывает и внедряет инновации, фокусируясь на текущих потребностях агробизнеса, повышая эффективность аграрного производства. Стратегическое развитие сельскохозяйственной отрасли напрямую связано с внедрением в аграрное производство конкурентоспособных отечественных технологий, разработанных в процессе реализации подпрограмм ФНТП, поэтому соз-

дание необходимых инновационных условий для быстрого перевода АПК на новый технологический уклад развития – один из важнейших приоритетов отрасли [1].

В этих условиях инновационная продукция является ключевым источником экономического роста отечественного сельского хозяйства и подлежит эффективной коммерциализации. Перед отраслевыми вузами, научно-исследовательскими институтами как основными производителями инновационной продукции стоит задача расширения масштабов коммерциализации научных разработок [2].

Внедрение инновационных продуктов и разработок является основным критерием и условием получения расширенной государственной поддержки. Кроме того, это определяет способность университетов и научно-исследовательских организаций заниматься предпринимательской деятельностью, получать дополнительный доход и снижать зависимость от государственных средств.

Из-за высоких затрат и рисков, а также долгосрочных перспектив окупаемости инвестиций для большинства предприятий отрасли, особенно малых и средних, предпочтительнее использовать инновационную продукцию аграрных вузов и научных организаций, чем проводить самостоятельные исследования и разработки. Государство признает аграрные вузы и научные организации основными поставщиками инноваций при реализации задач ФНТП, поэтому создание условий для скорейшего развития коммерциализации инноваций обеспечит перевод АПК на инновационно-технологический путь развития.

Однако, несмотря на высокий фактический спрос, инновационные

продукты сельскохозяйственных университетов и научных организаций сталкиваются с трудностями при внедрении. Они не всегда коммерциализируются и остаются на уровне базовых разработок или объектов интеллектуальной собственности. Причины данной проблемы – низкая эффективность форм и методов коммерциализации инноваций, а также несовершенство государственной поддержки этого направления деятельности. Поэтому важен поиск путей развития методов и форм коммерциализации инноваций, а для государства – совершенствование их поддержки.

Цель исследования – разработка предложений по совершенствованию государственной поддержки коммерциализации результатов ФНТП.

Материалы и методы исследования

При проведении исследований использовалась информация с сайта Минсельхоза России и других сайтов министерств субъектов Российской Федерации, библиотечная информация, ресурсы научных, образовательных учреждений, сельхозтоваропроизводителей, где представлены результаты и сведения о государственной поддержке коммерциализации результатов ФНТП.

Результаты исследований и обсуждение

Как подтверждает практика, одним из наиболее высокоэффективных методов коммерциализации инноваций ФНТП является кластеризация в рамках формы интеграции разработчиков инноваций и их потребителей. Для более широкого применения и развития данного подхода установлено, что необходима государственная

поддержка создания региональных кластеров инновационной продукции ФНТП в АПК [1], а для комплексного охвата инноваций ФНТП необходимо создание таких кластеров в каждом регионе России, что позволит равномерно распределить инновационную деятельность и предоставить всем участникам федеральной программы возможности для успешной коммерциализации инноваций [2].

Зарубежный опыт показывает, что кластерное инновационное развитие является самодостаточным, однако в России слишком велик разрыв между инновационными разработками и потребителями инновационной продукции. Поэтому важно, чтобы в состав кластера также входили предприятия, занятые в различных сегментах сельскохозяйственной деятельности и направлений реализации ФНТП, позволяющие определить потребность в инновациях и возможность коммерциализации разработанной инновационной продукции [3].

Разработчики инноваций, участвующие в ФНТП, проводят научные исследования и создают необходимые инновации в соответствии с принятыми стратегиями и достигнутыми договоренностями. Органы государственной власти (федеральные и региональные) финансируют разработчиков-новаторов, участвующих в научно-исследовательской работе, проводимой ФНТП. Разработанные инновации целенаправленно внедряются сельхозпроизводителями при помощи самих разработчиков, участвующих в ФНТП, а реализация региональной стратегии контролируется и поддерживается государством.

Другим эффективным инструментом, связанным с коммерциализацией инноваций ФНТП, при прямом взаимодействии их разработчиков и сельхозпроизводителей-потребителей является контрактный метод. Несмотря на то, что в современной России созданы все институциональные условия для применения данного метода, инновационные разработчики и сельхозпроизводители редко заключают контракты на поставку инноваций из-за отсутствия государственного стимулирования их приобретения

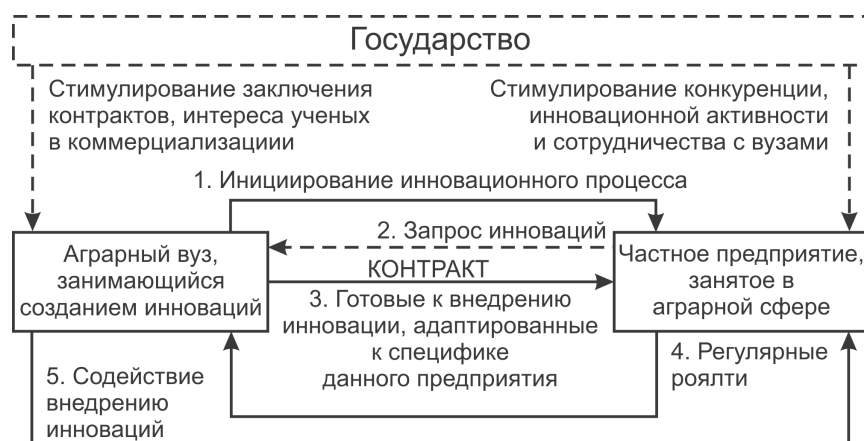


Рис. 1. Схема коммерциализации инноваций ФНТП

и низкой маркетинговой активности разработчиков. Для решения этой проблемы на государственном уровне целесообразно установить «правила игры» между разработчиками и потребителями инноваций, став «супер-регулятором и арбитром» отношений между ними [4].

С этой целью государству следует принять дополнительные меры по поддержке производителей и потребителей инноваций ФНТП:

- стимулировать конкуренцию на рынке инноваций. Для этого рекомендуется снизить барьеры входа на рынок и реализовать антимонопольную политику;
- активизировать инновационную деятельность. В целях повышения эффективности государственных мер необходимо контролировать подлинность создаваемых и внедряемых инноваций;
- развивать сотрудничество разработчиков и потребителей инноваций. Государственными преференциями должны пользоваться только те разработчики, которые внедрили инновации в практику на основе заключения контрактов, учитывающих интересы разработчиков инноваций, участников ФНТП в коммерциализации инноваций (рис. 1) [5].

По данным исследования, основные возможные варианты развития процесса коммерциализации инноваций ФНТП зависят от эффективности используемых форматов и методов (см. таблицу) [5].

Результаты анализа показали, что наиболее реалистичным является

доминантный сценарий. Это связано с тем, что в процессе повышения эффективности форм и методов коммерциализации инновационной продукции роль разработчиков инноваций и их потребителей является вторичной, а государства и государственной поддержки – первичной и более важной. Для реализации этого сценария сформирована концептуальная основа государственной поддержки коммерциализации инноваций ФНТП в интересах повышения ее эффективности (рис. 2) [6].

Целью концептуальной основы является повышение эффективности процесса коммерциализации инноваций ФНТП, инструментом достижения цели – усиление поддержки данного процесса государством. Как показывает практика, для успешной коммерциализации инновационной продукции федеральной программы необходимо государственную поддержку реализовать на всех уровнях экономической системы АПК [7].

Так, на микроуровне создаются благоприятные условия для развития сотрудничества между разработчиками инноваций и их потребителями – производителями сельскохозяйственной продукции. На мезоуровне необходимо внедрить в обязанности органов местного самоуправления мероприятия по содействию коммерциализации результатов инноваций программы. На макроуровне – включить методы и формы коммерциализации инноваций ФНТП в программные отраслевые документы [8].

Сценарии развития процессов коммерциализации инноваций ФНТП в зависимости от эффективности применяемых для этого форм и методов

Характеристики сценария	Сценарий		
	доминантный	преобладающий	сбалансированный
Уровень развития предложенных методов коммерциализации инноваций ФНТП	Высокий только для контрактного метода и низкий для остальных методов	Высокий для контрактного метода и средний или высокий для остальных методов	Высокий или средний для всех методов
Вероятность наступления сценария	Высокая (0,5)	Средняя (0,3)	Низкая (0,2)
Равномерность развития инновационных процессов в ФНТП	Неравномерно: инновации ФНТП внедряются только на микроуровне	Относительно равномерно: инновации ФНТП внедряются преимущественно на макроуровне и незначительно на мезо- и микроуровнях	Равномерно: инновации ФНТП внедряются на всех уровнях хозяйственной системы
Производители – предприятия, участвующие в коммерциализации инноваций ФНТП	Только частные предприятия	Частные предприятия с незначительным охватом государственных предприятий	И частные, и государственные предприятия
Размер преимуществ, извлекаемых из процесса коммерциализации их инноваций	Незначительные преимущества	Приемлемые преимущества	Значительные преимущества
Прирост инноваций, создаваемых разработчиками инноваций ФНТП, %	3-5	7-10	15-20
Примерный объем инноваций, которые будут коммерциализированы, %	20-30	40-60	70-90



Кроме этого, целесообразно обеспечить нормативно-правовую поддержку деятельности агропромышленных кластеров, разрабатывающих инновации и внедряющих их в сельхозпроизводство, наделить их полномочиями и ответственностью по оказанию инновационных услуг по регистрации, лицензированию и заключению договоров в области интеллектуальной собственности, а также коммерциализации инноваций. Эти мероприятия будут способствовать повышению эффективности всех перспективных форм и методов коммерциализации инноваций ФНТП.

Выводы

1. Алгоритм государственной поддержки коммерциализации инновационной продукции ФНТП показывает циклический характер в форме интеграции с использованием методов кластеризации, что обеспечивает успешность и непрерывность инновационного процесса отрасли на региональном уровне.

2. Разработчикам инноваций – вузам и научным организациям предложено увеличить роль государственной поддержки, что позволит расширить их возможности для инновационной деятельности.

Список

использованных источников

1. Войтюк В.А. Государственная поддержка коммерциализации инновационной

Рис. 2. Концептуальная основа государственной поддержки коммерциализации инноваций ФНТП

продукции федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы : анализ. обзор / В.А. Войтюк, Н.П. Мишуков, О.В. Кондратьева [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. 80 с.

2. **Кулембаева А.С., Ксембаева А.Н., Мухамедова М.М., Мукина Г.С.** Международная практика государственной поддержки коммерциализации инновационных технологий // Вестник университета Туран. 2022. № 2 (94). С. 178-185.

3. **Зинуров Р.А., Авилова В.В.** Мировой опыт коммерциализации инноваций и поддержки инновационной деятельности // Управление устойчивым развитием. 2016. № 3 (04). С. 41-50.

4. **Слинько О.В.** Коммерциализация интеллектуальной деятельности в АПК // Техничко-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе : матер. I Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. Мелитополь, 2023. С. 33-35.

5. **Федоров А.Д.** Перспективы коммерциализации инноваций в АПК // Проблемы и перспективы развития науки и образования : матер. Всеросс. (нац.) науч.-практ. конф. Тверь, 2023. С. 52-55.

6. **Войтюк В.А., Кондратьева О.В.** Концепция развития деятельности по коммерциализации объектов интеллектуальной собственности // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты : матер. III Всеросс. (нац.) науч.-практ. конф. Нальчик, 2023. С. 169-172.

7. **Шкодинский С.В., Шевчук М.В., Костякова В.Г.** Особенности финансирования научных исследований в Российской Федерации // Вестник Московского ГОУ. Серия: Экономика. 2023. № 1. С. 26-37.

8. **Стефани Т.С.** Сравнительный обзор моделей и форм коммерциализации инноваций // Современная экономика: проблемы и решения. 2022. № 6 (150). С. 84-95.

Conceptual Aspects of State Support for the Commercialization of FSTDP Results

V.A. Voytyuk, O.V. Kondratyeva, A.D. Fedorov, O.V. Slinko
(FGBNU "Rosinformagrotech")

Summary: *It has been established that the commercialization of innovative products in the agro-industrial complex is associated with new scientific research results and innovations of industry universities and scientific organizations. The enhancement of commercialization depends on the effectiveness of government support. The study of the results of state support allows us to identify additional opportunities for organizational development and find the mechanisms for managing commercialization, taking into account the strategies of agricultural enterprises.*

Key words: *agro-industrial complex, state support, commercialization, the Federal scientific and technical development program (FSTDP), innovation, sectoral science, clustering.*



**ЗЕРНО
РОССИИ**
VIII СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ
ФОРУМ



АГРОБИЗНЕС
Организатор форума

**VIII СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ
ЗЕРНО РОССИИ — 2024**
21-22 ФЕВРАЛЯ 2024 г. / СОЧИ

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ

- Экспорт зерна и продуктов его переработки
- Качество зерна. Технологии улучшения и повышения урожайности
- Развитие транспортной инфраструктуры — условия и тарифы
- Инфраструктура зернового комплекса — строительство элеваторов, портов
- Круглый стол «Органическое земледелие и выращивание зерновых»
- Обзор российского зернового рынка
- Новые технологии в системе выращивания зерновых
- Сельхозтехника для посева и уборки зерновых
- Проблемы и пути реализации зерна

АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Руководители ведущих агрохолдингов и сельхозорганизаций, производители зерна, предприятия по переработке и хранению зерна, операторы рынка зерна, трейдеры, ведущие эксперты зернового рынка, финансовые, инвестиционные компании и банки.

По вопросам выступления и спонсорства:
+7 (988) 248-47-17

По вопросам делегатского участия:
+7 (909) 450-36-10
+7 (960) 476-53-39

E-mail: events@agbz.ru

Регистрация на сайте:
events.agbz.ru





Кормоуборочный комбайн Ростсельмаш F 2650: профессионал кормозаготовки

Безусловно, агросектору нужны кормоуборочные комбайны разной производительности. Но если необходимо убрать по-настоящему большой объем силосуемых культур в агротехнические сроки с минимальными затратами, сделать это может только сверхмощная современная уборочная техника. Рассказываем, почему более мощная, а значит, и более дорогая машина оказывается выгоднее для крупных животноводческих предприятий.

Представляем кормоуборочный комбайн Ростсельмаш F 2650:

- мощность двигателя 643 л.с.;
- расход горючего – порядка 0,7 л/т;
- полнота сбора урожая – свыше 99 %;
- самый короткий технологический тракт в отрасли;
- барабан – Ø 630 мм, 40 ножей, 1200 мин⁻¹;
- равномерность резки – более 85 %;

- полнота измельчения зерна кукурузы молочно-восковой спелости – более 99,99 %;

- максимальная автоматизация процесса работы;

- заявленная производительность – свыше 200 т/ч при заготовке кукурузного силоса.

Как утверждают эксплуатанты, один такой комбайн заменяет от двух до четырех менее мощных машин, т.е. высвобождает от одного до трех механизаторов. Финансовые

выгоды – меньше затрат на обслуживание, ГСМ, расходные материалы и т.д.

А что по реальной производительности? К примеру, в сентябре 2022 г. комбайн поставил рекорд страны, заготовив за 8-часовую смену 1443 т силосной массы. Средняя урожайность поля составляла 42,35 т/га, средняя производительность – 180,5. А еще ранее в Тамбовской и Тверской областях эти машины на полях урожайностью 36 т/га про-



демонстрировали производительность в 185,6 и 179 т/ч соответственно. При скромной урожайности кукурузы на силос в 25 т/га – в Брянской и 22,8 т/га – в Курской областях комбайны заготавливали в час соответственно 151 и 154,85 т. Еще один пример «на траве»: при урожайности 27 ц/га в Воронежской области комбайн показал производительность в 116 т/ч.

Заготовить не только много, но и правильно

Нарушение технологии заготовки влечет за собой огрехи при закладке на хранение, что в худшем случае может привести к потере до 50 % влажных кормов, в лучшем – к снижению поедаемости, перевариваемости, питательности.

Рез без замятий, длина резки в соответствии с влажностью культуры, максимально полное измельчение зерна, своевременное и равномерное внесение нужного количества консервантов – обязательные составляющие процесса. На практике технология соблюдается не всегда из-за трудоемкости отслеживания текущих характеристик фона и сложности своевременной корректировки настроек агрегатов.

Кормоуборочный комбайн F 2650 «выдает» готовую к закладке silосую массу высокого качества. Во многом потому, что необходимые регулировки делает сам и вовремя. Это обеспечивает штатный комплекс средств механизации и электронных систем Ростсельмаш.

PCM Авторезка автоматически бесступенчато изменяет длину резки в интервале 5-24 мм (с полным комплектом ножей) в зависимости от влажности массы. Показания с датчиков снимаются непрерывно, поэтому длина изменяется оперативно, т.е. полностью исключено влияние человеческого фактора.

PCM Автозаточка информирует механизатора о необходимости заточки ножей измельчающего барабана. Ему остается лишь запустить процесс «с кнопки». Машина сама подведет брус, выполнит заточку,



скорректирует зазор днища измельчителя.

На некоторых моделях кормоуборочных комбайнов при переходе на уборку кукурузы доизмельчитель приходится устанавливать на машину вручную. Это приводит к значительным трудозатратам. В комбайне F 2650 доизмельчитель (корн-крекер) устанавливается в канал автоматически. Еще одна частая ошибка – пренебрежение регулировкой зазора между вальцами, что приводит к снижению качества измельчения зерна из-за изменения его твердости по мере поспевания. В кормоуборочном комбайне F 2650 такая регулировка выполняется по команде из кабины.

PCM Умная дозировка с помощью датчиков в непрерывном режиме отслеживает загрузку технологического тракта, влажность и температуру

измельченной массы. При необходимости система увеличивает подачу препарата для компенсации испарения и регулирует ее при изменении количества массы, проходящей через комбайн.

А еще комбайн на 10 % плотнее предшественников забивает кузов транспортных средств, т.е. можно «безболезненно» снять с линии одну машину из десяти. Это далеко не полный список преимуществ, которые дает кормоуборочный комбайн F 2650.

Таким образом, даже при скромном коэффициенте использования рабочего времени в 0,75 заявленная Ростсельмаш сезонная производительность в 25 000 т silосуюемой массы – результат более чем реальный. И самое главное, качество получаемой silосной или сенажной массы отличное.

УДК: 629.3.018.2:631.372:631.431

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-11-8-10

Информационно-измерительная система для определения максимального давления движителей тракторной техники на почву

В.Ю. Ревенко,
канд. техн. наук,
уч. секретарь,
skskniish@rambler.ru

Н.В. Трубицын,
канд. техн. наук,
зав. лабораторией,
вед. науч. сотр.,
trubicin@yandex.ru

В.Н. Трубицын,
инженер,
viktor_knii@mail.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Представлены результаты полевых испытаний информационно-измерительной системы для оценки уровня воздействия на почву ходовых систем современных тракторов в соответствии с ГОСТ Р 58656-2019. Выявлено, что предлагаемая конструкция обеспечила требуемые стандартом точность и достоверность результатов измерений напряжений в однородной песчаной среде.

Ключевые слова: измерительная система, датчик, гусеничный движитель, давление на почву, напряжения, измерение, анализ.

Постановка проблемы

Для оценки уровня воздействия на почву движителей сельскохозяйственной техники используют различные средства и методы, в том числе инструментальные. Однако если для колесной техники применимы различные варианты расчетных алгоритмов определения степени негативного влияния ходовых систем на почву [1-3], то для гусеничных движителей дать точную количественную оценку искомому параметру возможно только при непосредственном измерении напряжений, возникающих в грунте [4, 5]. Сущность метода

изложена в национальном стандарте ГОСТ Р 58656-2019 «Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия движителей на почву» [6].

Непрерывный прогресс в области приборостроения и вычислительной техники требует пересмотра существующих методов и технических средств, используемых для оценки уровня влияния движителей сельскохозяйственной техники на почву. Актуальным становится вопрос создания более современных, надежных и высокоточных средств измерения, обеспечивающих повышение стабильности измерений, исключение влияния человеческого фактора, повышение чувствительности датчиков в однородной песчаной среде [7, 8].

Рост размерно-массовых параметров испытываемой техники, совершенствование элементной базы регистрирующей аппаратуры, ужесточение требований к точности и стабильности существующих средств измерения обусловили необходимость разработки новых информационно-измерительных систем (ИИС), позволяющих реализовывать различные цифровые алгоритмы обработки данных.

Разработанная в Новокубанском филиале ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) система удовлетворяет этим требованиям. В её состав входят датчики напряженного состояния почвогрунтового полупространства (датчики напряжения), а также специально разработанное техническое средство, совместимое с измерительной информационной системой ИП-264 и поддерживающее общепринятые протоколы обмена информацией. Особенностью измерительной системы является применение модулей аналогового ввода ИП-293 разработки КубНИИТиМ, благодаря которым одновременно обрабатываются сигналы от нескольких датчиков с частотой опроса до 1000 с⁻¹ (рис. 1). Обработка данных осуществляется специальной программой на ноутбуке, подключение которого осуществляется через USB-интерфейс или по радиоканалу, работающему на частоте 433 МГц. Встроенный в модуль ИП-293 адаптивный алгоритм обработки данных позволяет существенно повысить точность определения напряжений в почве. Подробное описание конструкции регистрирующей аппаратуры и датчиков (сенсоров) напряжений приведено в предыдущих публикациях [9].



Рис. 1. Информационно-измерительная система ИП-303 (слева) с установленными модулями аналогового ввода ИП-293 (справа)

Цель исследований – оценка эффективности экспериментального образца информационно-измерительной системы для определения максимального давления на почву гусеничных движителей сельскохозяйственной техники в соответствии с актуальными в настоящее время регламентами.

Материалы и методы исследования

В соответствии с ГОСТ Р 58656-2019 при проведении оценки уровня воздействия гусеничных движителей на почву определяются осевая эпюра нормальных напряжений и её коэффициент продольной неравномерности с помощью датчиков, погруженных в песок на глубину 0,2 м. По рекомендациям стандарта при работе необходимо использовать датчики давления типа М-70 (конструкции ЦНИИСК) с пределом измерений до 250 кПа, преобразователь сигналов тензорезистивных датчиков класса 1 и регистрирующий прибор, обеспечивающий общую погрешность измерений не более 3 % от максимального значения градуировки.

С установленным стандартом данным средством измерения сравнивалась разрабатываемая в КубНИИТиМ информационно-измерительная система. Исследования проводили в песчаном канале Армавирской опытной станции ВНИИМК. Перед применением датчики давлений М-70 были проградуированы с использованием образцового манометра типа МО-6 с пределом измерений до 300 кПа. Тарировка тензометрических датчиков давления ИИС ИП-303 проходила на специальном стенде ИП-272, создающем нагрузку на сенсор с помощью поверенных грузов.

По результатам тарировки преобразователь сигналов сенсоров класса точности 0,1 и регистрирующий прибор ИП-303 обеспечивали общую погрешность измерений не более 1,5 % от максимального значения градуировки, которая оказалась вдвое меньше величины, регламентированной стандартом.

После прохождения поверки датчики обоих типов поочередно прохо-

дили апробацию в песчаном канале, заполненном песком влажностью 1,9 %. Сенсоры устанавливали в линию на глубине 20 см от поверхности. Траншею с датчиками и примыкающие к ней зоны прикатывали гусеничным движителем испытываемой техники в пятикратной повторности. После прикатывания песок разравнивали с последующим контролем глубины залегания датчиков с помощью металлической линейки. Допустимая вариация глубины составила 19-21 см. Линию установки датчиков отмечали порошкообразным мелом.

Измерения напряжений проводили под гусеничным движителем трактора ВТ-150, который был полностью укомплектован и заправлен эксплуатационными жидкостями. Скорость движения по участку с установленными датчиками не превышала 0,7 м/с. Регистрацию данных, получаемых с датчиков, начинали на расстоянии не менее 1 м от катка до первого датчика и выключали ее после прохода последнего катка (рис. 2).

Результаты исследований и обсуждение

Общий вид эпюр напряжений, полученных при пяти проходах трактора по песчаному опорному основанию

с заложенным в нем датчиком М-70, приведен на рис. 3. Аналогичные эпюры, полученные с использованием разработанной информационно-измерительной системы ИП-303, представлены на рис. 4. Анализ показал, что экстремумы эпюр соответствуют нагрузкам, действующим на опорные катки. Характер протекания эпюр отличается от опыта к опыту в зависимости от того, какая часть движителя окажется в момент измерений над датчиком: звено гусеницы или шарнир. Кроме того, вариация эпюр была обусловлена конструктивными особенностями самих датчиков напряжения. Тем не менее натурные испытания доказали полную работоспособность разработанного в КубНИИТиМ приборного оснащения. При этом различия в характере протекания эпюр были меньшими у ИП-303.

С целью нивелирования влияния конструктивных особенностей гусеничного движителя на показания приборов и получения более равномерно изменяющейся нагрузки на датчики было принято решение об использовании колесного трактора Т-150К для генерации напряжений в песчаном опорном основании. Для полноты оценки работоспособности обеих ис-



Рис. 2. Гусеничный трактор в почвенном канале (а), установка датчиков в песчаное основание (б)

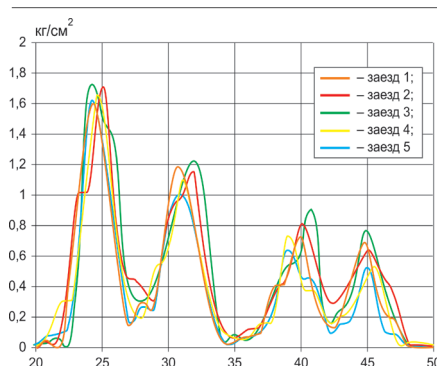


Рис. 3. Эпюра, полученная при использовании стандартной ИИС

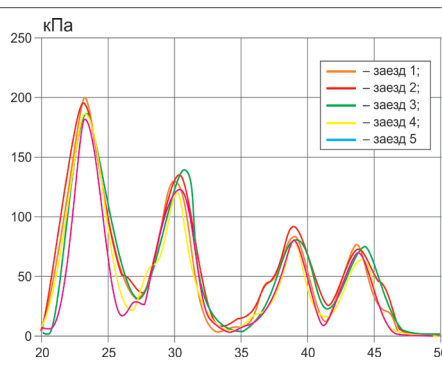


Рис. 4. Эпюра, регистрируемая измерительным прибором ИП-303

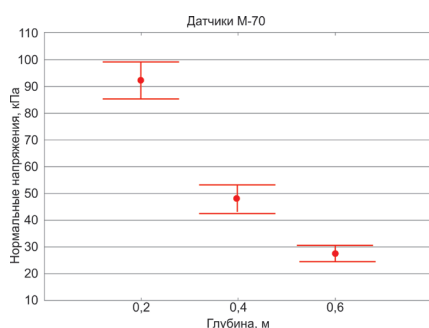


Рис. 5. Показания датчиков М-70 при различной глубине закладки

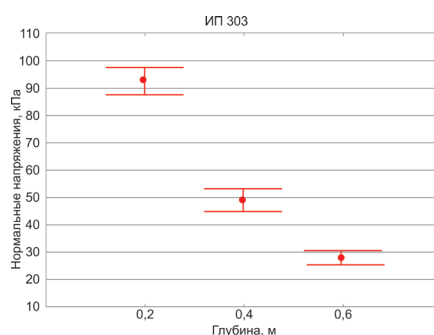


Рис. 6. Регистрация напряжений измерительной системой ИП 303

пытаемых измерительных систем датчики закладывали на различную глубину: 20, 40 и 60 см. Результаты статистической обработки усредненных показателей величин нормальных напряжений, регистрируемых датчиками в песчаном опорном основании во время многократных проездов колесной техники по песку, приведены на рис. 5 и 6.

Из представленных диаграмм следует, что усредненные показания датчиков с 95 %-ми доверительными интервалами при использовании традиционной измерительной системы составили: на глубине 20 см – $\sigma_z = 92,9 \pm 7,04$ кПа; 40 см – $\sigma_z = 48,3 \pm 5,51$ кПа; 60 см – $\sigma_z = 27,1 \pm 3,34$ кПа.

Соответствующие величины коэффициентов вариации показаний датчиков на глубине 20, 40 и 60 см составили соответственно 3,6; 5,4 и 5,9 %.

Нормальные напряжения в почве, полученные при использовании ИИС ИП-303, составили: на глубине 20 см – $\sigma_z = 92,3 \pm 4,16$ кПа; 40 см – $\sigma_z = 49,1 \pm 3,59$ кПа; 60 см – $\sigma_z = 27,9 \pm 2,03$ кПа.

Варьирование показаний датчиков на глубине 20, 40 и 60 см составило соответственно 2,2; 3,5 и 3,4 %.

Разработанная в КубНИИТиМ новая измерительная система, основанная на современных методах тензометрирования, более удобна в эксплуатации, обладает большей точностью и надежностью. В ее конструкцию заложен высокий потенциал для дальнейшей модернизации с использованием дистанционных технологий беспроводной передачи информации.

Выводы

1. Проведенные натурные испытания показали, что по сравнению с традиционно используемым стандартизированным оборудованием новая информационно-измерительная система обладает более высокой стабильностью при регистрации напряжений в песчаном опорном основании, вызванных проездом по нему техники. Коэффициент вариации показаний ИП-303 в 1,5-1,7 раза меньше стандартной.

2. Разработанная ИИС позволяет обеспечить высокую точность и повторяемость результатов при проведении оценки напряженного состояния однородной песчаной среды. По результатам тарировки регистрирующий прибор ИП-303 с тензометрическими датчиками обеспечивал общую погрешность измерений не более 1,5 % от максимального значения градуировки, что вдвое ниже регламентируемой стандартом – 3 %.

Список

использованных источников

1. **Годжаев З.А., Измайлов А.Ю., Шевцов В.Г., Лавров А.В., Русанов А.В.** Исследование давления колесного движителя на почву с учетом характеристики шины // С.-х. машины и технологии. 2016. № 1. С. 5-10.
2. **Keller T., Lamandé M., Arvidsson J., Berli M., Ruiz S., Schjønning P., Selvadurai A.** Transmission of vertical soil stress under agricultural tyres: comparing measurements with simulations // Soil & Tillage Research. 2014. № 140. Pp. 106-117.
3. **Izmailov A.Y., Revenko V.Y., Godzhaev Z.A.** The Method of Constructing the Diagrams of Shear Stresses in the Contact Zone of an Slipping Wheel With Soil //

SAE International journal of engines. 2018. № 11.

4. **Гайнуллин И.А., Зайнуллин А.Р.** Влияние конструктивных параметров движителей и нагрузочных режимов тракторов на почву // Фундаментальные исследования. 2017. № 2. С. 32-36.

5. **Липкань А.В., Самсонов Р.Е.** Экспериментальная оценка воздействия на почву зерноуборочных комбайнов на резиноармированных гусеницах на уборке сои в Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2012. № 2 (22). С. 17-21.

6. ГОСТ Р 58656-2019 Техника сельскохозяйственной мобильная. Методы определения воздействия движителей на почву. М.: ФГУП «Стандартинформ». 2019. 24 с.

7. **Lamandé M., Keller T., Berisso F., Stettler M., Schjønning P.** Accuracy of soil stress measurements as affected by transducer dimensions and shape // Soil and Tillage Research. 2015. Pp. 72-77.

8. **Keykhosropour L., Lemnitzer A., Star L., Marinucci A., Keowen S.** Implementation of Soil Pressure Sensors in Large-Scale Soil-Structure Interaction Studies // Geotechnical Testing Journal. 2018. № 4. Pp. 730-746.

9. **Таркинский В.Е., Ревенко В.Ю., Трубицын В.Н.** Приборное обеспечение для определения давления на почву гусеничных движителей сельскохозяйственных тракторов // Техника и оборудование для села. 2022. № 12 (306). С. 25-27.

Informative and Measuring System for Assessing the Maximum Pressure of Tractor Undercarriage on the Soil

V.Yu. Revenko, N.V. Trubitsyn, V.N. Trubitsyn

(Novokubansk branch of Federal State Budgetary Institution "Rosinformagrotech")

Summary: The results of field tests of an informative and measuring system for assessing the level of impact on the soil of the undercarriage of modern tractors in accordance with GOST R 58656-2019 are presented. It was revealed that the proposed design provided the accuracy and reliability of stress measurements required by the standard in a homogeneous sandy environment.

Key words: measuring system, sensor, tracked propulsion, soil pressure, stress, measurement, analysis.

УДК 631.3.018.2:004.32

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-11-11-13

Новый метод определения глубины обработки почвы

Е.Е. Подольская,
зав. лабораторией,
науч. сотр.,
gost304@yandex.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех»
[КубНИИТИМ])

Аннотация. Предложен метод измерения глубины обработки почвы почвообрабатывающими машинами на базе системы инерциальных датчиков положения. Обоснованы структурная схема и конструкция инерциального датчика определения глубины хода рабочих органов. Для проверки эффективности нового метода разработан стенд, имитирующий погружение рабочих органов почвообрабатывающих машин на различную глубину. Проведены исследования предложенного метода на стенде.

Ключевые слова: испытание, датчик, средство измерения, почвообрабатывающая машина, качество обработки.

Постановка проблемы

От качества механической обработки почвы во многом зависит её плодородие, так как эта операция влияет на влагосбережение, качество уничтожения сорных растений, вредителей и возбудителей болезней возделываемых культур, заделки удобрений и растительных остатков, защиту от ветровой и водной эрозии. Кроме того, в процессе механической обработки почвы происходит повышение её биологической активности и плодородия, что является залогом высоких и стабильных урожаев.

Соблюдение величины и постоянства глубины обработки почвы является одним из основных условий для подготовки ее под посев, внесения удобрений, уничтожения сорняков, получения высоких урожаев, минимального расхода топлива. Таким образом, контроль глубины обработки почвы является важным показателем качества выполнения механизированных работ.



Рис. 1. Ультразвуковой датчик расстояния



Рис. 2. Датчик угла наклона



Рис. 3. Механический датчик

Как правило, наиболее распространенным способом оценки качества обработки почвы является ручной способ с применением глубиномеров и металлических линеек [1]. Этот способ требует привлечения дополнительных сотрудников, увеличивает затраты ручного труда и позволяет определить глубину обработки почвы на ограниченных участках поля.

В связи с разработкой новых образцов широкозахватных высокопроизводительных машин задача разработки средства измерения для контроля глубины обработки почвы в реальном времени становится актуальной.

При определении качества работы почвообрабатывающих машин применяются следующие методы:

- ручной метод измерения глубины обработки с помощью линейки, щуп-линейки или бороздомера;
- приборный метод измерения относительного положения рабочих органов машины относительно «нулевого» положения на поверхности почвы.

Для реализации приборного метода чаще применяются следующие датчики.

Ультразвуковой датчик. Способен определять высоту расположения орудия над поверхностью почвы и, соответственно, вычислять величину заглубления рабочих органов (рис. 1). Недостатком метода является то, что на отражение ультразвуковых волн от земли влияют неровность почвы, пожнивные остатки и пыль, что снижает точность определения текущего расстояния до датчика от поверхности поля.

Датчик угла наклона. Устанавливается на подвижные части почвообрабатывающих машин и в зависимости от конструкции машины измеряет изменение угла положения (рис. 2). По изменению угла рассчитывается глубина погружения рабочих органов. Недостаток метода – относительная сложность монтажа датчика, так как у него есть подвижная и неподвижная части для правильного определения изменения угла.

Механический датчик. Это наиболее точный датчик, показывающий глубину обработки почвы (рис. 3) [2, 3]. Недостатки – высокая стоимость и сложность монтажа на орудие.

Цель исследования – разработка метода и технического средства для определения глубины хода рабочих органов, обеспечивающих повышение точности и снижение трудоёмкости при определении показателей работы почвообрабатывающих машин.

Материалы и методы исследования

Для достижения цели исследований предлагается взять за основу принцип измерения глубины хода рабочих органов с использованием датчика угла наклона, при этом в качестве системы измерения угла использовать методы инерциальной навигации.

Инерциальная навигация позволяет определять положение тела в пространстве с помощью системы углов Эйлера – крен (угол объекта вокруг горизонтальной оси), тангаж (угол наклона объекта относительно горизонта) и курс (угол объекта относительно вертикальной оси). В КубНИИТиМе разрабатывались измерительные системы определения показателей на базе инерциальных навигационных систем [4-6].

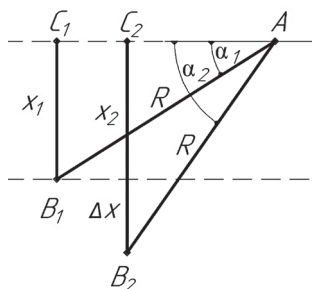


Рис. 4. Схема определения глубины хода рабочего органа почвообрабатывающей машины



Рис. 5. Стенд для исследований инерциального метода определения глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин

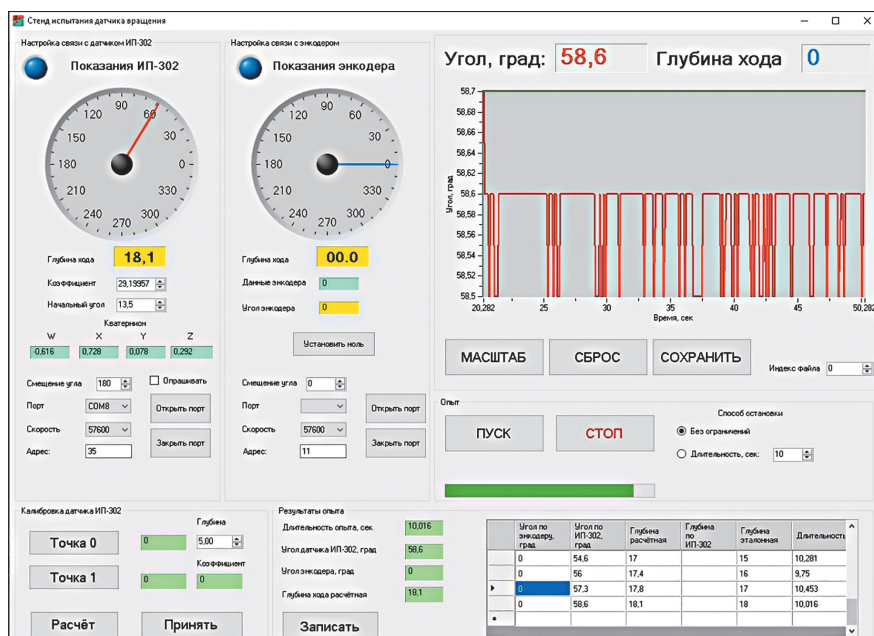


Рис. 6. Программа управления стендом для исследований инерциального метода определения глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин

Расчёт глубины хода рабочих органов в реальном времени можно осуществить на основании информации инерциальной навигационной системы о текущем угле стойки рабочего органа в вертикальной плоскости. Схема измерения глубины хода представлена на рис. 4.

При изменении угла стойки можно вычислить глубину хода рабочего органа Δx почвообрабатывающей машины:

$$\Delta x = R \cdot (\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1), \quad (1)$$

где α_1 – угол инерциальной системы при нулевом заглублении;

α_2 – текущий угол инерциальной системы;

R – теоретический рычаг между точкой контакта с грунтом рабочего органа машины и точкой крепления стойки рабочего органа к раме.

Перед началом работы необходимо провести калибровку датчика после его установки на машину, которая заключается в определении величины R .

Калибровка датчика состоит из следующих этапов:

- установка рабочих органов почвообрабатывающей машины на землю и фиксация значения угла датчика положения α_1 ;

- установка рабочих органов на известную глубину Δx и фиксация значения угла датчика положения α_2 ;

- расчёт длины гипотенузы R по формуле

$$R = \frac{\Delta x}{\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1}, \quad (2)$$

где Δx – известная глубина заглубления орудия.

Для исследований предложенного метода определения хода рабочих органов почвообрабатывающих машин разработан стенд, который позволяет изменять угол датчика положения в диапазоне 90-270° (рис. 5). Стенд имеет в своём составе вращающийся рычаг с установленным инерциальным датчиком положения, энкодер с блоком управления для контроля угла и измерительную линейку для контроля изменения условной глубины хода рабочего органа.

Стенд подключается к компьютеру. Процесс измерения и контроля показателей осуществляется в программе «Стенд ИП-302» (рис. 6). Программа работает на обычном персональном компьютере и позволяет контролировать текущий угол датчика, калибровать датчик, проводить контрольное измерение глубины хода с шагом 5 мм, накапливать результаты экспериментов и передавать их в таблицу Excel.

Результаты исследований и обсуждение

В КубНИИТиМе разработан инерциальный датчик положения (рис. 7), который применяется для различных целей при испытаниях сельскохозяйственной техники. Например, такие датчики нашли применение для определения буксования ведущих колёс, а также текущего состояния машины при проведении хронометража операций во время эксплуатационно-технологической оценки [7, 8].

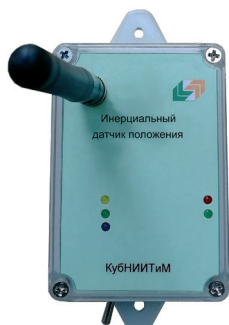


Рис. 7. Инерциальный датчик положения

Важными преимуществами инерциального датчика являются автономное питание, которого хватает на 8 ч непрерывной работы, беспроводной способ передачи информации, небольшие размеры и малый вес. Работу датчика обеспечивает процессор на архитектуре ARM [9]. Для начала работы датчика достаточно просто его включить.

На базе этого датчика разработан инерциальный датчик глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин. Основное отличие заключается в изменении встроенной программы датчика и добавлении в неё функции определения глубины хода на основе изменяющегося угла относительно горизонта.

Датчик может устанавливаться на почвообрабатывающие машины, имеющие различное конструктивное исполнение. На одну машину можно установить до 20 датчиков.

Инерциальный датчик был испытан на разработанном стенде с целью

Результаты испытаний на стенде инерциального датчика глубины хода рабочих органов

Угол наклона ИНС	Длительность измерения, с	Глубина хода, см		Относительная погрешность, %
		на стенде	по ИНС	
13,5°	10,2	0	0	0
15,5°	10,4	1	1	0
17,8°	10,4	2	2,1	5
19,4°	10,5	3	2,9	3,3
21,9°	10,6	4	4,1	2,5
23,7°	10,3	5	4,9	2
26,5°	12,6	6	6,2	3,3
28,7°	10,4	7	7,2	2,8
30,7°	10,6	8	8,1	1,3
32,3°	10,5	9	8,8	2,5
35,4°	10,3	10	10,1	1
37,4°	10,3	11	10,9	0,9
39,9°	10,2	12	11,9	0,8
42,7°	10,6	13	13	0
45,2°	10,9	14	13,9	0,7
48,3°	10,3	15	15	0
51,7°	9,8	16	16,1	0,6
55°	10,5	17	17,1	0,6
58,2°	10	18	18	0

определения погрешности измерений глубины хода (см. таблицу).

Из результатов испытаний следует, что относительная погрешность определения глубины хода с помощью инерциального датчика не превышает 5%.

Выводы

1. Предложены метод и техническое средство контроля величины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин на основе инерциального принципа определения положения в пространстве.

2. Разработан и изготовлен инерциальный беспроводной датчик глубины хода рабочих органов почвообрабатывающих машин.

3. Для проверки разработанного метода изготовлен стенд, имитирующий перемещение рабочих органов почвообрабатывающих машин.

4. Проведены испытания разработанного датчика, погрешность не превысила 5%.

Список использованных источников

1. Федоренко В.Ф., Киреев И.М., Марченко В.О. Исследование методов и технических средств для измерения глубины обработки почвы при испытаниях почвообрабатывающих машин // Техника и оборудование для села. № 5. 2019. С. 12-17.

2. Ранеев Г.Г. Измерительные информационные системы. М.: Приборостроение, 2010. 336 с.

3. Таркивский В.Е., Трубицын Н.В., Воронин Е.С., Трубицын В.Н. Специализированные измерительные системы для испытаний сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2022. № 5 (299). С. 14-17.

4. Федоренко В.Ф., Мишуков Н.П., Трубицын Н.В., Таркивский В.Е. Применение инерциальной навигации для определения буксования сельскохозяйственных тракторов // Вестник Мордовского ун-та. Т. 28. № 1. 2018. С. 8-23.

5. Конаков А.С., Шаврин В.В., Тисленко В.И., Савин А.А. Сравнительный анализ среднеквадратической погрешности определения координат объекта в бесплатформенной инерциальной навигационной системе при использовании различных алгоритмов нелинейной фильтрации // Доклад Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2012. № 1. С. 5-9.

6. Ivanov A. B., Fedorenko V. F., Tarkivsky V. E. and Petukhov D. A. Rational use of energy potential and reduction of the negative impact on the soil of agricultural tractor propellers using instrumental control of slipping // In the journal: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 808 (APEC 2021) 012019, 2021. 6 p. Doi:10.1088/1755-1315/808/1/012019.

7. Таркивский В.Е., Трубицын Н.В., Петухов Д.А. Инновационные методы эксплуатационно-технологической оценки сельскохозяйственной техники // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2019. № 2. С. 78-83.

8. Воронин Е.С., Таркивский В.Е., Трубицын Н.В. Автоматизация хронометражных работ при испытаниях сельскохозяйственной техники // Техника и оборудование для села. 2023. № 6. С. 10-13.

9. Вальпа О.Г. Современные микроконтроллеры с 32-разрядной ARM-архитектурой // Современная электроника. 2008. № 1. С. 11-17.

New Method of Measuring the Depth of Soil Tillage

E.E. Podolskaya

(Novokubansk branch

FGBNU "Rosinformagrotech" [KubNIITiM])

Summary: The authors propose a new method for measuring the depth of soil cultivation by tillage machines based on a system of inertial position sensors. The block diagram and design of the inertial sensor for measuring the depth of travel of the working tools are substantiated. To test the effectiveness of the new method the bench that simulates the immersion of the working tools of soil-cultivating machines to different depths has been developed. The proposed method was examined on the bench.

Key words: testing, sensor, measuring instrument, tillage machine, quality of tillage.

УДК 632.931

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-11-14-17

Обоснование необходимости дополнительного воздействия на очаги многолетних сорняков при опрыскивании от вредителей посевов

И.М. Киреев,

д-р техн. наук,
зав. лабораторией,
вед. науч. сотр.,
kireev.I.M@mail.ru

З.М. Коваль,

д-р техн. наук,
гл. науч. сотр.,
zinakoval@mail.ru

Ф.А. Зимин,

инженер,
zinakoval@mail.ru
(Новокубанский филиал
ФГБНУ «Росинформагротех» [КубНИИТиМ])

Аннотация. Приведены результаты исследований очагов (куртин) многолетних сорных растений на поле и оценка действенности методов и приемов борьбы с вредителями в посевах пропашных культур в очагах сорных растений. Предложен метод дополнительного воздействия на очаги многолетних сорняков при опрыскивании от вредителей посевов.

Ключевые слова: многолетние сорняки, посев, растения, очаги, куртины, опрыскивание, гербициды, инсектициды.

Постановка проблемы

В настоящее время важная роль в вопросах повышения урожайности сельскохозяйственных культур принадлежит решению проблем защиты растений от неблагоприятных факторов. Особое внимание уделяется уничтожению сорняков, вредителей и предупреждению болезней. Вредоносными и трудноискоренимыми считаются корнеотпрысковые многолетние сорные растения (осот, пырей). Даже при уничтожении тем или иным способом надземной их части они способны через небольшое время нарастить зеленую массу и конкурировать с культурными растениями.

При обработках почвы разрезаемые фрагменты корней разносятся по поверхности поля. Если на отрезке имеются 1-2 почки, то наблюдается их прорастание. За вегетационный период такое растение развивает корни длиной до 3 м, а на следующий год в этом месте уже образуется куртина (очаг) из нескольких побегов.

Значительное количество сорняков растет на межах, в канавах, вдоль полевых, шоссе и железных дорог, около скирд, заборов, сараев и других построек. Рас-

садниками постоянно вегетирующих сорняков являются места у столбов и опор электропередачи, окраины полей и посадок и др. При обработке почвы трактористы неизбежно оставляют некоторую часть невспаханной почвы, на которой растет много различных сорных растений. Отсюда с помощью ветра разносятся созревшие семена и прорастают на полях, образуя куртины сорняков.

Борьба с корнеотпрысковыми многолетними сорняками осложнена тем, что используемый балльной оценкой порог вредоносности установлен как один сорняк на 1 м². Однако еще до достижения данного показателя происходит интенсивное укоренение и разрастание сорняков, что потребует в дальнейшем дополнительной и затратной сплошной обработки гербицидами очагов развивающихся сорняков.

Корнеотпрысковые многолетние сорняки при существенном распространении в посевах значительно снижают урожаи и качество продукции, конкурируя с культурными растениями за влагу, питательные вещества и свет. Распространяются корнями и ветвящимися корневищами, как например пырей ползучий, по всей площади полей (рис. 1) [1].

Стебли пырея ползучего с большим числом листьев и мощной корневой системой глушат посевы, а более мелкие сорняки достигают численности нескольких сотен на 1 м². На поле очаги (куртины) сорняков являются резервациями развития ржавчины, мучнистой росы и других болезней, а также вредителей (зерновая совка, вредная черепаха, блошки, тли, цикадки, трипсы, пяденицы, хлебная жужелица, хлебные жуки, злаковые мухи, вредители запасов, клещи и др.) культурных растений. Сорняки затрудняют механизированную уборку урожая, а семена некоторых из них ядовиты, и их примеси делают зерно непригодным для использования в качестве сырья для производства продуктов питания. Карантинные объекты переносятся животными (зоохория) и ветром (анемохория) [2].

Очагами растут корнеотпрысковые многолетние сорняки (выюнок полевой, бодяк полевой, осот полевой) [3-5]. Они размножаются вегетативно, являются наиболее трудноискоренимыми и широко распространёнными засорителями посевов [6], их корни дают несколько ярусов отпрысков, образуя мощную корневую систему (рис. 2).

Корнеотпрысковые многолетние сорняки могут образовывать всходы только на тех участках, поверхностный



а



б

Рис. 1. Пырей ползучий:

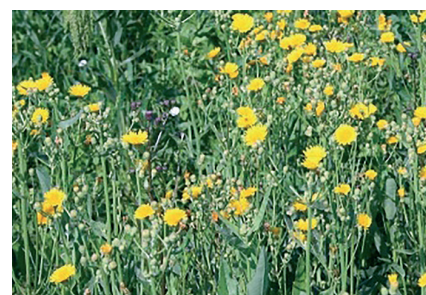
а – очаговое произрастание; б – общий вид растения с переплетенными корнями



а



б



в

Рис. 2. Корнеотпрысковые многолетние сорняки:

а – выюнок полевой; б – бодяк полевой (осот розовый); в – осот полевой



Рис. 3. Куртина по всходам кукурузы



Рис. 4. Куртина из сплошных зарослей амброзии

слой почвы которых в жаркое время года имеет большую влажность. Корневищные, клубневые, луковичные, двулетние и стержнекорневые сорняки приобретают стойкость и образуют небольшие очаги лишь в случае нарушения простейших требований агротехники. В четвертую фазу регенерации сорняки обычно вступают осенью, примерно через 5 месяцев после появления первого надземного побега. К этому времени молодое растение, сформировавшееся от одного отрезка, образует куртину и приобретает большую устойчивость (рис. 3) [3-5].

Например, размножаясь корневыми отпрысками, амброзия многолетняя образует плотные куртины, на которых культурные растения выпадают (гибнут). Корни ее устойчивы к низким температурам и даже в самые суровые зимы не вымерзают. При сильном засорении посевов амброзией многолетней урожайность культурных растений резко снижается. Очаги быстро разрастаются и формируют куртины из сплошных зарослей (рис. 4). Из одного растения в течение 3-5 лет возникнет очаг площадью не менее 150 м².

Наиболее злостным многолетним корнеотпрысковым сорняком является выюнок полевой (березка), имеющий расползающиеся стебли длиной до 170 см и большие бело-розовые цветы (см. рис. 2 а) [3].

Каждый выюнок образует до 9-8 тыс. шт. крупных семян черного цвета, которые из-за водонепроницаемой оболочки длительно хранятся и всходят растянуто. Всхожесть семян сохраняется до 50 лет. Температура прорастания 18-24°C. Главный корень уходит на глубину 3-4 м. Боковые отводки корней удаляются от главного на 25-40 см. Выюнок полевой, обволакивая культурные растения, вызывает полегание, а затем и гибель урожая. Сорняк массово распространился по всему югу страны.

Цель исследований – обоснование необходимости дополнительного воздействия на очаги многолетних сорняков при опрыскивании от вредителей посевов.

Материалы и методы исследования

При проведении исследований применялся системный анализ литературных источников по биологическим особенностям корнеотпрысковых многолетних сорных растений и методам борьбы с ними.

Мониторинг засоренности посевов проводился на опытных полях валидационного полигона Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ), расположенного в центральной зоне Краснодарского края. Оценка засоренности и видовой состав сорняков осуществляли в производственных посевах озимой пшеницы сорта Таня РС-2 общей площадью 68 га; подсолнечника LG 50480 – 48 га, кукурузы на зерно Краснодарская 194 – 54 га и сои сорта Веда – 50 га.

Степень засорения поля сорняками оценивали по трехбалльной шкале:

- 1 балл – слабая засоренность: сорняки встречаются редко, однолетники – отдельными растениями, многолетники – единичными мелкими куртинами, занимающими до 5 % площади поля;
- 2 балла – средняя засоренность: сорняки встречаются чаще, но теряются в травостое культурных растений, куртины многолетников занимают от 5 до 25 % площади поля;
- 3 балла – сильная засоренность: сорняки произрастают в большом количестве, куртины многолетников занимают более 25 % площади поля.

Для искоренения корнеотпрысковых многолетних сорняков использовали агротехнические и химические средства согласно производственным технологическим картам возделывания сельскохозяйственных культур. При этом химическая прополка являлась основным страховым защитным мероприятием против сорной растительности [7, 8].

Результаты исследований и обсуждение

В Краснодарском крае кукуруза на первых этапах своего развития (до 5 листьев) растет слабо, не конкурирует с сорными растениями [6, 9]. Поэтому в реализации потенциальной урожайности современных гибридов

защита от сорной растительности приобретает особое значение. Ассортимент гербицидов, зарегистрированных на кукурузе, представлен препаратами, обеспечивающими подавление широкого спектра сорняков в различные периоды роста всходов культуры. Препараты на основе 2,4Д, дикамбы требуют строжайшего соблюдения сроков применения во избежание отрицательного влияния на культурные растения. Имеются гербициды мягкого действия, которые можно применять в фазе 6-8 листьев.

При сильном засорении посевов подсолнечника его урожайность снижается до 25-35 % [6]. Максимальный эффект (95-97 %) достигается при использовании гербицидов в системах улучшенной зяби и послойной обработки почвы.

Наибольшую опасность представляют сорняки, развивающиеся в течение первого месяца после посева. В качестве профилактических мероприятий для борьбы с ними применяются почвенные гербициды с д.в. Трифлуралин (эффективны против злаковых и некоторых двудольных сорняков). Технология применения этих гербицидов требует немедленной заделки их в почву культиватором или средними боронами.

Фронтьер Оптима, Дуал Голд и другие можно заделывать средними боронами. Эти гербициды при выпадении осадков после их внесения создают в почве защитный экран, нарушать который до смыкания рядов подсолнечника нежелательно. Полное уничтожение многолетних корнеотпрысковых и корневищных сорняков достигается при использовании системных гербицидов в системах послойной и двукратной послойной обработок почвы.

Гербициды вносят после дискового лущения стерни при массовом отрастании сорняков. Температура при внесении гербицидов воздуха должна быть не ниже 12-14°C, а очередную обработку почвы требуется проводить не ранее, чем через 12-15 дней после опрыскивания. За этот период системный гербицид проникает в корневую систему сорняков.

После уборки колосовых предшественников проводятся два мелких (на 8-10 и 10-12 см) рыхления почвы культиваторами-плоскорезами с оставлением стерни на поверхности поля. При отрастании и образовании у сорняков 5-6 листьев их выборочно опрыскивают системными гербицидами.

Уход за посевами сои [6] проводится уничтожением проростков сорняков агротехническими и химическими методами во все периоды роста растений и на протяжении всего периода их вегетации. Достичь чистоты посевов сои можно только, дополняя агротехнические приемы борьбы эффективными гербицидами. Гербициды на сое следует применять при достижении экономического порога вредоносности сорных растений 3-4 шт. на 1 м² злаковых и 1-2 – двудольных. На сильно засоренных разными сорняками полях целесообразно сочетание почвенных гербицидов, вносимых до посева или сразу после него до всходов сои, и послевсходовых – по экономическому порогу вредоносности.

В посевах озимой пшеницы [6] складываются более благоприятные условия для поддержания высокого видового разнообразия сорной растительности, являющейся резервуаром многих видов вредителей. Озимая пшеница засорена в основном яровыми поздними, зимующими и корнеотпрысковыми многолетними сорняками. В посевах озимой пшеницы на участках, засоренных яровыми ранними двудольными однолетниками, урожайность зерна снижается на 16-28 %, яровыми поздними – на 35, выюнком полевым в зависимости от степени засоренности – на 6-28, бодяком щетинистым – на 24-32 %.

Число устойчивых к гербицидам сорняков растет, что, несомненно, представляет собой серьезную угрозу. Для уничтожения прорастающих сорняков в очагах, а также при отсутствии соответствующих технологий и специальных опрыскивателей приходится опрыскивать препаратами все поле. Для гербицидной обработки очагов многолетних сорных растений более эффективны комбинированный метод опрыскивания и опрыскиватель целевого назначения с учетом размеров куртин сорной растительности по сравнению с существующими методами и средствами.

Выводы

1. Высокая степень засорения трудноуничтожаемых однолетних и многолетних сорняков в очагах площадью не менее 150 м² и отдельных куртинах, равномерно расположенных на поле и занимающих 5-25 % площади, значительно снижает урожайность и качество пропашных и зерновых культур.

2. Общая схема системы борьбы с засоренностью поля должна дорабатываться, уточняться применительно к каждому району на основе изучения видового состава и биологических особенностей сорняков, распространенных в данном регионе.

3. Химическая прополка является основным страховым защитным мероприятием против сорной растительности. Для уничтожения очагов многолетних сорных растений, вредителей и болезней наиболее эффективен комбинированный метод опрыскивания сочетанием препаратов.

Список

использованных источников

1. Пырей ползучий (*Elytrigia repens*). (By Admin in Сорные растения on 13.03.2022) [Электронный ресурс]. URL: <https://universityagro.ru/%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F/%D0%BF%D1%8B%D1%80%D0%B5%D0%B9-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B7-%D1%83%D1%87%D0%B8%D0%B9-elytrigia-repens/> (дата обращения: 02.04.2023).

2. Предупреждение заноса и методы ликвидации очагов карантинных сорных растений: учеб. пособ. / Н.Н. Нещадим, Л.А. Шадрина, И.В. Бедловская. Краснодар: КубГАУ, 2014. 82 с.

3. Сорняки. Выюнок полевой [Электронный ресурс]. URL: https://lnzweb.com/ru/weeds/Convolvulus_arvensis (дата обращения: 02.04.2023).

4. Лаборатория знаний. Бодяк полевой или осот розовый [Электронный ресурс]. URL: <https://agrostory.com/info-centre/knowledge-lab/bodyak-polevoy/> (дата обращения: 02.04.2023).

5. Сорняки. Осот полевой, осот желтый, или осот молочайный. *Sonchus arvensis* L. [Электронный ресурс]. URL: <https://shans-group.com/vrednye-obekty/sornyaki/osot-polevoy-osot-zheltyy-ili-osot-molochayny-sonchus-arvensis-l/> (дата обращения: 02.04.2023).

6. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. Краснодар, 2015. 352.

7. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ в 2016 г. М.: Агропурс, 2016.

8. Каталог продукции 2023. «Агро Эксперт Групп» сегодня [Электронный ресурс]. URL: <https://agroex.ru/upload/2023.pdf> (дата обращения: 02.04.2023).

9. Панфилов А.Э., Сеницына О.Б. Оптимизация технологических схем контроля засоренности в посевах кукурузы // Кукуруза и сорго. 2012. № 4. С. 25-28.

Rationale for the Need for Additional Impact on the Hotbeds of Perennial Weeds When Spraying Against Crop Pests

I.M. Kireev, Z.M. Koval, F.A. Zimin

(Novokubansk branch of the Federal State Budgetary Institution "Rosinformagrotech" [KubNIITIM])

Summary: The authors present the results of studies of hotbeds (clumps) of perennial weeds in the field and assess the effectiveness of the methods and techniques for pest control in row crops in weed hotbeds. The method of additional impact on the hotbeds of perennial weeds when spraying against crop pests is proposed.

Key words: perennial weeds, sowing, plants, foci, clumps, spraying, herbicides, insecticides.



УДК 004.658.2:63

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-11-18-21

Формирование автоматизированных интерактивных ресурсов сельхозмашин и оборудования, зарубежного опыта их использования и технического обслуживания

Ю.И. Чавыкин,

канд. техн. наук,

вед. науч. сотр.,

tchavikim@rosinformagrotech.ru

(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Аннотация. Представлены результаты исследований по формированию цифровой среды для системного анализа информации по созданию фактографических баз данных о технике и оборудовании для сельскохозяйственного производства, а также использовании инновационных технологий в сфере технического сервиса для эффективного обслуживания зарубежных сельскохозяйственных машин.

Ключевые слова: электронный ресурс, база данных, зарубежные журналы, справочно-информационное обслуживание, ФНТП, ИРБИС.

Постановка проблемы

Важнейшей задачей реализации государственной аграрной политики в современных условиях является обеспечение продовольственной безопасности страны. Увеличение объемов производства в значительной степени зависит от материально-технического и технологического обеспечения сельского хозяйства (внедрение эффективных агротехнологий на основе использования высокопроизводительной техники и оборудования). Для оперативного принятия качественных управленческих решений необходима своевременная и достоверная информация о технических характеристиках инновационной сельскохозяйственной техники. В этой связи аналитический мониторинг инновационного развития сельского хозяйства является важным инструментом повышения оперативности и качества принятия управленческих решений в АПК. Основными составляющими мониторинга являются организация информационного потока с доступом к информационным ресурсам по тематике АПК, экспертный анализ информации, создание эффективной системы доведения, распространения и использования новых знаний.

Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» (ФНТП) фор-

мирует направления исследований в учреждении, в том числе для создания интерактивных цифровых ресурсов по направлениям данной программы [1].

Для повышения эффективности инновационного развития сельского хозяйства и реализации подпрограмм ФНТП целесообразны создание и актуализация открытых отраслевых цифровых информационных ресурсов, где систематизирована и размещена информация о зарубежных и отечественных инновациях, а также представлен опыт эффективного их использования в сельскохозяйственном производстве.

Цель исследований – разработка элементов научно-информационной системы на основе создания и актуализации интерактивных баз данных о сельскохозяйственной технике и опыте ее эффективного использования по направлениям ФНТП.

Задачи для достижения цели работы:

- сбор, систематизация, анализ и обобщение фактографической информации по машинам и оборудованию для инновационного развития сельского хозяйства;
- формирование информационного массива для актуализации баз данных по машинам и оборудованию, а также сведений об эффективной эксплуатации зарубежной техники;
- размещение в открытом доступе интерактивной базы данных «Техника и оборудование для реализации подпрограмм федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы» с информацией о сельскохозяйственной технике и базы данных «Зарубежные инновации по механизации сельского хозяйства», где представлен опыт эффективного использования зарубежной техники.

Данные автоматизированные интерактивные ресурсы позволят улучшить информационное обеспечение отрасли и повысить уровень знаний у специалистов АПК для оперативного принятия качественных управленческих решений.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований являлась система научно-технической информации в сельском хозяйстве, задачами исследования – анализ и обобщение информации по инновационным направлениям развития сельского хозяй-

ства и инженерно-технической системы АПК; разработка специализированных баз данных для совершенствования научно-информационного обеспечения инновационного развития АПК. Источники информации: статьи, опубликованные в ведущих журналах отрасли; информация с сайтов научных учреждений, занимающихся исследованиями в области сельского хозяйства, образовательных учреждений, подведомственных Минсельхозу России, ведущих производителей сельскохозяйственной техники, а также представленная на крупнейших сельскохозяйственных выставках. В процессе исследований модернизировались информационные сервисы автоматизированной библиотечной системы «Ирбис».

При проведении исследований применялись методы информационного анализа и синтеза, экспертизы, информационно-аналитического мониторинга.

Результаты исследований и обсуждение

ФГБНУ «Росинформагротех» является головным отраслевым органом научно-технической информации, целью деятельности которого в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 декабря 2007 г. № 1878-р определено научно-информационное обеспечение инновационного развития в сфере сельского хозяйства.

С 2021 г. в учреждении формируется база данных «Техника и оборудование для реализации подпрограмм Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы» (ФБД), которая позволяет накапливать, хранить и передавать знания об инновационных разработках для реализации направлений ФНТП. Созданы интерфейсы с расширенными возможностями поиска и представления данных, а также удаленного доступа к полнотекстовым файлам. Предложен алгоритм решения удаленного перехода по гиперссылке на фото машины или оборудования и на страницу разработчика или дилера сельскохозяйственной техники, что позволяет получить доступ к полнотекстовым и мультимедийным данным о технической документации по использованию и работе техники в технологическом процессе сельхозпроизводства. Для автоматизированного пополнения ФБД разработан модуль преобразования данных и формирования файла экспорта. Разработаны структура ФБД (15 полей) и отраслевой рубрикатор для решения задач структурирования и поиска данных [2, 3].

В 2023 г. в БД введено более 250 ед. машин и оборудования отечественного производства (тракторы и сеялки). Общий объем данных БД составляет более 1040 документов. Количественные показатели введенных в БД «Техника для ФНТП» машин по рубрикам механизации растениеводства и животноводства представлены в табл. 1.

ФБД используется специалистами при выборе необходимой техники, для выявления конкретных машин, производимых в регионах, федеральных округах конкретными производителями. Одна из задач эффективного использования ФБД состоит в создании информационных сервисов, позволяющих производить сопоставительный

Таблица 1. Объем ФБД по направлениям ФНТП

Наименование подпрограмм ФНТП	Число документов
Развитие селекции и семеноводства картофеля	71
Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы	67
Создание отечественного конкурентоспособного мясного кросса кур бройлерного типа	45
Развитие производства кормов и кормовых добавок для животных	123
Улучшение генетического потенциала крупного рогатого скота мясных пород	101
Развитие селекции и семеноводства масличных культур	48
Развитие виноградарства, включая питомниководство	10
Развитие питомниководства и садоводства	27
Развитие селекции и семеноводства технических культур	102
Развитие селекции и переработки зерновых культур	101
Развитие селекции и семеноводства овощных культур	69
Сельскохозяйственная техника	280
Итого	1044

анализ отечественной и зарубежной техники, что крайне необходимо при ее выборе для сельскохозяйственного производства. В настоящее время для модернизации ФБД в учреждении проводятся работы по использованию программного обеспечения, позволяющего анализировать слабоструктурированные данные из технической характеристики машины, используя функции систематизации и сравнения данных.

Структура ФБД состоит из 45 полей. Основными поисковыми полями ФБД являются: название, марка, описание, техническая характеристика, изготовитель. Основой систематизации данных в ФБД служит рубрикатор, состоящий из разделов технологических операций агротехнологий и видов машин. Также значительно расширяют информационные возможности ФБД ссылки на сайт изготовителя с актуальными данными и на полнотекстовый файл с технической документацией машины или оборудования.

Для повышения эффективности поисковых функций ФБД разработан рубрикатор по направлениям реализации ФНТП. Интерфейс поиска и сервисы выбора данных из БД «Техника для ФНТП» представлены на рис. 1.

Использование мультимедийной БД позволяет формировать новые знания и компетенции у специалистов АПК на основе предоставляемых данных о технических характеристиках машин и оборудования, анализа полнотекстовой документации о ее использовании, также данных об изготовителе и дилере.

ФГБНУ «Росинформагротех» является подписчиком основных зарубежных журналов, в которых представлен широкий спектр вопросов и решений в области механизации

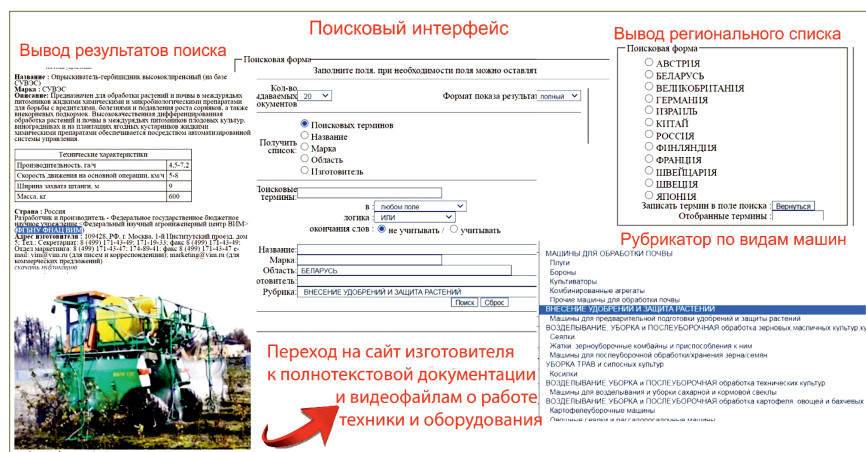


Рис. 1. Интерфейсы выбора поисковых функций в ФБД

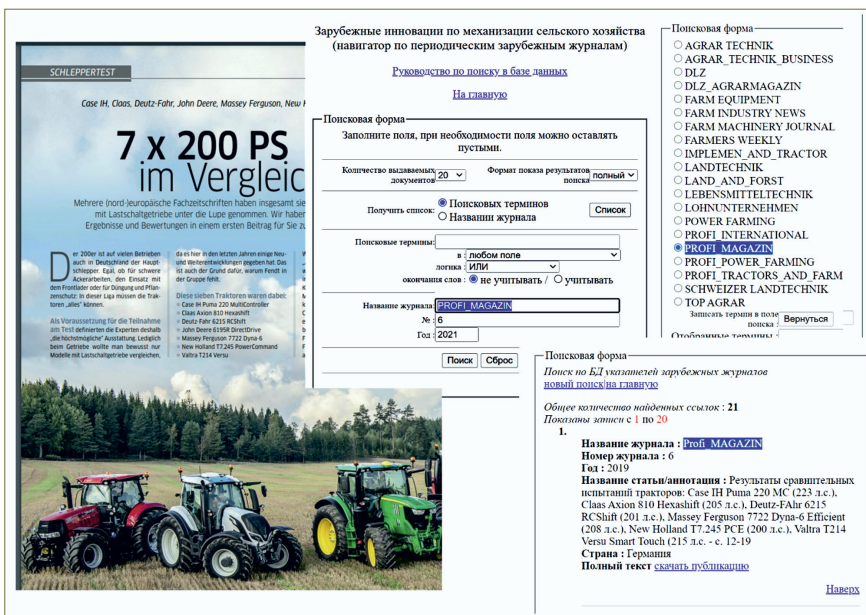


Рис. 2. Интерфейс поиска и сервисы выбора данных из БД зарубежных журналов

ции сельского хозяйства. Для эффективного мониторинга массива статей и получения выборок по узконаправленным тематикам, конкретным фирмам-изготовителям техники и оборудования разработана фактографическая БД «Зарубежные инновации по механизации сельского хозяйства» (<http://www.rosinformagrotech.ru/index.php?topic=bd&page=journ>).

При разработке БД выполнены работы по аналитико-синтетической обработке публикаций зарубежных периодических изданий по инженерно-техническому направлению; перевод аннотаций; разработана структура данных БД; созданы интерфейсы поиска и представления данных; разработаны алгоритмы эффективного поиска информации. БД создана с использованием модулей АБИС «ИРБИС». Поиск проводится по ключевым словам, названию журнала, марке машины или оборудования, технологической операции, виду машины, году издания журнала.

Предложены авторские алгоритмы предоставления удаленного доступа к файлам зарубежных публикаций

с использованием ПО «Web-ИРБИС» и преобразования информации в формат экспорта данных для структуры «Web-ИРБИС» с возможностью переиндексации полей и формирования специализированных рубрикаторов [4, 5].

В 2023 г. разработан сервис представления полнотекстовых документов – публикаций из журнала с использованием данного сервиса, в БД введено более 1 тыс. полнотекстовых публикаций журнала «Profi Magazin» за 2015-2019 гг., что позволило значительно улучшить информационное обеспечение в области повышения эффективности эксплуатации и технического сервиса высокопроизводительной зарубежной сельхозтехники и оборудования. Правильная эксплуатация дорогостоящей зарубежной техники позволяет сократить затраты на ее ремонт при замене узлов и агрегатов, что особенно актуально при наложении санкций на поставку запасных частей.

Объем публикаций, обработанных и внесенных в базу данных, составляет более 18 тыс. (табл. 2).

Данная БД является единственным в России информационным ресурсом, структурирующим массив статей зарубежных периодических изданий в сфере механизации сельского хозяйства. Использование БД в научных и образовательных целях позволит анализировать и эффективно использовать опыт внедрения в сельскохозяйственное производство зарубежных инноваций.

Интерфейс поиска и сервисы выбора данных из БД зарубежных журналов представлены на рис. 2.

Формирование цифровых информационных ресурсов с аналитической поддержкой инновационной деятельности позволяет эффективно обеспечивать предоставление пользователям достоверной и целостной информации об инновационной технике и оборудовании.

Внедрение современных информационных технологий и использование электронных ресурсов позволяет эффективно решать задачи справочно-информационного обслуживания отрасли, реализовывать новые эффективные его формы, направленные на повышение качества и оперативности доведения научно-технической информации до специалистов АПК. Развитие интернет-технологий позволило эффективно использовать интерактивные базы данных учреждения, совершенствовать алгоритмы автоматизированного сбора, генерации и расширения функций доведения знаний до специалистов АПК с использованием онлайн-доступа к цифровым ресурсам учреждения.

Таблица 2. Объем введенных в БД аннотаций публикаций из зарубежных периодических изданий

Название периодического издания	Страна	Число аннотаций
Power Farming	Австралия	1556
TOP AGRAR		1244
PROFI. Tractors and farm machinery		963
Farm Machinery Journal		584
PROFI INTERNATIONAL	Великобритания	601
Farm Equipment		583
FARMERS WEEKLY		545
PROFI MAGAZIN	Германия	2971
Lohnunternehmen		1295
DLZ agrarmagazin		1124
AGRAR TECHNIK		897
DLZ		515
Lebensmitteltechnik		2651
Landtechnik		403
LAND AND FORST		246
AGRAR TECHNIK BUSINESS		223
IMPLEMENT AND TRACTOR	США	213
Schweizer Landtechnik	Швейцария	1696
ИТОГО		18310

В учреждении создана эффективная система научно-информационного и аналитического обеспечения инновационного развития АПК, предусматривающая сбор, анализ, обобщение, систематизацию, хранение, передачу, обеспечение доступа к научно-технической информации по актуальным проблемам сельского хозяйства. Одним из элементов этой системы являются специализированные базы данных института, представляющие собой открытые цифровые ресурсы отечественной и зарубежной информации по направлениям инновационного развития АПК и обеспечивающие удаленный доступ к информации с использованием сервисов с функциями доступа к полнотекстовым документам.

Выводы

1. Создан и актуализируется открытый интерактивный отраслевой информационный ресурс – база данных «Техника и оборудование для реализации подпрограмм федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы», где представлены техника и оборудование для эффективной реализации подпрограмм ФНТП. Использование мультимедийной БД позволяет формировать новые знания и компетенции у специалистов АПК на основе предоставляемых данных о технических характеристиках машин и оборудования, ссылок на полнотекстовую документацию с данными о ее использовании, также данных об изготовителе и дилере.

2. Создан и актуализируется отраслевой открытый цифровой информационный ресурс – база данных «Зарубежные инновации по механизации сельского хозяй-

ства», позволяющая специалистам АПК удаленно проводить поиск и получать выборки из БД и использовать полученные знания для эффективного использования зарубежной техники в сельскохозяйственном производстве.

Результаты работы будут содействовать совершенствованию методов распространения новых знаний и внедрению инновационных технологий во исполнение ФНТП.

Список

использованных источников

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201708300023/> (дата обращения: 29.09.2023).

2. Чавыкин Ю.И., Наумова Л.М. Научно-практические аспекты формирования и представления в среде интернет документальных и фактографических баз данных по вопросам ИТС АПК// Техника и оборудование для села. 2016. № 12. С. 32-35.

3. Чавыкин Ю.И. Научно-практические аспекты формирования автоматизированных интерактивных ресурсов по направлениям реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы // Техника и оборудование для села. 2022. № 11 (305). С. 6-10.

4. Чавыкин Ю.И., Францевич В.С. Формирование интерактивных информационных сервисов на основе отечественных и зарубежных ресурсов // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. XIII Междунар. науч.-практ. интернет-конф. «ИнформАгро-2021». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. С. 297-301.

5. Опыт создания базы данных по технике и оборудованию для реализации направлений ФНТП / Л.М. Наумова, А.В. Юданова, Ю.В. Костюкова [и др.]. // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. XIII Междунар. науч.-практ. конф. «Информ-Агро-2021». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. С. 31-35.

Formation of Automated Interactive Informational Resources of Agricultural Machinery and Equipment, Foreign Experience of Their use and Maintenance

Yu.I. Chavykin

(FGBNU "Rosinformagrotech")

Summary: The author presents the results of research on the formation of a digital environment on the basis of factual databases intended for system analysis of information on machinery and equipment for agricultural production, as well as the use of innovative technologies in the field of technical service for the effective maintenance of foreign agricultural machines.

Key words: electronic resource, database, foreign journals, reference and information services, Federal scientific and technical development program (FSTDП), IRBIS.

УДК 633.521

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-11-22-27

Использование кондуктометрического метода при определении влажности тресты льна

А.А. Уткин,

канд. геогр. наук,

вед. науч. сотр.,

a.utkin@fncl.ru

(ФГБНУ ФНЦ ЛК);

А.В. Малышкин,

89038087815@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты и особенности использования кондуктометрического метода при определении влажности льняной тресты в рулонах. Выбрана оптимальная форма первичного измерительного преобразователя влагомера рулонов тресты льна. Показаны структура и принцип действия разработанного устройства.

Ключевые слова: влажность тресты льна, кондуктометрический метод, экспресс-влагомер, принципиальная электрическая схема.

Постановка проблемы

В настоящее время в льняной промышленности имеется острая потребность в современных средствах измерения влажности тресты льна отечественного производства. Отечественные экспресс-влагомеры тресты льна не производятся уже более 25 лет, а зарубежные аналоги тарированы, как правило, для сена и соломы. Влажность льняной тресты является важнейшим показателем для обеспечения оптимальных условий ее хранения и дальнейшей переработки, а также значительно влияет на ее товарную массу [1]. Для определения влажности применяются различные конструктивно-технологические решения средств измерения, от точности которых зависят эффективность и трудозатраты таких измерений.

Для измерения влажности тресты льна в промышленных масштабах используются приборы, работающие на основе термогравиметрического

(весового), кондуктометрического, диэлькометрического методов. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки [2-4].

Цель исследования – изучение возможностей применения кондуктометрического метода для создания современного отечественного экспресс-влагомера льняной тресты.

Материалы и методы исследования

Исходным материалом для изучения и анализа служила информация из различных источников, научные разработки, диссертации, научные публикации по схожей тематике. Изучались возможности технических средств, применяемых для измерения влажности тресты льна, проводилось сравнение методов и принципов измерения влажности. При выполнении работы использовались стандартные методы измерения физических величин.

Основными недостатками устройств, работающих по термогравиметрическому принципу, являются длительное время определения влажности – более 10 мин на одно измерение, большие размеры и масса прибора (13 кг), а также невозможность замеров влажности тресты льна внутри рулона при условии сохранения его целостности [4-6].

В основу работы влагомеров, работающих с помощью диэлькометрического метода, положен емкостный метод измерения, учитывающий зависимость диэлектрической проницаемости тресты льна от ее влажности. Основными недостатками существующих устройств являются большие размеры и масса прибора, а также невозможность замеров влажности тресты льна внутри рулона при условии сохранения его целостности [4, 7].

С целью сохранения целостности рулонов тресты льна при проведении замеров влажности сырья используют штыковые влагомеры, также основанные на диэлькометрическом методе измерения. Основными недостатками используемых советских штыковых влагомеров для измерения влажности льняной тресты являются высокая погрешность ($\pm 2-3\%$), значительные габаритные размеры и масса [4, 8]. Это приводит к увеличению трудозатрат и времени на измерение, что в целом отрицательно влияет на экономическую эффективность труда в процессе уборки и хранения тресты льна.

Первичный измерительный преобразователь в виде зонда также имеют некоторые зарубежные и отечественные влагомеры льняной тресты, но работают они на основе кондуктометрического метода, который основан на корреляции электрической проводимости материала с величиной его влажности. Основным недостатком этих влагомеров льняной тресты является высокая погрешность шкалы вывода показаний прибора – более $\pm 3\%$ и узкий диапазон измерений (как правило, от 15 до 27 %) [4, 5].

Однако приборы, действующие на основе кондуктометрического метода, имеют ряд весомых преимуществ. Для таких устройств характерны высокая скорость измерения, малый вес и компактность, допустимый уровень точности измерений, возможность замеров влажности тресты льна во внутренней части рулона при условии сохранения его целостности, простота и надежность конструкции. Поэтому для разработки влагомера был выбран кондуктометрический принцип действия.

Результаты исследований и обсуждение

Выбор формы первичного измерительного преобразователя. Для определения оптимального размера и формы спроектированы и изготовлены три варианта щупов опытного образца влагомера: двухконтактный одностержневой, четырехконтактный одностержневой и двухконтактный двухсержневой (рис. 1).

С помощью тераомметра, фиксирующего высокие значения электрического сопротивления, были проведены замеры в образцах тресты льна влажностью 8 и 30 % щупами всех трёх вариантов. Результаты измерений приведены в табл. 1 и на рис. 2 и 3.

Среднеквадратическое отклонение, показывающее абсолютную оценку меры разбросанности полученных значений, как в измерениях на образце влажностью 8 %, так и на образце влажностью 30 % имеет максимальную величину при использовании двухконтактного одностержневого щупа, минимальную – двухконтактного двухсержневого.

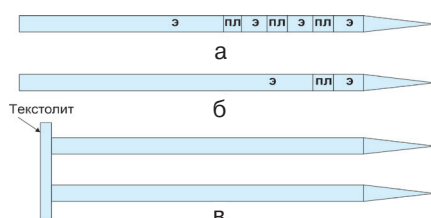


Рис. 1. Варианты щупов:

а – двухконтактный одностержневой;
б – четырехконтактный одностержневой;
в – двухконтактный двухсержневой;
пл – пластик (диэлектрик);
э – электрод (металл)

Коэффициент вариации полученных значений измерений, показывающий стабильность получаемых данных, также минимален при использовании двухконтактного двухсержневого щупа (см. табл. 1 и рис. 3).

Таким образом, по результатам анализа значений замеров электрического сопротивления на образцах тресты льна и их стабильности, а также надёжности работы щупов в качестве основного был выбран двухконтактный двухсержневой щуп.

Разработка измерительного устройства влагомера. В целях обе-

спечения стабильности работы проводилась разработка структуры опытного образца кондуктометрического влагомера, в том числе электрической схемы его работы (рис. 4), которая была реализована на печатной плате (рис. 5).

Разработана следующая структура устройства: первичный измерительный преобразователь, источник питания, логарифмический усилитель, блок обработки сигнала на базе микроконтроллера, блок индикации.

Источник питания состоит из двух последовательно включен-

Таблица 1. Результаты измерений электрического сопротивления в тресте льна различными вариантами щупов

Показатели	Тип щупа		
	двухконтактный одностержневой	четырёхконтактный одностержневой	двухконтактный двухсержневой
Образец тресты льна влажностью 8 %:			
Измерение 1, Ом	$1,4 \times 10^{12}$	$1,5 \times 10^{12}$	$1,8 \times 10^{12}$
Измерение 2, Ом	$2,5 \times 10^{12}$	$2,2 \times 10^{12}$	2×10^{12}
Измерение 3, Ом	$2,2 \times 10^{12}$	$2,3 \times 10^{12}$	$2,2 \times 10^{12}$
Измерение 4, Ом	$1,8 \times 10^{12}$	$1,9 \times 10^{12}$	$2,1 \times 10^{12}$
Измерение 5, Ом	$2,3 \times 10^{12}$	$2,1 \times 10^{12}$	$1,9 \times 10^{12}$
Среднее арифметическое измерений	$2,04 \times 10^{12}$	2×10^{12}	2×10^{12}
Среднеквадратическое отклонение	$4,787 \times 10^5$	$3,594 \times 10^5$	$1,708 \times 10^5$
Коэффициент вариации, %	23,47	17,97	8,54
Образец тресты льна влажностью 30 %:			
Измерение 1, Ом	40×10^3	48×10^3	45×10^3
Измерение 2, Ом	50×10^3	42×10^3	47×10^3
Измерение 3, Ом	43×10^3	47×10^3	45×10^3
Измерение 4, Ом	48×10^3	43×10^3	43×10^3
Измерение 5, Ом	48×10^3	47×10^3	45×10^3
Среднее арифметическое измерений	$45,8 \times 10^3$	$45,4 \times 10^3$	45×10^3
Среднеквадратическое отклонение	4573,5	2943,9	1933
Коэффициент вариации, %	9,99	6,48	3,63

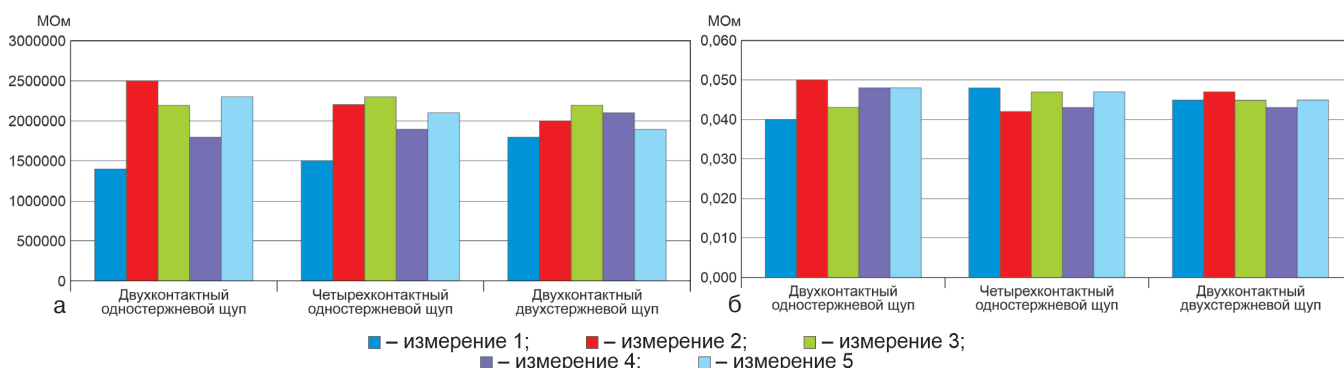


Рис. 2. Электрическое сопротивление в тресте льна, МОм: а – влажностью 8 %; б – влажностью 30 %

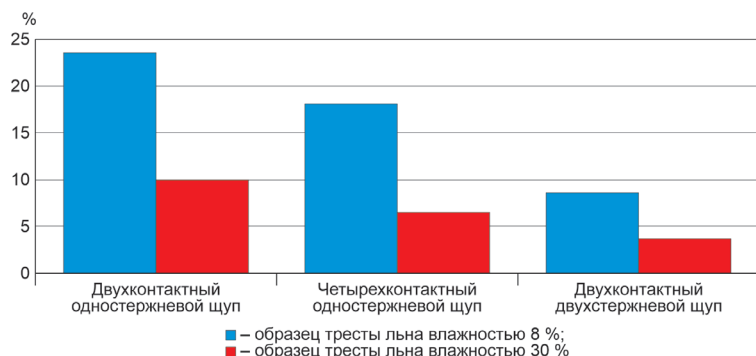


Рис. 3. Коэффициент вариации трех измерений электрического сопротивления в тресте льна влажностью 8 и 30 % различными щупами, %

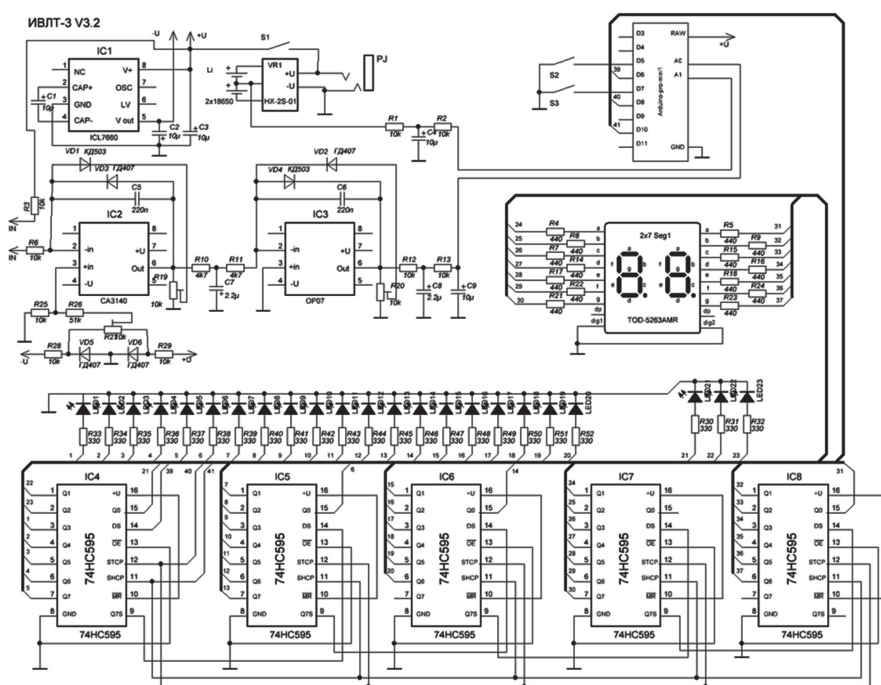


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема влагомера

ных Li аккумуляторов типоразмера 18650; контроллера заряда/разряда Li аккумуляторов HX-2S-01, обеспечивающего контроль степени их разряда и заряда, не допускающего небезопасный перезаряд и переразряд; преобразователя полярности напряжения на ИС ICL7660, преобразующего положительное напряжение в отрицательное аналогичной величины, для обеспечения двуполярного питания операционных усилителей логарифмического усилителя; источника напряжения для измерителя проводимости образца.

Логарифмический усилитель предназначен для преобразования тока, проходящего через измеряемый образец, изменяющегося в

диапазоне от приблизительно 25×10^{-3} до 1×10^{-9} А, в напряжение в диапазоне 0 ± 5 В.

Логарифмический усилитель состоит из первого каскада на операционном усилителе IC2 с МОП-транзисторами на входе типа CA3140, имеющего входной ток 10 пА согласно спецификации (входное сопротивление $1,5 \times 10^{12}$ Ом), и нелинейные элементы VD1 (КД503Б) в цепи обратной связи для формирования логарифмической зависимости выходного напряжения от входного тока; второго каскада на прецизионном низкочастотном операционном усилителе IC3 типа OP07, также имеющего в цепи обратной связи нелинейные элементы VD2 (КД503Б)

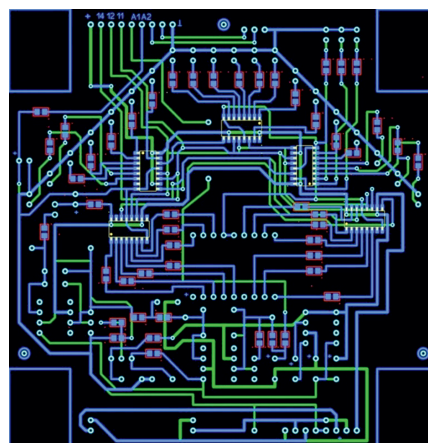


Рис. 5. Печатная плата устройства

для формирования логарифмической зависимости выходного напряжения от входного тока, что позволяет с достаточно приемлемой точностью и стабильностью преобразовать ток, изменяющийся в диапазоне 7 декад, в линейный с небольшим динамическим диапазоном в 1,5 декады, необходимый для корректной работы АЦП блока обработки сигнала приближенно по формуле

$$U = k \log (\log I). \quad (1)$$

Диоды VD3 и VD2 предназначены для предотвращения ухода ОУ в перегрузку в момент включения прибора. С помощью R14, R15, R25, R20, R26, VD5, VD6 устанавливается выходное напряжение усилителя при разомкнутых электродах, составляющее примерно 20 мВ. Цепочки R2, R3, C6 и R4, R5, C7, C8, а также C4 и C5 предназначены для корректировки АЧХ усилителя с целью уменьшения чувствительности к наводкам, в том числе промышленной частоты 50 Гц.

Блок обработки сигнала выполнен на контроллере типа Arduino pro mini, имеет встроенный 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП), питание 5 В, 16 Кб флэш-памяти, 1 Кб оперативной памяти, микроконтроллер ATmega 168 с частотой 16 МГц. Блок подключен аналоговыми входами к логарифмическому усилителю и одному элементу аккумулятора, цифровыми входами – к переключателям режимов, цифровыми выходами – к блоку индикации. Выполнен на отдельной плате и подключен на разъеме для

обеспечения возможности перепрограммирования микроконтроллера.

При включении прибора блок обработки сигнала проводит процедуру приведения блока индикации в начальное положение, опрашивает управляющие элементы для определения запрашиваемого режима работы. Кроме того, он выполняет оцифровку напряжения на аккумуляторе, выдает сигналы для блока индикации для показа уровня заряда аккумулятора и влажности образца после оцифровки сигнала с логарифмического усилителя.

Блок индикации служит для визуализации уровня заряда аккумулятора и влажности образца. Он имеет линейную шкалу из светодиодов и двухразрядный семисегментный индикатор для вывода цифровых показаний. Блок индикации выполнен на базе 5 микросхем сдвиговых регистров 74НС595, 23 светодиодов и двухразрядного семисегментного индикатора.

Принцип действия устройства. При изменении влажности электроды с приложенным измерительным напряжением погружаются в рулон параллельно слоям намотки на заданную конструкцию электродов глубину, протекающий между электродами сверхмалый ток усиливается первым логарифмическим усилителем, его выходной сигнал подается на второй, нормирующий логарифмический усилитель, обеспечивающий диапазон выходных напряжений 0-5 В с необходимой линейностью и динамическим диапазоном. Тем самым повышается точность измерения влажности.

Таблица 2. Результаты замеров влажности тресты льна

Образец	№ 4	№ 3	№ 2	№ 1	№ 5	№ 9 лаб.	№ 6 лаб.	№ 8 лаб.	№ 7 лаб.
<i>Данные лаборатории, влажность %</i>									
Проба 1, %	8,3	11,3	16,4	18,3	16,7	6,8	9,5	11,8	11,1
Проба 2, %	8,3	9,9	16,2	19,2	14	6,8	8,4	9,5	9,2
Проба 3, %	8	6,5	13,1	18	16,3	6,1	6,9	8,5	9,8
Среднее арифметическое	8,2	9,2	15,2	18,5	15,7	6,6	8,3	9,9	10
<i>Показания устройства, влажность %</i>									
Проба 1, %	13,5	13,5	26	22,5	17,5	6,5	13	16,5	16
Проба 2, %	13	13	25	20,5	18,5	6,5	13,5	17,5	15,5
Проба 3, %	14	12,5	27	21,5	18	6,5	14	17	16,5
Среднее арифметическое	13,5	13	26	21,5	18	6,5	13,5	17	16,0



Рис. 6. Тестовые замеры показаний устройства:

а – в лабораторных условиях на макетных образцах; б – на рулонах тресты льна

Выход второго логарифмического усилителя соединен с аналого-цифровым преобразователем микроконтроллера, запрограммированным выдавать значение влажности на дисплей.

Для микроконтроллера в среде разработки Arduino IDE был разработан код на языке C++, выполняющий чтение аналогового сигнала. Реализована функция, аргументом которой является оцифрованное аналоговое значение. В зависимости от значения аргумента на светодиоды и семисег-

ментный индикатор отправляется нужное значение влажности.

Тестовые замеры показаний устройства. Тестовые замеры показаний опытного образца кондуктометрического влагомера проводились в лабораторных и полевых условиях (рис. 6). Результаты замеров влажности тресты льна приведены в табл. 2 и на рис. 7.

Контрольные показания влажности измеряемых образцов тресты льна были установлены термогравиметрическим методом в лабораторных

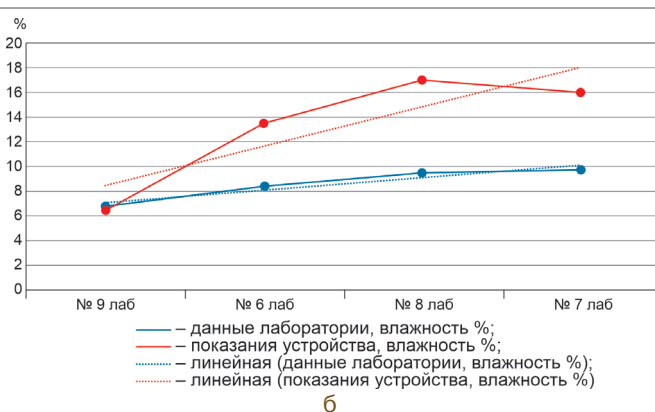
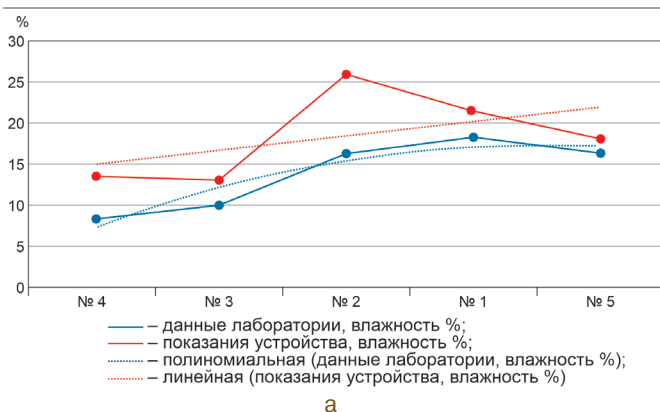


Рис. 7. Измерения показаний влажности тресты льна, %: а – в рулонах; б – в лабораторных образцах

Таблица 3. Результаты тестирования работы логарифмического усилителя и блока обработки сигнала устройства в диапазоне электрического сопротивления

R, кОм	U, мВ	I, А	Log (I)	R, кОм	U, мВ	I, А	Log (I)
1	5480	3,190E-04	-3,50	400	3550	1,675E-05	-4,78
10	5470	2,233E-04	-3,65	450	3510	1,489E-05	-4,83
20	5210	1,675E-04	-3,78	500	3480	1,340E-05	-4,87
30	4920	1,340E-04	-3,87	600	3420	1,117E-05	-4,95
40	4720	1,117E-04	-3,95	700	3370	9,571E-06	-5,02
50	4570	9,571E-05	-4,02	800	3330	8,375E-06	-5,08
50	4460	9,571E-05	-4,02	900	3310	7,444E-06	-5,13
70	4360	7,444E-05	-4,13	1000	3280	6,700E-06	-5,17
80	4280	6,700E-05	-4,17	1500	3170	4,467E-06	-5,35
90	4210	6,091E-05	-4,22	2000	3090	3,350E-06	-5,47
100	4150	5,583E-05	-4,25	3000	2980	2,233E-06	-5,65
130	4010	4,467E-05	-4,35	4000	2900	1,675E-06	-5,78
150	3940	3,941E-05	-4,40	5000	2840	1,340E-06	-5,87
170	3880	3,526E-05	-4,45	6000	2790	1,117E-06	-5,95
200	3810	3,045E-05	-4,52	7000	2740	9,571E-07	-6,02
250	3730	2,680E-05	-4,57	8000	2690	8,375E-07	-6,08
300	3660	2,233E-05	-4,65	9000	2640	7,444E-07	-6,13
350	3610	1,914E-05	-4,72	10000	2600	6,700E-07	-6,17

Условные обозначения: R – сопротивление; U – напряжение на выходе логарифмического усилителя/выхода аналого-цифрового преобразователя (АЦП) микроконтроллера; I – рассчитанный входной ток логарифмического усилителя.

условиях. В результате измерений выявлена высокая их повторяемость при незначительной зависимости от плотности рулона. При этом повторяемость измерений весьма стабильна при превышении некоторой величины плотности рулона.

Для оценки диапазона изменения измеряемого сопротивления между электродами и выбора схемы измерения применялись приборы Mastech MAS830B для сопротивления до 1 МОм и мегаомметр Ф4101 для сопротивления до 20 ГОм.

При измерениях лабораторных образцов было установлено, что диапазон изменения сопротивления составляет от 30 кОм для образца влажностью 28-32 % и более 2 ГОм – влажностью 5-7 %. Соответственно, устройство измерения влажности должно в полевых условиях стабильно, повторяемо и с приемлемой точностью измерять ток в диапазоне от 1×10^{-4} до 5×10^{-9} А, т.е. с изменением в диапазоне 5 порядков. Такой динамический диапазон

возможно реализовать с использованием логарифмического усилителя.

Для проверки правильности сделанных предположений и выводов по схеме измерений была проведена оценка линейности работы логарифмического усилителя и блока обработки сигнала устройства. Применялся магазин сопротивлений, аналогичный типу P40101, проверялся весь диапазон изменения сопротивлений от 10 кОм до 10 МОм. Полученные результаты представлены в табл. 3 и на рис. 8.

В проверяемом диапазоне изменения сопротивления выявлены высокая монотонность и гладкость характеристики, что позволяет компенсировать получающуюся нелинейность характеристики на верхней и нижней границах измеряемого диапазона программным путем, задавая в табличном виде необходимые коэффициенты пересчета при преобразовании величины тока в показания влажности и границы диапазонов преобразования.

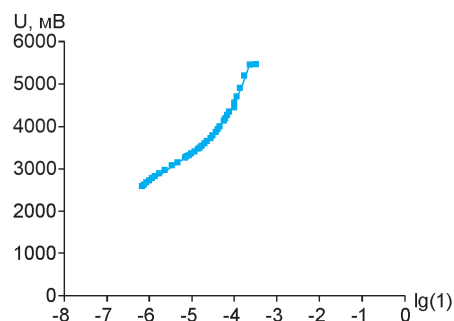


Рис. 8. Измерения показаний влажности в лабораторных образцах тресты льна, %

При визуальном наблюдении сигнала на выходе логарифмического усилителя на экране контрольного цифрового запоминающего осциллографа GDS-71042 в процессе замеров во всем диапазоне измерений для построения таблицы шумовых сигналов, наводок с частотой 50 Гц, выбросов и пропадания сигналов не наблюдалось, сигнал изменялся строго монотонно и равномерно, что подтверждает правильность выбранной схемы измерения.

Выводы

1. В ходе исследования было проведено сравнение принципов работы влагомеров тресты льна. Выбран принцип определения влажности для разрабатываемого влагомера, обеспечивающий высокую скорость измерения, малые размеры и компактность устройства, допустимый уровень точности измерений, возможность замеров влажности тресты льна во внутренней части рулона при условии сохранения его целостности, простоту и надежность конструкции. Определен оптимальный щуп для кондуктометрического экспресс-влагомера тресты льна в рулонах – двухконтактный двухстержневой.

2. Установлено, что диапазон изменения сопротивления образцов тресты составляет от 30 кОм для образца влажностью 28-32 % и более 2 ГОм – влажностью 5-7 %. На основании результатов тестовых испытаний образца кондуктометрического влагомера получен график зависимостей значений ра-

боты логарифмического усилителя и блока обработки сигнала устройства от электрического сопротивления.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК (№FGSS-2022-0005).

Список

использованных источников

1. **Дубкова И.А.** Совершенствование технологии подготовки льнотресты в рулонах к механической переработке: дис... канд. техн. наук.: 05.19.02. Кострома, 2000. 161 с.
2. **Чистяков С.Ф., Радун Д.В.** Теплотехнические измерения и приборы. М.: Высшая школа, 1972. 392 с.
3. Определение качества сырья льна-долгунца: метод. указания. Кострома: ВНИИ по перераб. льняных культур, 1999. 18 с.
4. ГОСТ Р 53143-2008. Треста льняная. Требования при заготовках. Введ. 2010-01-01. М.: Стандартиформ, 2009. 11 с.
5. **Ковалев М.М., Колчина Л.М.** Технологии и оборудование для производства и первичной переработки льна и конопли: справочник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 184 с.
6. Экспресс-влагомер заготавливаемого сырья льна и конопли ВСЛК-1: методика поверки. М., 1986. 11 с.
7. Влагомер заготавливаемого сырья льна ВЛК-1. Паспорт / НПО «Аналитприбор». Горьковский опытный завод. М., 1982. 25 с.
8. Влагомер льносырья ВЛР-1. Информационный листок. М.: АгроНИИТЭИТО, 1990. 2 с.

Use of the Conductometric Method for Measuring the Moisture Content of Flax Straw

A.A. Utkin

(FGBNU FNTs LK)

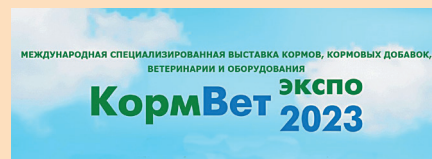
A.V. Malyshkin

Summary: The results and particularities of using the conductometric method for measuring the moisture content of the retted flax straw in rolls are presented. The optimal form of the primary detector for the moisture meter of flax rolls has been selected. The structure and operating principle of the developed device is shown.

Key words: moisture content of flax straw, conductometric method, express moisture meter, electrical circuit diagram.

Информация

В Москве с 24 по 26 октября с успехом прошла Международная специализированная выставка кормов, кормовых добавок, ветеринарии и оборудования «КормВет-2023».



Выставка официально включена в перечень приоритетных мероприятий, имеющих поддержку Минсельхоза России, ее генеральным партнером стал «Россельхозбанк».

В 2023 г. мероприятие собрало на своей площадке еще больше руководителей и специалистов ведущих кормовых, ветеринарных компаний, производителей оборудования, а также представителей животноводческих и рыбководных хозяйств, птицефабрик и свиноводческих комплексов.

По насыщенности и продуктивности выставка превзошла прошлогодною: более 200 компаний-экспонентов из 15 стран и 52 регионов России, за 3 дня выставку и мероприятия Деловой программы посетили более 10 тыс. профессионалов.

Конференции и обучающие семинары, круглые столы, специализированные форумы – всего более 20 деловых мероприятий, организованных при участии Минсельхоза России, Россельхознадзора, отраслевых союзов и ассоциаций, бизнес-сообщества. Пленарное заседание «КормВет-2023» провела руководитель Департамента ветеринарии Минсельхоза России Мария Новикова.

За период работы выставки мероприятия ее Деловой программы посетило более 1000 слушателей, с докладами и презентациями выступили 276 спикеров.

В торжественной Церемонии открытия «КормВет-2023» приняли участие: статс-секретарь – заместитель министра сельского хозяйства Максим Увайдов, заместитель председателя правления АО «Россельхозбанк» Константин Стырин, а также руководители ведущих отраслевых союзов и ассоциаций.

После приветственных слов участникам «КормВет-2023» организаторами были озвучены планы развития мероприятия на будущее: в рамках экспозиции 2024 года на площадке выставки будут широко представлены компании, работающие в сфере оборудования для хранения, переработки и транспортировки зерна.

Официальное название мероприятия также претерпит изменение: выставка будет называться «КормВет-Грэйн», что подчеркнет расширение тематики экспозиции.

По отзывам экспонентов и посетителей можно смело утверждать, что мероприятие прошло крайне продуктивно: было проведено большое количество деловых встреч, найдены новые клиенты, налажены новые международные связи.

Такой успех объясняется узкой специализацией выставки, которая позволяет привлекать исключительно профессиональную целевую аудиторию. Отдельно стоит отметить, что проект «КормВетГрэйн» полностью российский, а развитие отечественного производства является ключевой целью мероприятия.

В заключительный день на торжественной церемонии закрытия «КормВет-2023» состоялось награждение участников и победителей конкурса «Инновационные кормовые решения». Призерам были вручены памятные кубки и дипломы.

Большинство участников и посетителей отметили, что выставка «КормВетГрэйн», проходит в удобное для подведения итогов года время, когда можно первыми узнать о новинках в отрасли и построить планы на следующий год.

Ждем Вас в числе участников и посетителей выставки «КормВетГрэйн» с 22 по 24 октября 2024 г.!

УДК 636.085.6

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-11-28-31

Усовершенствованный измельчитель кормов

Д.Т. Халиуллин,

канд. техн. наук, доц.

(ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»);

Ю.Х. Шогенов,

д-р техн. наук, акад. РАН,

yh1961@yandex.ru

(ФГБУ «Российская академия наук»);

Б.Г. Зиганшин,

д-р техн. наук, проф.,

проф. РАН,

Р.С. Пополдnev,

соискатель,

И.Х. Гайфуллин,

канд. техн. наук,

ст. преподаватель

(ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»)

Аннотация. Представлены результаты экспериментальных исследований по определению основных конструктивно-технологических параметров разработанного измельчителя, позволяющих повысить качество кормов и энергоэффективность процесса. Исследованиями установлены рациональные размерные и технологические параметры измельчителя. Рекомендуемая частота вращения режущих ножей для измельчения початков кукурузы составляет 1200 и 1500 мин⁻¹ при содержании влаги до 66%.

Ключевые слова: измельчитель кормов, кормоприготовление, резание, животноводство, степень измельчения.

Постановка проблемы

Важнейшим условием успешного развития животноводства является создание прочной кормовой базы, переработка кормов, совершенствование средств механизации и автоматизации процесса производства. Особое место в рационах для животных занимают высокоэнергетические корма. На процесс измельчения при приготовлении корма приходится до 60 % всех энергозатрат. Важно улучшать качество кормов при достаточно невысокой цене. Себестоимость продукции животноводства в основном определяется расходами на производство кормов. Важным производственным процессом в комплексной механизации животноводческих ферм является кормоприготовление, в том числе измельчение початков кукурузы [1-3].

К измельчителям для приготовления кормов предъявляются такие требования, как качественное измельчение, соответствующее зоотехническим требованиям, компактность, безопасность в работе, долговечность, небольшая металлоемкость и возможность автоматизации

рабочего процесса. Выполнение этих требований может быть достигнуто путем совершенствования существующих машин и конструирования новых.

В зависимости от вида корма для его измельчения применяют различные способы: плющение, дробление ударом, раскалывание, разрыв, расщепление, истирание, резание. По установленным зоотехническим требованиям корма должны иметь однородную структуру и содержать как можно меньше мелких фракций (менее 0,25 мм). Кормление животных мелкими частицами продукта снижает прирост живой массы, влияет на пищеварение, так как животное проглатывает пищу, не пережевывая [4-6].

Совершенствование технологий и средств для механической обработки початков кукурузы в настоящее время представляет собой актуальную проблему, решение которой позволит повысить усвояемость потребляемых кормов, улучшить качество продукции животноводства, а также уменьшить энергозатраты на её производство [7, 8]. В свою очередь, это указывает на перспективность разработки новых конструкций измельчителей кормов.

На основе проведенного анализа выявлены недостатки существующих измельчителей: большая металлоемкость, высокий уровень энергопотребления, а также недостаточная эффективность измельчения. Основными факторами, влияющими на процесс измельчения, являются влажность измельчаемых материалов, скорость вращения ротора (рабочих органов), суммарная площадь, количество и форма режущих ножей, угол наклона и число противорезов.

Цель исследований – определение основных конструктивно-технологических параметров усовершенствованного измельчителя початков кукурузы, позволяющих повысить качество зерноотрубной смеси и энергоэффективность процесса.

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с известными методиками на основании работ В.Р. Алешкина, Е.И. Резника [9, 10] и др. Объектом исследований являлся процесс измельчения початков кукурузы с учетом различных физико-механических свойств и режимов работы. Основное внимание в исследовании уделялось изменениям пяти основных факторов: степень измельчения, влажность початков кукурузы, скорость вращения ротора, углы наклона противорезающих ножей, время измельчения. Частота вращения лопастного ротора составляла 600, 900, 1200 и 1500 мин⁻¹.

Содержание влаги в кукурузе на стадии восковой спелости зерна – 60-70%, зерно имеет оптимальные

показатели по содержанию питательных веществ и усвояемости. При этом достаточно высокая влажность, а также размер и строение зерен при измельчении обуславливают дополнительные нагрузки на устройство.

При длительном хранении початков кукурузы должен поддерживаться установленный уровень ее влажности, в среднем не превышающий 23% [11]. Для изучения предельных функциональных и технических характеристик измельчителя, а также качественных показателей выходной продукции в качестве исходного компонента использовали кукурузные початки в двух вариантах влажности – 23 и 66 % соответственно.

Результаты исследований и обсуждение

Разработанный в Казанском ГАУ измельчитель кормов (рис. 1) состоит из рамы; вертикальной конусной камеры с противорезами; вала с режущими ножами, лопастной швырлякой; уплотнителя, закрепленного в нижней части камеры; выгрузного патрубка, установленного на раме электродвигателя. Устройство работает следующим образом: через приемный патрубок подается измельчаемый корм в конусную камеру, где происходит многоступенчатое резание с помощью ножей. При этом вращающийся измельчающий ротор состоит из 9 ножей, сделанных из прочной легированной стали и имеющих различную длину – от 140 до 304 мм.

Измельченный корм поступает в нижнюю часть камеры, где под действием лопастной швырляки через выгрузной патрубок осуществляется его выгрузка. На лопатке швырляки также имеются лезвия, увеличивающие степень измельчения. Уплотнитель, установленный в нижней части корпуса, поглощает шум и вибрацию, возникающие при работе установки [12].

В процессе движения корма по внутренней поверхности рабочей камеры затрачивается непроизводительная энергия на его перемещение. Снизить эти затраты можно, изменив направление переносной скорости кормового потока, что решается установкой по внутреннему периметру рабочей камеры пластины, передняя грань которой выполнена в виде клина и направлена против движения ножей [12].

Разработанный измельчитель кормов по сравнению с аналогами имеет ряд преимуществ: более равномерное воздействие на измельчаемый материал, снижение энергоемкости на 12 % за счет многоступенчатого резания, однородность измельченного корма с частицами размером не более 15 мм достигает 75 %.

Регулировку скорости вращения ротора осуществляли, используя преобразователь частоты. Результаты экспериментов представлены в табл. 1-3 и в виде графика (рис. 2).

Согласно графику, независимо от содержания влаги в измельчаемом материале время измельчения уменьшается с увеличением частоты вращения измельчающего ротора.

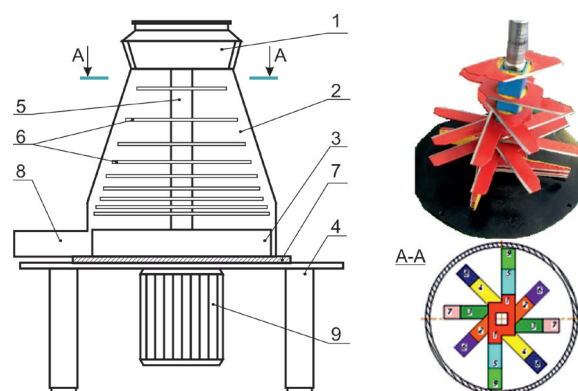


Рис. 1. Общий вид разрабатываемого измельчителя кормов:

1 – приемный патрубок; 2 – камера рабочая; 3 – швырляка лопастная; 4 – рама; 5 – вал; 6 – ножи; 7 – резиновый уплотнитель; 8 – выгрузной патрубок; 9 – электродвигатель

Таблица 1. Зависимость времени измельчения початков кукурузы от частоты вращения и влажности при угле поворота $\alpha = 0^\circ$

Влажность, %	Время измельчения, с			
	Частота вращения, мин ⁻¹			
	600	900	1200	1500
23	10,6	8,9	7,6	6,4
66	9,4	8,2	6,8	6

Таблица 2. Степень измельчения початков кукурузы влажностью 23 % при различной частоте вращения

Диаметр измельченных частиц (не более), мм	Степень измельчения, %			
	Частота вращения, мин ⁻¹			
	600	900	1200	1500
8	16,8	17,6	18,1	14,7
7	49,7	34,8	32,6	18,4
6	29,7	38,8	26,1	27,2
5	1,65	3,7	9,5	14,5
4	0,9	1,92	4,6	5,9
3	0,54	1,58	3,1	6,8
2	0,25	0,98	3,8	5,7
1	0,46	0,62	2,2	6,8

Таблица 3. Степень измельчения початков кукурузы влажностью 66 % при различной частоте вращения

Диаметр измельченных частиц (не более), мм	Степень измельчения, %			
	Частота вращения, мин ⁻¹			
	600	900	1200	1500
8	38,3	31,3	26,3	28,6
7	47,4	50,1	44,4	30,4
6	8,5	11,8	15,2	17,3
5	2,2	2,9	4,7	6,7
4	0,8	0,8	1,7	3,3
3	0,9	1,1	2,9	3,7
2	1,2	0,8	3,4	6,5
1	0,7	1,2	1,4	3,5

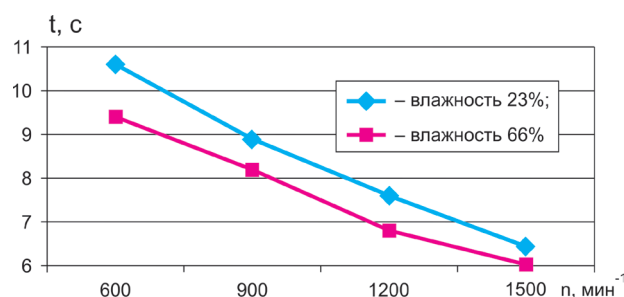


Рис. 2. Зависимость времени измельчения початков кукурузы от частоты вращения и влажности

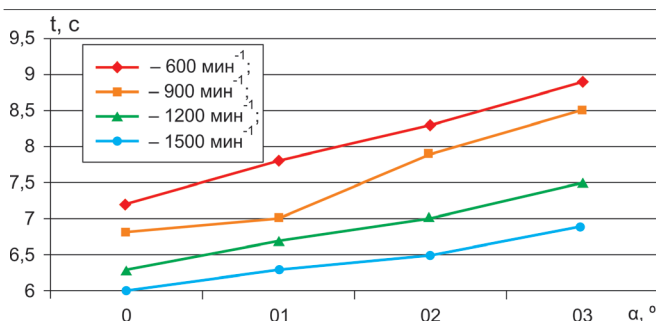


Рис. 3. Зависимость времени измельчения t от угла поворота α противорежущих ножей при различных величинах их частоты вращения

Как видно из графика, производительность измельчителя увеличивается за счет увеличения частоты вращения измельчающего ротора. Результаты экспериментов при влажности 66% с различной частотой показали, что время измельчения увеличивается с увеличением угла α противорежущих ножей. Независимо от угла α время измельчения уменьшалось с повышением частоты вращения ротора (рис. 3).

С увеличением частоты вращения ротора происходит повышение однородности гранулометрического состава зерностержневой смеси на 5-10 % и снижение количества целых зерен в готовом продукте. Снижение энергозатрат на измельчение может быть достигнуто за счет изменения конструктивных параметров измельчителя: толщины лезвия ножа, длины рабочей части ножей, угла заточки.

Так как толщина ножа влияет на процесс измельчения, для сохранения устойчивых эксплуатационных характеристик ножи сделаны из прочной легированной стали марки 6ХС толщиной 3 мм (9 шт.). Для обеспечения равномерного распределения нагрузки на ножи и улучшения качества измельчения необходимо расстояние между ножами уменьшать сверху вниз. Длина ножей при этом постепенно увеличивается к нижней части измельчителя, а расстояние между ножами уменьшается, как и зазор между ножами и корпусом.

В проведенных экспериментах наблюдалась четкая зависимость времени процесса измельчения от угловых параметров противорежущих ножей, однако при увеличении частоты вращения ротора эта зависимость снижалась. Таким образом, для улучшения качества сочных

кормов при разработке новых конструкций измельчающих машин важно предусмотреть измельчение продукта при последовательном уменьшении размеров получаемого корма до необходимых параметров (в соответствии с зоотехническими требованиями) с непрерывной загрузкой исходного материала и разгрузкой готовой продукции.

Выводы

1. Усовершенствованный измельчитель кормов способствует снижению энергопотребления установки на 12 %, эксплуатационных расходов – на 15 % при повышении качества получаемого корма (до 7 %) и улучшении его полезных свойств для усвоения животными.

2. Производительность измельчителя зависит от частоты вращения ротора и угла установки противорежущих ножей. Путем изменения частоты вращения ротора регулируются степень однородности гранулометрического состава зерностержневой смеси и количество целых зерен в готовом корме. Для снижения количества целых зерен в готовом продукте и повышения однородности гранулометрического состава зерностержневой смеси на 5-10 % частота вращения режущих ножей при измельчении початков кукурузы должна составлять 1200 и 1500 мин^{-1} .

Список

использованных источников

1. Подольников В.Е., Гамко Л.Н., Менякина А.Г. Совершенствование и внедрение современных технологий в кормоприготовлении // Актуальные проблемы развития АПК и пути их решения : сб. науч. тр. нац. науч.-практ. конф. Брянск: Брянский ГАУ, 2020. С. 47-53.
2. Завражнов А.И. Измельчение кормов в безрешетных дробилках с применением сепаратора-измельчителя / А.И. Завражнов, С.В. Дьячков // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 6. С. 29-31.
3. Современные энергосберегающие технологии в сельском хозяйстве / Б.Г. Зиганшин, Ю.Х. Шогенов, И.Х. Гайфуллин [и др.]. Казань: Казанский ГАУ, 2018. 276 с.
4. Обоснование параметров измельчителя кормов / Б.Г. Зиганшин, П.В. Зайцев, Д.Т. Халиуллин [и др.] // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 1(45). С. 69-77.
5. Татарникова П.А., Харлампьев А.А., Друзьянова В.П. Факторы, определяющие устойчивое кормообеспечение крупного рогатого скота в республике Саха (Якутия) // Стратегия и перспективы развития агротехнологий и лесного комплекса Якутии до 2050 года. Якутск: Знание-М, 2022. С. 308-313.
6. Сыроватка В.И. Система машин для приготовления комбикормов в хозяйствах / В.И. Сыроватка, Н.В. Жданова, А.Д. Обухов // Техника и технологии в живот-ве. 2020. № 1(37). С. 24-31.
7. Пополдnev P.C., Сабиров Б.М. Обзор конструкций измельчителей кормов // Современное состояние и перспективы развития технической базы агропромышленного комплекса: науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. Казань: Казанский ГАУ, 2021. С. 13-22.

8. Исследование энергоемкости устройства для измельчения корнеклубнеплодов с вальцовым подпором / А.В. Брусенков, С.М. Ведищев, А.И. Завражнов, А.В. Прохоров // Наука в центральной России. 2015. № 5(17). С. 25-31.

9. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рошин. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Колос. Ленингр. отд., 1980. 168 с.

10. Резник Е.И., Бестаев Л.З. Электромеханизация приготовления комбикормов в фермерских хозяйствах // Вестник ВИЭСХ. 2012. № 4(9). С. 43-49.

11. ГОСТ 13634-90 Кукуруза. Требования при заготовках и поставках: издание официальное. М.: Стандартинформ, 2010. 64 с.

12. Патент № 2760435 Российской Федерации МПК А01F 29/02(2006.01). Измельчитель-смеситель кормов : № 2021106282 : заяв. 10.03.2021 : опубл. 25.11.2021 / Зиганшин Б.Г., Дмитриев А.В., Халиуллин Д.Т. и др.; заявитель ФГБОУ ВО Казанский ГАУ. 7 с.

Improved feed chopper

D.T. Khaliullin

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Agrarian University")

Yu.Kh. Shogenov

(FGBU "Russian Academy of Sciences")

B.G. Ziganshin, R.S. Popoldnev, I.Kh. Gaifullin

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kazan State Agrarian University")

Summary: The authors present the results of experimental studies to develop the main design and technological parameters of the improved chopper which allow to improve the feed quality and the energy efficiency of the process. The studies have made it possible to establish rational dimensional and technological parameters of the chopper. The recommended rotation speed of the cutting knives for chopping corn cobs is 1200 and 1500 min⁻¹ with a moisture content of up to 66%.

Key words: feed chopper, feed preparation, cutting, livestock farming, chopping degree.

Реферат

Цель исследований – определение основных конструктивно-технологических параметров усовершенствованного измельчителя початков кукурузы, позволяющих повысить качество зерностержневой смеси и энергоэффективность процесса. На основе проведенного анализа выявлены недостатки существующих измельчителей: большая металлоемкость, высокий уровень энергопотребления, а также недостаточная эффективность измельчения. Основными факторами, влияющими на процесс измельчения, являются влажность измельчаемых материалов, скорость вращения ротора, суммарная площадь, число и форма режущих ножей, угол наклона и число противорезов. Разработанный измельчитель кормов по сравнению с аналогами имеет ряд преимуществ: более равномерное воздействие на измельчаемый материал, снижение энергоемкости на 12 % за счет многоступенчатого резания, однородность измельченного корма с частицами размером не более 15 мм – 75 %. В проведенных экспериментах наблюдалась зависимость времени процесса измельчения от угловых параметров противорезающих ножей, однако при увеличении частоты вращения ротора эта зависимость снижалась. Измельчитель работает следующим образом: через приемный патрубок в конусную камеру подаются початки кукурузы, где с помощью ножей происходит их многоступенчатое измельчение. Вращающийся измельчающий ротор состоит из 9 ножей, выполненных из легированной стали и имеющих различную длину – от 140 до 304 мм. Измельченный корм поступает в нижнюю часть камеры, где под действием лопастной швырляки через выгрузной патрубок осуществляется его выгрузка. На лопатке швырляки также имеются лезвия, увеличивающие степень измельчения. Рекомендуемая частота вращения режущих ножей для измельчения початков кукурузы составляет 1200 и 1500 мин⁻¹ при содержании влаги до 66 %.

Abstract

The purpose of the study is to establish the main design and technological parameters of an improved corn cob chopper, which will improve the quality of the grain-stalk mixture and the energy efficiency of the process. Based on the analysis, the disadvantages of existing choppers were identified: high metal consumption, high level of energy consumption as well as insufficient cutting efficiency. The main factors influencing the process of chopping are the moisture content of the crushed materials, the rotor rotation speed, the total area, the number and shape of cutting knives, the angle of inclination and the number of counter-cuts. The authors propose a feed chopper with a number of advantages compared to analogues: a more uniform effect on the crushed material, a reduction in energy intensity by 12% due to multi-stage cutting, the uniformity of crushed feed with particles no larger than 15 mm reaches 75%. The experiments showed that the time of the cutting depends on the angular parameters of the counter-cutting knives, however, with an increase of the rotation speed of the rotor this dependence decreased. The chopper works as follows: corn cobs are fed through the inlet pipe into the cone chamber, where they are multi-stagedly chopped using knives. The moving rotor consists of 9 knives made of alloy steel and having different lengths - from 140 to 304 mm. The crushed feed enters the lower part of the chamber where under the action of a paddle thrower it is unloaded through the unloading pipe. The paddle thrower also has blades that increase the degree of chopping. The recommended rotation speed of the cutting knives for chopping corn cobs is 1200 and 1500 min⁻¹ with a moisture content of up to 66%.

УДК 631.3:636.4
631.3:636.5

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-11-32-35

Анализ перечня основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения наилучших доступных технологий

Т.Н. Кузьмина,
ст. науч. сотр.,
tnk60@mail.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»);

И.Ю. Свиначев,
д-р с.-х. наук,
svinarev@rgau-msha.ru
(ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА
имени К.А. Тимирязева»);

О.Л. Третьякова,
д-р с.-х. наук, доц.,
tretiakova.olga2013@yandex.ru
(ФГБОУ ВО «Донской ГАУ»);

А.В. Скляр,
д-р с.-х. наук,
гл. науч. сотр.,
alexbd2006@mail.ru
(ФНЦ ВНИТИП)

Аннотация. На основании анализа Перечня основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения наилучших доступных технологий, сформулированы предложения по его актуализации. Предложено дополнить перечень комплектами (системами) оборудования, включить позицию «Рекомендуемые производители оборудования», в том числе зарубежные, при условии отсутствия аналогичного отечественного оборудования.

Ключевые слова: свиноводство, птицеводство, НДТ, оборудование, комплект, перечень.

Постановка проблемы

Свиноводческие и птицеводческие предприятия являются одними из основных источников загрязнения окружающей среды. Современное производство продукции свиноводства и птицеводства представляет собой сложную организационно-техническую агроэкосистему, в которой интенсивность производства основана на применении машинных технологий в условиях концентрации поголовья на крупных фермах и комплексах. Сокращение экономических издержек в условиях интенсивного производства продукции является положительным аспектом, однако содержание большого количества животных и птицы на ограниченной площади приводит к возникновению экологических

проблем: большие объемы навоза и помета; необходимость транспортировки органических удобрений на большие расстояния; малая доля перерабатываемых органических отходов (по ряду субъектов доля перерабатываемых и используемых органических отходов не превышает 20-30 %); ухудшение качества почв сельскохозяйственных земель (недостаток питательных элементов составляет более 6000 тыс. т д.в. в год); высокий уровень диффузной нагрузки на окружающую среду (на примере некоторых водных объектов она составляет: по азоту – до 150 кг/га, по фосфору – до 10 кг/га при средней норме 15-20 и 1-1,5 кг/га соответственно); низкий уровень использования вторичных ресурсов и энергосберегающих технологий и др. [1-4].

Один из основных рисков негативного воздействия на окружающую среду связан с системой обращения с органическими отходами животноводства. В России ежегодно образуется не менее 600 млн т навоза и помета, что значительно превышает общий объем производства зерна, мяса, молока, картофеля, овощей и другой сельскохозяйственной продукции. Данные официальной статистики показывают, что уровень переработки и использования органических удобрений – менее 50 % от объема образования органических отходов. Одна из причин этого – низкий уровень оснащенности техникой. Например, для процессов транспортировки и внесения органических удобрений в соответствии с агротехническими сроками и соблюдением экологических требований он не превышает 30 %, т.е. недостаток технических средств для транспортировки и внесения органических удобрений составляет более 22 тыс. ед. Сложившаяся ситуация ведет к ежегодным потерям питательных элементов – не менее 2,2 млн т азота и 0,36 млн т фосфора [4]. Указанные потери бесконтрольно поступают в окружающую среду, создавая высокий риск ее загрязнения [5].

В последнее время важнейшей проблемой являются выбросы парниковых газов. В 2021 г. суммарное их количество от аграрного сектора Российской Федерации составило 121285 тыс. т CO₂-экв., что соответствует 51,6 % уровня 1990 г. (250 735 тыс. т CO₂-экв.). В 2021 г. вклад закиси азота в общие сельскохозяйственные выбросы был выше (60 %), чем метана (39,2 %), а вклад углекислого газа составил около 0,8 %. К наиболее значимым источникам загрязнения в аграрном

секторе Российской Федерации относятся прямой выброс закиси азота от сельскохозяйственных почв (55587,7 тыс. т CO_2 -экв.) и выбросы метана от внутренней ферментации (41007,1 тыс. т CO_2 -экв.) [6, 7].

Одним из видов управления экологической безопасностью сельскохозяйственного производства является технико-технологическое воздействие, которое предполагает разработку и внедрение технологий на основе ресурсосберегающего, экологически безопасного оборудования. В 2017 г. был утвержден Перечень основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения наилучших доступных технологий (НДТ). Целью его создания было установление базы для увеличения суммы амортизации, которая уменьшает налогооблагаемую прибыль. Это должно было стать стимулом для внедрения НДТ и соответствующего оборудования.

Проводимая актуализация Справочников наилучших доступных технологий для интенсивного разведения свиней и сельскохозяйственной птицы предполагает и внесение изменений в Перечень основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения НДТ, анализ и его актуализация являются важными задачами, решение которых обеспечит активное их внедрение.

Цель исследований – анализ существующего Перечня основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения наилучших доступных технологий, формулирование предложений по его актуализации.

Материалы и методы исследования

В качестве информационной базы для проведения анализа использовались данные Перечня основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения наилучших доступных технологий, проекты справочников ИТС 41-2023 «Интенсивное разведение свиней» и ИТС 42-2023 «Интенсивное разведение сельскохозяйственной птицы», а также информация из открытого доступа, размещенная на сайтах отраслевых НИИ и вузов, материалы семинаров, конференций и выставок по животноводству.

Исследования проводились методами информационного анализа и синтеза, экспертных оценок, информационно-аналитического мониторинга.

Результаты исследований и обсуждение

Специалистами ИАЭП-филиал ФНАЦ ФГБНУ ВИМ был изучен перечень загрязняющих веществ, который составляет: для атмосферного воздуха – 160 веществ и соединений и 49 радиоактивных изотопов в элементной форме и в виде соединений; для водных объектов – 162 вещества, соединений и показателей, 6 показателей для микроорганизмов и 52 радиоактивных изотопа в элементной форме и в виде соединений. К этим веществам еще добавляются пыль и патогенные микроорганизмы.

Основное негативное воздействие на окружающую среду связано с потерями, происходящими на всех ста-

диях обращения с навозом/пометом. Исследованиями российских и зарубежных ученых в области негативного влияния на окружающую среду было установлено, что более 60 % азотсодержащих выделений приходится на процессы, происходящие вне животноводческого помещения: при переработке (30 %), внесении (20 %) и хранении (10 %) навоза/пота.

Исследованиями, проведенными специалистами ИАЭП-филиал ФНАЦ ВИМ, было установлено: преобладающим загрязнителем по образующейся массе на свиноводческих предприятиях является метан, на птицеводческих – аммиак. Эти данные нашли подтверждение в анкетах, которые были получены от свиноводческих и птицеводческих предприятий в 2023 г. в соответствии с планом актуализации ИТС 41-2017 и ИТС 42-2017.

В бюро НДТ поступило 294 анкеты (в 2017 г. – 114 анкет) от свиноводческих предприятий. В 241 анкете указаны выбросы загрязняющих веществ, а в 53 – данных о выбросах не приведено. Анкеты, имеющие информацию, были распределены по специализации свиноводческих предприятий на: предприятия законченного цикла – 71 анкета, доращивание и откорм – 66, репродукторные фермы – 41, репродукторная ферма с доращиванием – 16, предприятия по доращиванию – 5, откорм – 30, предприятия по содержанию хряков-производителей – 8, карантин – 4. Проведенный анализ отраслевых анкет свиноводческих предприятий позволил определить годовой уровень выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (т): аммиак – 492,222, сероводород – 227,073, оксиды азота NO_x (NO_2 и NO в пересчете на диоксид азота NO_2) – 54,024, серы диоксид – 126,586.

Установлено, загрязнение атмосферного воздуха свиноводческими предприятиями происходит в основном через выбросы загрязняющих газообразных и взвешенных веществ вентиляционными установками, обеспечивающими нормальные условия жизнедеятельности животных и человека из производственных помещений. Дополнительные загрязнения – от котельных в результате переработки и поступления в атмосферу продуктов сгорания топлива, от выхлопных газов автотракторной техники, испарений из емкостей для хранения навоза, пыли, образующейся при погрузке, разгрузке сыпучих кормов.

В отраслевых анкетах перечень загрязняющих веществ состоял из 104 наименований. В результате анализа выявлено, что 93 вещества выделяются в очень малом количестве, не характеризуют применяемые в свиноводстве технологии, отражающие особенности процесса производства, не оказывают влияние на оценку экологической результативности и ресурсоэффективности предприятий. Так, в результате анализа отраслевых анкет максимальные объемы выделений загрязняющих веществ, имеющих наибольшее негативное влияние с точки зрения экологического воздействия свиноводческих предприятий на окружающую среду и связанное с технологическим процессом производства, образовывали такие вещества, как аммиак и сероводород.

Согласно результатам анкетирования птицеводческих предприятий, в 2023 г. зафиксирован перечень выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух по 67 загрязняющим веществам. Сведения получены исходя из минимального (14 тыс. голов) и максимального (19 538 тыс. голов) поголовья птицы в год, а также минимального (925 тыс. шт.) и максимального (1 989 678 тыс. шт.) количества яиц в год.

Наибольшую долю в объеме годовых выбросов на предприятиях товарно-яичного направления составляет метан (при минимальном количестве яиц – 1,748, максимальном – 385,264 т), мясного направления при минимальном поголовье – аммиак (0,13 т), при максимальном – метан (893,101 т).

Эффективность внедрения наилучших доступных технологий на предприятиях промышленного производства продукции свиноводства и птицеводства во многом зависит от применяемого оборудования для обеспечения основных процессов жизнедеятельности животных и птицы. Оно должно обеспечивать снижение (в некоторых случаях и полное исключение) не только объемов образующегося навоза/помета, неприятных запахов, пыли, но и потребления ресурсов (энергии, кормов, воды и прочих).

Проводимая актуализация Справочников наилучших доступных технологий для интенсивного разведения свиней и сельскохозяйственной птицы предполагает и внесение изменений в Перечень основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения НДТ. Анализ показал, что в существующем Перечне прослеживается ничем не обоснованное включение отдельных видов оборудования, в то время как НДТ представляют собой комплекс технологических операций с соответствующим комплектом оборудования [8]. Например, для кормления свиней в Перечне присутствуют только кормовые автоматы и дозаторы сухого корма, однако они являются лишь отдельными элементами системы сухого кормления, которая включает в себя и бункеры для хранения кормов, и транспортеры, с помощью которых корм доставляется в кормовые автоматы или дозаторы.

Наблюдается и ограничение номенклатуры. Так, для отопления предлагается использовать воздухонагреватели и теплогенераторы, работающие на газообразном или дизельном топливе. Но помимо такого типа оборудования, на российском рынке предлагаются и системы отопления за счет использования тепла горячей воды (на основе ребристых труб, тепловентиляторы и др.). В качестве средств локального обогрева в Перечень включен инфракрасный обогреватель, в то время как для локального обогрева предлагаются и газовые брудеры, и обогреваемые коврики [9, 10].

Аналогичная ситуация обстоит с оборудованием для утилизации навоза и получения органических удобрений. Исследованиями ИАЭП-филиал ФНАЦ ВИМ установлено, что наименее затратными технологиями утилизации навоза/помета и получения органических удобрений являются технология разделения навоза на фракции

с последующим компостированием твердой фракции, длительным выдерживанием жидкой и внесением ЖОУ и ТОУ в почву, технология активного компостирования в буртах и внесения ТОУ, технология длительного выдерживания и внесения ТОУ на поля и технология пассивного компостирования в буртах и внесения ТОУ. Однако оборудование, предназначенное для использования в данных технологиях, не представлено в существующем Перечне.

Перечень птицеводческого оборудования включает в себя лишь оборудование для переработки помета. Полностью отсутствует современное оборудование для содержания птицы (клеточное и напольное), создания и поддержания микроклимата [11], которое позволяет достичь экономии ресурсов (корма, вода, электроэнергия, топливо). Ресурсосбережение является одним из условий отнесения технологии к наилучшим доступным.

Для исправления сложившейся ситуации целесообразно разработать ведомственную программу Минпромторга России по производству оборудования для наилучших доступных технологий, применяемых в АПК (и других отраслях), которая будет включать в себя перечень разрабатываемых и выпускаемых комплектов машин, объемы и механизм поддержки, критерии оценки комплектов машин и оборудования для обеспечения экологической устойчивости агроэкосистем и др. Перед научными организациями предлагается поставить задачи по разработке системы цифрового мониторинга выбросов парниковых газов, диффузного загрязнения водных объектов, почв и образования органических отходов; базы данных, алгоритмов, моделей и программ для экологического мониторинга, оценки, моделирования, прогнозирования и проактивного управления; электронные экологические паспорта сельских территорий (агро-экологический атлас).

С учетом проведенного анализа существующий Перечень требует актуализации, для этого предлагаем:

- включить в Перечень полные комплекты машин и оборудования для содержания свиней и птицы, систем приготовления и раздачи кормов, поения, удаления навоза, обеспечения микроклимата, переработки навоза/помета, внесения твердых и жидких органических удобрений, автоматического управления процессами;
- дополнить таблицу Перечня позицией «Рекомендуемые производители оборудования», включая в него и зарубежных производителей при условии отсутствия аналогичного отечественного оборудования;
- исключить из таблицы технические параметры оборудования во избежание ограничения выбора для сельхозпроизводителей, дополнив ее позициями «Назначение оборудования», «Технологические параметры (условия)».

Выводы

1. Во исполнение распоряжения Правительства Российской Федерации от 10.06.2022 № 1537-р «Об утверждении поэтапного графика актуализации ИТС НДТ» и распоряжения Правительства Российской Федерации от 20.06.2017 № 1299-р «Об утверждении перечня основ-

ного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения наилучших доступных технологий» в ходе исследований был проведен анализ указанного Перечня.

2. Результаты анализа позволили обосновать предложения по актуализации Перечня основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения наилучших доступных технологий. С учетом данных предложений будут созданы условия для применения более широкой номенклатуры оборудования при внедрении НДТ на свиноводческие и птицеводческие предприятия, что будет способствовать снижению загрязнения окружающей среды в зоне их размещения.

Список использованных источников

1. Брюханов А.Ю., Шалавина Е.В., Хухта Х., Васильев Э.В. Информационная система для мониторинга и управления органическими отходами животноводства // АгроЭкоИнженерия. 2021. № 4 (109). С. 94-106. DOI: 10.24412/2713-2641-2021-4109-94-105.

2. Иванов А.Ю., Дурманов Н.Д., Орлов М.П., Пиксендеев К.В., Ровнов Ю.Е., Лукша П.О., Макаров И.А., Птичников А.В., Степанов И.А., Харченко М.М., Чертков Г.М. Битва за климат: карбоновое земледелие как ставка России: экспертный доклад / под ред. А.Ю. Иванова, Н.Д. Дурманова. М.: Издательский дом НИУВШЭ, 2021. 120 с.

3. Izmaylov A., Popov V., Briukhanov A., Kondratyev S., Oblomkova N., Grevtsov O. Quantification of nitrogen and phosphorus inputs from farming activities into the water bodies in the Leningrad and Kaliningrad regions. Environ Monit Assess, 2022. Vol. 194, 508 DOI: 10.1007/s10661-022-10155-z.

4. Брюханов А.Ю., Попов В.Д., Васильев Э.В., Папушин Э.А. Концепция управления экологической безопасностью агроэкосистем // Агроэкоинженерия. 2022. № 4(113). С. 4-18.

5. Васильев Э.В., Шалавина Е.В. Методика оценки технологий переработки жидкого навоза // Техника и технологии в животноводстве. 2022. № 3(47). С. 69-77. DOI 10.51794/27132064-2022-3-69.

6. Ginzburg V.A., Nakhutin A.I., Vertyankina V.Yu., Govor I.L., Grabar V.A., Zelenova M.S., Imshennik E.V., Lytov V.M., Polumieva P.D., Popov N.V., Trunov A.A., Nikolova A., Pongsri-Yam V. Raschet emissii parnikovykh gazov i podgotovka otchetnosti dlya stran tsentral'noi Azii (s uchetom Parizhskogo soglasheniya) Metodicheskie rekomendatsii [GHG Inventory tools: Guidance on GHG emission calculations and reporting for Central Asian countries, taking into account the Paris Agreement]. Moscow: FGBU «IGKE». 2021. 275 p. (In Russian).

7. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, разработан и представлен в соответствии с обязательствами Российской Федерации по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и Киотскому протоколу к Рамочной Конвенции ООН об изменении климата: в 2-х частях. Т. 1. М.: Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, 2023. 479 с.

8. Анализ состояния производства основного технологического оборудования, эксплуатируемого в случае применения наилучших доступных технологий для интенсивного разведения свиней и птицы: науч. аналит. обзор / В.Ф. Федоренко [и др.]. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 64 с.

9. Цой Л.М., Рассказов А.Н., Кузьмина Т.Н. Анализ тенденций развития техники для раздачи кормов на свиноводческих фермах // Техника и оборудование для села. 2021. № 7 (289). С. 28-32.

10. Морозов Н.М., Кузьмина Т.Н. Технологические, социальные, экологические и экономические аспекты модернизации свиноводства // Техника и оборудование для села. 2014. № 4. С. 2-7.

11. Гусев В.А., Зазыкина Л.А., Скляр А.В., Кузьмина Т.Н. Организация и техническое обеспечение производства мясных кроссов кур // Техника и оборудование для села. 2018. № 4. С. 28-33.

Analysis of the List of Main Technological Equipment Operated in Case of Application of the Best Available Technologies

T.N. Kuzmina

(FGBNU "Rosinformagrotech")

I.Yu. Svinarev

(RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev)

O.L. Tretyakov

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Donskoy State Agrarian University")

A.V. Sklyar

(FNTs VNITIP)

Summary: The authors have analyzed the List of main technological equipment operated in the case of application of the best available technologies and formulated the proposals for its updating. It was proposed to supplement the list with sets (systems) of equipment, to include the position "Recommended equipment manufacturers" including foreign ones provided there is no similar domestic equipment.

Key words: pig farming, poultry farming, BAT, equipment, kit, list.



УДК 631.173/.372

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-11-36-39

Экспериментальные исследования расхода картерных газов двигателя Д-243 с разной степенью износа цилиндропоршневой группы

О.Н. Дидманидзе,
д-р техн. наук, проф.,
акад. РАН, зав. кафедрой,
didmanidze@rgau-msha.ru

А.И. Сучков,
соискатель,
suchkov_ai@yandex.ru

С.Н. Девянин,
д-р техн. наук, проф.,
s.devyanin@rgau-msha.ru

А.С. Гузалов,
канд. техн. наук, доц.,
guzalov@rgau-msha.ru

А.В. Бугаев,
канд. техн. наук, доц.,
forSteem33@yandex.ru

А.В. Куриленко,
ассистент
(ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева»)

Аннотация. Приведены методика и результаты экспериментальных исследований расхода картерного газа дизельных двигателей с различной степенью износа цилиндропоршневой группы (ЦПГ). Показано существенное влияние частоты вращения на расход картерного газа и незначительное влияние нагрузки. Рекомендуется в качестве диагностического режима испытаний по оценке технического состояния ЦПГ использовать режим холостого хода при номинальной или максимальной частоте вращения.

Ключевые слова: трактор, дизельный двигатель, цилиндропоршневая группа, техническое состояние, неисправность, диагностический режим.

Постановка проблемы

В процессе эксплуатации мобильной техники эффективная работа двигателя внутреннего сгорания (ДВС) во многом зависит от состояния цилиндропоршневой группы (ЦПГ). При работе ДВС она находится

в тяжелых условиях работы, так как испытывает высокие тепловые и механические нагрузки. Износ ЦПГ определяет срок службы ДВС до капитального ремонта [1]. Своевременное проведение её технического обслуживания позволяет увеличить срок эксплуатации до ремонта двигателя, а также уменьшить эксплуатационные расходы на топливно-смазочные материалы и затраты на восстановление тракторных двигателей [2]. Прорыв газов из надпоршневого пространства в картер осуществляется циклически из каждого цилиндра в соответствии с порядком их работы и рабочим циклом. При предельном износе ЦПГ двигателя Д-243, по данным ВИМ, расход картерных газов на режиме максимальных оборотов холостого хода составляет 95 л/мин [3]. При таком расходе картерных газов в двигателе Д-243 происходит повышение давления в закрытом картере от каждого рабочего цикла (4 раза за 720° поворота вала) до 40 Па от каждого рабочего цикла двигателя [4]. В процессе его работы движение поршней приводит к изменению объема картерного пространства, что при перекрытии выхода газов из картера приводит к изменению в нем давления. В многоцилиндровом двигателе это изменение зависит от количества цилиндров и порядка их движения по углу поворота коленчатого вала. Движение поршня с приводом от КШМ отличается в зоне верхней мертвой точки от движения в зоне нижней мертвой точки из-за наличия шатуна. Поэтому даже у ДВС с КШМ и противофазным движением поршней происходит изменение объема картерного пространства.

Цель исследований – экспериментальная проверка методики определения расхода картерных газов дизельных двигателей с различной степенью износа цилиндропоршневой группы.

Материалы и методы исследования

Расход картерных газов определялся при работающем двигателе на испытательном стенде или тракторе. Испытания на стенде позволяют изменять не только частоту вращения вала двигателя, но и нагрузку тормозной установкой стенда. Система измерения расхода картерных газов подключалась к патрубку их отвода на крышке головки блока (на место шланга отвода картерных газов во впускной коллектор двигателя) (рис. 1).

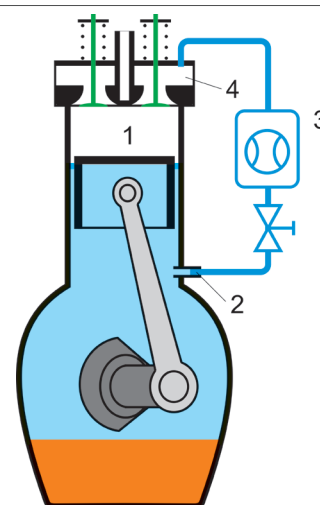


Рис. 1. Схема измерения расхода картерных газов двигателя:

1 – двигатель;
2 – патрубок отвода картерных газов;
3 – газовый счетчик NPM-G4;
4 – впускной коллектор

Процесс измерения выполнялся следующим образом (см. рис. 1). Устанавливался требуемый режим работы прогретого двигателя. Проводились измерения объема ΔV (л) проходящего газа газовым расходомером за определенный интервал времени Δt (с). Данные измерений регистрировались, а двигатель переводился на следующий режим работы. Цикл повторялся до завершения всех измерений. Двигатель останавливался и приводился в исходное состояние.

По результатам измерений расход картерных газов $Q_{кз}$ для каждого режима рассчитывался по формуле

$$Q_{кз} = 60 \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t}, \text{ л/мин.} \quad (1)$$

Измерение объемного расхода газа выполнялось газовым счетчиком Газдевайс NPM-G4, имеющим предел допустимой относительной погрешности в диапазоне основного расхода газа при температуре $+20^\circ\text{C} \pm 1,5\%$ и порог чувствительности счетчика не более 0,2 л/мин [5].

Экспериментальные исследования включали в себя следующие работы [6, 7] для двигателей с различным износом ЦПГ (двигатель Д-240 № 248100 и Д-243 № 213436 в составе нагрузочного стенда; двигатель Д-240 № 393170 в составе трактора):

- измерение расхода картерного газа двигателя в условиях испытательного стенда при изменении частоты вращения вала от 800 до 2350 мин⁻¹ на режиме холостого хода и при изменении нагрузки двигателя от 0 до 100% при частоте вращения вала 2200 мин⁻¹;

- измерение расхода картерного газа в составе трактора МТЗ-80 выполнено только для режима холостого хода при изменении частоты вращения вала от 800 до 2350 мин⁻¹.

Результаты исследований и обсуждение

Полученные данные измерений расхода картерных газов испытанных двигателей при

Таблица 1. Результаты измерений расхода картерных газов двигателей Д-240 № 393170, Д-240 № 248101 и Д-243 № 213436 на режимах холостого хода

Частота вращения, мин ⁻¹	Расход газа, л/мин		
	Д-240 № 393170	Д-240 № 248101	Д-243 № 213436
700	18,3	29	-
800	-	-	22
1000	27,4	30	23,5
1200	-	-	25
1400	71,5	37	25,5
1600	-	-	26
1800	108,8	46	27
2000	114,9	-	28,5
2200	123,2	55	32,5
2300	125,6	-	-
2350	-	58	35

испытаниях на режимах холостого хода приведены в табл. 1, результаты их отработки представлены на рис. 2 в виде зависимости изменения расхода картерных газов от частоты вращения вала.

Как следует из представленных данных, увеличение частоты вращения приводит к росту расхода картерных газов для всех испытываемых двигателей. При изменении частоты вращения от 700 до 2300 мин⁻¹ расход картерных газов двигателя Д-240 № 393170 увеличивается с 18,3 до 125,6 л/мин, или в 6,9 раза. Расход картерных газов на режиме холостого хода при номинальной частоте вращения превышает значение для предельного износа ЦПГ (125,6 > 100) в соответствии с

нормативными значениями для двигателя Д-240 [8, 9], что позволяет отнести двигатель Д-240 № 393170 к группе предельного износа ЦПГ.

У двигателя Д-240 № 248100 при изменении частоты вращения от 700 до 2350 мин⁻¹ расход картерных газов увеличивается с 29 до 58 л/мин, или в 2 раза. Расход картерных газов на режиме холостого хода при номинальной частоте вращения имеет значение на уровне допустимого износа ЦПГ (58 < 70) в соответствии с нормативными значениями для двигателя Д-240 [8, 10], что позволяет отнести двигатель Д-240 № 248100 к группе допустимого износа ЦПГ.

Изменение частоты вращения вала двигателя Д-243 № 213436 от 800 до 2350 мин⁻¹ увеличивает расход картерных газов с 22 до 35 л/мин, или в 1,6 раза. Расход картерных газов на режиме холостого хода при номинальной частоте вращения имеет значение на уровне нормального износа ЦПГ (35 л/мин) в соответствии с нормативными значениями для двигателей типа Д-240 [8, 10], что позволяет отнести двигатель Д-243 № 213436 к группе нормального износа ЦПГ.

Результаты измерений расхода картерных газов двигателей Д-240 № 393170,

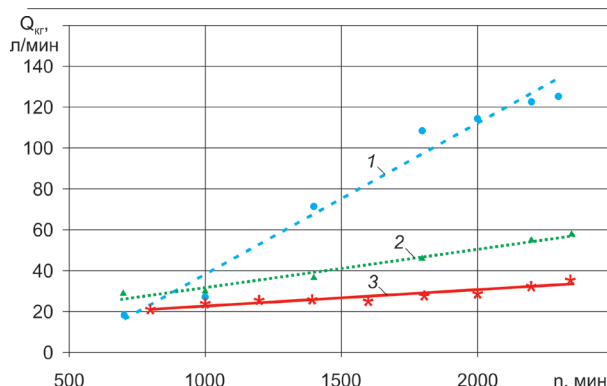


Рис. 2. Изменение расхода картерных газов от частоты вращения вала двигателей на режиме холостого хода:
1 – Д-240 № 393170; 2 – Д-240 № 248101;
3 – Д-243 № 213436

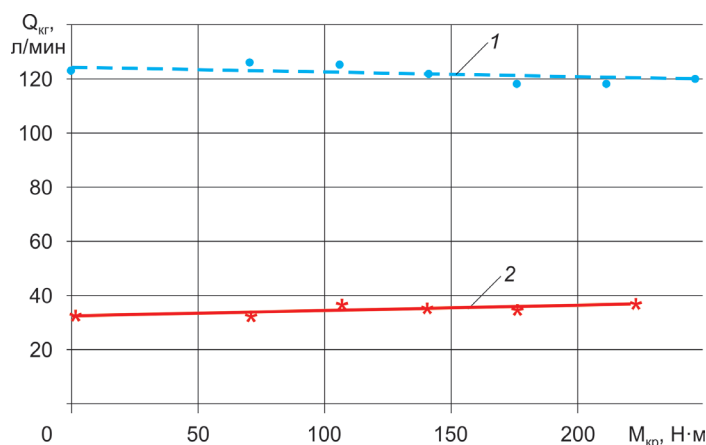


Рис. 3. Зависимость изменения расхода картерных газов от крутящего момента при частоте вращения вала 2200 мин⁻¹ двигателя:
1 – Д-240 № 393170; 2 – Д-243 № 213436

Таблица 2. Результаты измерений расхода картерных газов двигателя в условиях стенда при разных нагрузках на номинальной частоте вращения

Частота вращения, мин ⁻¹	Д-243 № 213436		Д-240 № 393170	
	крутящий момент, Н·м	расход газа, л/мин	крутящий момент, Н·м	расход газа, л/мин
2200	0	32,5	0	123,2
2200	64,3	33	70,22	125,6
2200	107,1	36	105,32	124,9
2200	138,7	35	140,43	122,7
2200	177,4	35	175,54	118
2200	222,5	37	210,65	119,1
2200	-	-	245,75	120,7

Д-240 № 248101 и Д-243 № 213436 при испытании на номинальной частоте вращения вала с изменениями нагрузок приведены в табл. 2 и на рис. 3.

Как следует из представленных данных, увеличение нагрузки двигателя не приводит к существенному изменению расхода картерных газов в отличие от частоты вращения. При изменении крутящего момента от 0 до 223 Н·м расход картерных газов двигателя Д-243 № 213436 с нормальным износом увеличивается с 32,5 до 37 л/мин, или на 14 %, что объясняется ростом давления газов в цилиндре при увеличении нагрузки [10, 11].

У двигателя Д-240 № 393170 с предельным износом ЦПГ увеличение нагрузки двигателя также не приводит к существенному изменению расхода картерных газов. При изменении крутящего момента от 0 до 246 Н·м расход картерных газов незначительно снижается со 123,2 до 120,7 л/мин, или на 2 %. Вероятно, при повышенном износе ЦПГ увеличение нагрузки приводит к улучшению уплотнительных свойств кольцевых уплотнений поршней [12].

В качестве диагностического режима лучше использовать режим холостого хода при высокой частоте вращения вала, например, номинальной частоте вращения, или максимальных оборотов, на которых

величина расхода картерных газов имеет наибольшее значение и, следовательно, большую достоверность результатов измерений. Испытания на режимах холостого хода в процессе эксплуатации машины проводить гораздо проще, чем под нагрузкой, так как результаты измерений могут быть получены на машине с работающим двигателем без специальных приспособлений.

Выводы

1. Исследование влияния режима работы двигателя на расход картерных газов показали, что влияние частоты вращения гораздо существеннее, чем нагрузки. При изменении частоты вращения в пределах допустимого диапазона (800-2200 мин⁻¹) расход картерных газов для двигателя увеличивался:

- с нормальным износом – в 1,6 раза;
- с допустимым износом – в 2 раза;
- с предельным износом – в 6,9 раза.

При изменении нагрузки в пределах допустимого диапазона расход картерных газов для двигателя изменяется не столь значительно:

- с нормальным износом – на 14%;
- с предельным износом – на 2%.

2. В качестве диагностического режима рекомендуется использовать режим холостого хода при номинальной частоте вращения или мак-

симальных оборотов, которые могут быть получены на машине с работающим двигателем без специальных приспособлений.

Работа выполнена за счёт средств Программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» (сог-лашение № 075-15-2023-220).

Список

использованных источников

1. Дидманидзе О.Н., Девянин С.Н., Парлюк Е.П., Марков В.А. Энергообеспечение сельскохозяйственного тракторостроения России // Агроинженерия. 2021. № 2 (102). С. 4-8.
2. Девянин С.Н., Марков В.А., Савастенко А.А., Савастенко Э.А. Перспективы развития электромобилей в России // 9-е Луканинские чтения. Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса : сб. Междунар. науч.-техн. конф. М., 2021. С. 114-121.
3. Техническая диагностика тракторов / В.А. Чечет, В.В. Егоров, Н.А. Майстренко [и др.]. М.: редакция журнала «Механизация и электрификация сел. хоз-ва», 2018. 100 с.
4. Гузалов А.С. Повышение эффективности работы трактора путём совершенствования работы двигателя / А.С. Гузалов, О.Н. Дидманидзе, С.Н. Девянин // Матер. междунар. науч. конф. молодых учёных и специалистов, посвящённой 160-летию В.А. Михельсона (Москва, 9-11 июня 2020 г.). М.:

ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. С. 318-321.

5. Счетчик газа объемный диафрагменный NPM (G1,6; G2,5; G4). Паспорт ГЮНК 407260.004 ПС. ЗАО «ГАЗДЕВАЙС», 2021. 6 с.

6. **Сучков А.И.** Моделирование контроля технического состояния ЦПГ ДВС в эксплуатации / А.И. Сучков, О.Н. Дидманидзе, С.Н. Девянин // Чтения академика В.Н. Болтинского : сб. статей (Москва, 25-26 января 2023 г.). М.: ООО «Сам полиграфист», 2023. С. 10-19.

7. **Дидманидзе О.Н.** Способы оценки технического состояния ЦПГ двигателя / О.Н. Дидманидзе, С.Н. Девянин, А.И. Сучков // Чтения академика В.Н. Болтинского : сб. статей (Москва, 25-26 января 2022 г.). М.: ООО «Сам полиграфист», 2022. С. 7-19.

8. Дизель Д-243 и его модификации. Руководство по эксплуатации. 243 – 0000100 РЭ. ... 243 – 0000100 РЭ.

9. **Дидманидзе О.Н.** Применение мобильных энергетических средств в сельском хозяйстве / О.Н. Дидманидзе, А.С. Гузалов, И.П. Гусев // Чтения академика В.Н. Болтинского : сб. статей (Москва, 25-26 января 2022 г.). М.: ООО «Сам полиграфист», 2022. С. 89-95.

10. **Чечет В.А.** Анализ причин отказов тракторных дизелей / В.А. Чечет, В.С. Визир, А.В. Куриленко // Там же. С. 273-278. EDN RLHVHT.

11. **Дидманидзе О.Н.** Перспективы развития технического уровня отечественных тракторов / О.Н. Дидманидзе, А.С. Гузалов, Н.А. Большаков // Там же. С. 83-88.

12. **Парлюк Е.П.** Повышение надежности силовых установок в условиях граничного трения // Чтения академика В.Н. Болтинского : семинар (Москва, 20-21 января 2021 г.). М.: ООО «Сам полиграфист», 2021. С. 27-33.

Experimental Studies of Engine Crankcase Gas Consumption D-243 With Varying Degrees of Wear of the Cylinder-piston Group

O.N. Didmanidze, A.I. Suchkov, S.N. Devyanin, A.S. Guzalov, A.V. Bugaev, A.V. Kurylenko

(RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev)

Summary: The methodology and results of the experimental studies of crankcase gas consumption in diesel engines with varying degrees of wear of the cylinder-piston group (CPG) are presented. It is shown that the rotation speed has a significant influence on the crankcase gas consumption and the load has an insignificant influence on it. It is recommended to use the idle mode at the nominal or maximum rotation speed as a diagnostic test mode to assess the technical condition of the CPG.

Key words: tractor, diesel engine, cylinder-piston group, technical condition, fault, diagnostic mode.

Информация

Развитие отечественной селекции обсудили в Краснодарском крае

Внедрение инновации в селекционный процесс и техническая модернизация научно-исследовательских центров стали основной темой рабочей поездки первого заместителя Министра сельского хозяйства Оксаны Лут в Краснодарский край. Она ознакомилась с российскими разработками и провела встречу с научными сотрудниками ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко» и ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта».

Оксана Лут подчеркнула, что отечественная селекция и семеноводство – основа для продовольственного суверенитета страны. В частности, Доктриной продбезопасности установлено достижение к 2030 г. самообеспеченности отечественными семенами на уровне 75%. Для достижения порогового значения Минсельхоз реализует ряд мероприятий, направленных на развитие стратегического партнерства между подведомственными научными учреждениями и аграриями. Главная цель сотрудничества – создание сор-

тов, соответствующих потребностям бизнеса.

Этому, в частности, будет способствовать работа Южной научной аграрной территории (ЮНАТ) в Краснодарском крае. Объединение консолидирует фундаментальные исследования в области селекции и эффективного использования научно-технического потенциала.

В ходе совещания участники представили доклады о перспективах развития отечественной селекции основных сельхозкультур. Оксана Лут отметила актуальность работы по созданию новых сортов твердой пшеницы, а также гороха, льна и кукурузы. Ожидается, что в 2026 г. будут готовы первые отечественные гибриды восковидной кукурузы. Благодаря своим полезным свойствам она может использоваться в производстве амилопектинового крахмала – ценного ингредиента в составе детского и лечебного питания.

По итогам совещания первый замминистра обратила внимание на необходимость создания гибрида подсолнечника с повышенным содержанием

стеариновой кислоты, а также продолжения работы над качественными характеристиками сортов сои для европейской части России для обеспечения потребности отрасли животноводства в кормах.

Также в рамках посещения и осмотра ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы» делегация Минсельхоза ознакомилась с современным оборудованием, применяемым в селекционном процессе, а также с технологиями, позволяющими создавать более урожайные, высококачественные гибриды сахарной свеклы. Оксана Лут отметила, что одним из приоритетных направлений для института является создание гибрида сахарной свеклы с выходом белого сахара 10-12 т/га, а также организация работы по взаимодействию с сельхозтоваропроизводителями в области расширения участков семеноводства новых высокорентабельных гибридов данной культуры.

Источник: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/razvitie-otechestvennoy-seleksii-obsudili-v-krasnodarskom-krae/>

УДК 621.3

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-11-40-44

Сокращение потерь электроэнергии трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ заменой одного трансформатора на два и применением ФЭУ

А.В. Виноградов,

д-р техн. наук,
доцент, гл. науч. сотр.,
winaleksandr@gmail.com

А.В. Виноградова,

канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
alinawin@rambler.ru

А.А. Лансберг,

магистрант,
lansbergaa@vk.com

Д.В. Конкин,

магистрант,
dima.konkin.2014@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. На примере сельских электрических сетей Орловской области выявлено, что трансформаторы загружены на 20-25 %. Применение фотоэлектрических установок (ФЭУ) в структуре сетей приводит к дополнительному сезонному снижению загрузки. Предложен метод сокращения потерь электроэнергии в трансформаторных подстанциях посредством замены одного трансформатора на два меньшей мощности. Выполнена оценка снижения потерь и их стоимости при использовании предложенного метода, в том числе с применением ФЭУ.

Ключевые слова: потери в трансформаторе, надёжность, электроснабжение, сезонность, нагрузка, трансформаторная подстанция, сокращение потерь.

Постановка проблемы

Сокращение потерь электроэнергии – одна из приоритетных задач развития сельских распределительных электрических сетей. Принято считать рациональным значение потерь электроэнергии в электрических сетях, если оно не превышает 4-5 % от объёма передаваемой электроэнергии, а максимально допустимые технические потери – 10 %. Превышение этих значений говорит о значительных коммерческих потерях электроэнергии в рассматриваемых сетях. Так, для энергосистем республик СССР уровень потерь не превышал, как правило, 9,4 % [1].

Значительная доля потерь электроэнергии в электрических сетях приходится на силовые трансформаторы. В среднем по странам СНГ потери в силовых трансформаторах достигают 25-40 % всех потерь, из них 16-

22 % – условно постоянные, т.е. потери холостого хода [2].

Схожие значения показывают и исследования, проведённые различными авторами, анализирующими структуру потерь электроэнергии в электрических сетях. Такой анализ проведён, например, для сетей напряжением 0,4-500 кВ Согдийской области Республики Таджикистан. Выявлены предприятия с высоким уровнем относительных потерь электроэнергии. В некоторых из них потери в трансформаторах из-за низкой загрузки составили до 79 % [3].

Мониторинг, выполненный для сельских электрических сетей Орловской области, показал, что 74 % от общего количества трансформаторов 10/0,4 кВ, на которых были произведены замеры (880 шт.), работают с коэффициентом загрузки не более 20 %. Среди наиболее часто эксплуатируемых в Орловском РЭС силовых трансформаторов 6-10/0,4 кВ с номинальными мощностями 63, 100, 160 и 250 кВ·А коэффициент загрузки до 20 % имеют 72-77 % электроустановок, с коэффициентом загрузки 20-40 % работают 16-20 % силовых трансформаторов, а 40-60 % – 3-5 %.

Актуальность разработки мероприятий по снижению потерь электроэнергии в силовых трансформаторах подчёркивает и большое внимание учёного сообщества, производителей к данному направлению. Так, вопрос активного внедрения энергосберегающих трансформаторов поднят в работе [4]. Для широкого внедрения энергоэффективных трансформаторов необходимо с помощью новых стандартов установить требования к их энергоэффективности, совершенствовать процедуры проведения закупок трансформаторов в сетевых компаниях с целью учета капитализированной стоимости, ограничить внедрение и эксплуатацию трансформаторов, не соответствующих требованиям по энергоэффективности [4].

Анализ, выполненный на примере центрального энергорайона Амурской области, показал, что оптимизация загрузки силовых трансформаторов позволяет получить годовой экономический эффект порядка 2,6 млн руб. Это достигается путем выявления малозагруженных силовых трансформаторов и их замены, перегруппировки, перевода нагрузки на другие трансформаторы, а также отключения трансформаторов на время работы на холостом ходу [5].

Одним из мероприятий по снижению потерь электроэнергии в силовых трансформаторах является выбор рациональной схемы их соединения. Например, в результате экспериментального исследования дополнительных потерь мощности от несимметрии токов в трехфазных трансформаторах типа ТМГ установлено, что применение трансформаторов со схемой соединения обмоток Y/Zn по сравнению с трансформатором Y/Yn позволяет снизить дополнительные потери при однофазной нагрузке в 11 раз [6].

В то же время трансформаторы со схемой и группой соединения Y/Zn-11 характеризуются наибольшими потерями и наибольшими значениями токов однофазного короткого замыкания (КЗ) в сети 0,4 кВ среди схем и групп соединения обмоток силовых трансформаторов 6-10 кВ при относительно симметричной нагрузке [7].

На значение соотношения потерь в силовых трансформаторах значительное влияние оказывает сезонность электрических нагрузок сельских потребителей. Рост количества дачных посёлков, активное перераспределение специализации сельскохозяйственного производства в сторону растениеводства в некоторых регионах приводят к значительной неравномерности загрузки трансформаторов в разное время года.

Оказывает влияние на загрузку трансформаторов и внедрение частных фотоэлектрических установок (ФЭУ) мощностью до 15 кВт, разрешённое с 2021 г. согласно ФЗ от 27.12.2019 № 471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации». При наличии нескольких подключённых к линии 0,4 кВ ФЭУ в дневное время вырабатываемая ими электроэнергия вполне может покрывать нагрузку потребителей, питаемых от данной линии и даже выдаваться в сеть 10 кВ посредством обратной трансформации на ТП 10/0,4 кВ. Это показывает и опыт Германии, где индивидуальные ФЭУ нашли широкое применение [8].

Кроме того, предложено на трансформаторных подстанциях (ТП) с двумя трансформаторами отключать один из них при работе в режимах недогрузки. Определено условие, при котором выгодно отключение одного из трансформаторов. Также предложено отключение трансформатора на однотрансформаторных ТП, питающих потребителей с сезонным характером нагрузки (отгонные пастбища, площадки для стрижки овец, установки орошения и т.д.) [9].

Похожий способ, связанный с отключением одного из трансформаторов двухтрансформаторной подстанции предложен в работе [10], где описана модель управления устанавливаемыми на ТП трансформаторами, в которой в моменты малой загрузки один из них отключается для снижения потерь холостого хода.

Во всех указанных работах не рассмотрено влияние на потери электроэнергии замены одного трансформатора на два менее мощных и с сезонной их работой. Кроме того, не рассматривались ситуации, когда при относительно неизменной нагрузке потребителей загрузка ТП

сезонно снижается вследствие выработки электроэнергии ФЭУ, подключённой к питаемой от ТП линии электропередачи (ЛЭП).

Цель исследования – оценка влияния на потери электроэнергии в ТП замены одного трансформатора на два менее мощных при их сезонной работе, а также присоединения ФЭУ к питаемой от ТП линии электропередачи.

Материалы и методы исследования

В работе применялись общенаучные методы исследования, в том числе литературный обзор состояния электротехнических устройств, ситуационное моделирование и анализ. В качестве исходных материалов для анализа и оценки использовались данные по графикам нагрузки сельских потребителей, оптимальные значения загрузки трансформаторов, потерь холостого хода и короткого замыкания в трансформаторах и др.

Анализируемым методом сокращения потерь электроэнергии в трансформаторной подстанции и повышения надёжности электроснабжения потребителей является следующий: на ТП, питающейся по одной линии, устанавливают два трансформатора одинаковой или разной мощности вместо одного большой мощности. При этом мощность каждого из вновь установленных трансформаторов меньше мощности, необходимой при максимальной нагрузке подстанции. Задают и отсчитывают первую группу интервалов времени в соответствии с сезонами года с характерными нагрузками (потребителями), которые могут питаться от первого, второго или двух трансформаторов, включённых на параллельную работу. Во время отсчёта соответствующих групп интервалов времени включают в работу первый, второй или оба трансформатора и питают от них нагрузку подстанции. При этом к отходящей от ТП линии подключена ФЭУ.

Контролируют нагрузку ТП, задают номинальные ее значения и допустимое время работы с перегрузкой для каждого из трансформаторов, если во время отсчёта первой или второй группы интервалов времени нагрузка будет превышать номинальное значение для соответствующего трансформатора, то отсчитывают допустимое время перегрузки включённого в это время трансформатора. Если после окончания отсчёта допустимого времени перегрузки она не устранилась, автоматически переключают на параллельную работу второй трансформатор. В случае если во время первого или второго интервала времени происходит повреждение включённого трансформатора, его автоматически отключают и включают в работу второй трансформатор, повышая таким образом надёжность электрической сети.

Информацию о результатах переключений, повреждениях силовых трансформаторов передают диспетчеру электрической сети. При поступлении команд дистанционного управления от диспетчера электрической сети обрабатывают эти команды и выполняют их, производя необходимые переключения. Схема, реализующая указанный метод, представлена на рис. 1.

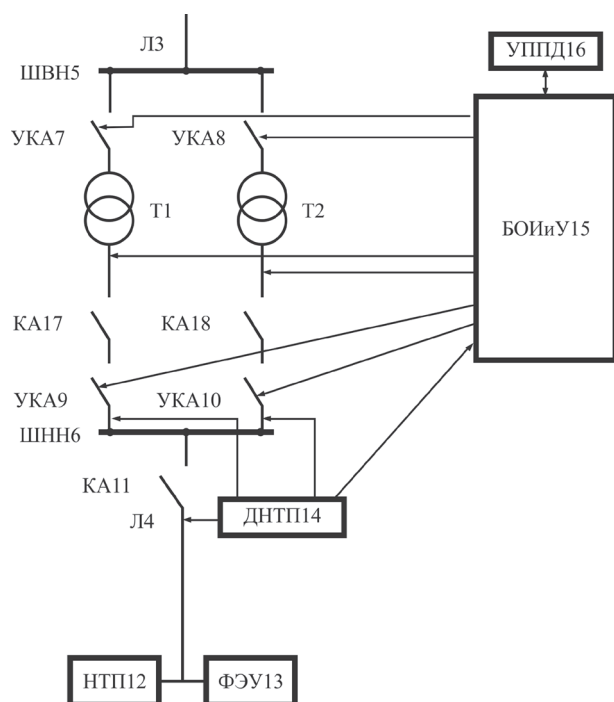


Рис. 1. Схема ТП 10/0,4 кВ с реализацией метода сокращения потерь:

Т1, Т2 – силовые трансформаторы, ЛЗ – питающая линия; Л4 – отходящая линия; ШВН5 – шины высокого напряжения; ШНН6 – шины низкого напряжения; УКА7, УКА8 – управляемые коммутационные аппараты высокого напряжения (например, вакуумные выключатели); УКА9, УКА10 – управляемые коммутационные аппараты низкого напряжения (например, вакуумные контакторы); КА11 – коммутационный аппарат отходящей линии; НТП12 – нагрузка трансформаторной подстанции; ФЭУ13 – фотоэлектрическая установка; ДНТП14 – датчик нагрузки трансформаторной подстанции; БОИиУ15 – блок обработки информации и управления; УПАД16 – устройство приёма и передачи данных; КА17, КА18 – коммутационные аппараты низкого напряжения

Фактические годовые потери активной энергии ΔW_{TP} , кВт·ч, в трансформаторах определяются по выражению

$$\Delta W_{TP} = \Delta P_x \cdot T_n + k_{3T}^2 \cdot \Delta P_{кз} \cdot \tau_M, \quad (1)$$

где ΔP_x , $\Delta P_{кз}$ – потери мощности холостого хода и короткого замыкания трансформатора, кВт;

k_{3T} – коэффициент загрузки трансформатора;

T_n – продолжительность времени в год, когда трансформаторы находятся во включенном состоянии, ч;

τ_M – годовое время максимальных потерь, определяемое исходя из значений числа часов использования максимума активной нагрузки T_M , ч. Его значения приведены в источнике [11].

Время использования максимума активной нагрузки в год T_M , ч, определяется следующим образом:

$$T_M = \frac{W_z}{P_{max}}, \quad (2)$$

где W_z – годовое потребление электроэнергии НТП, кВт·ч;

P_{max} – максимальная активная мощность НТП, кВт.

Подключение ФЭУ к линии, питаемой от ТП, приводит к тому, что значение T_M снижается, так как установка вырабатывает электроэнергию и компенсирует часть W_z . Значение P_{max} также может снизиться в случае, если выработка электроэнергии от ФЭУ происходит в период максимума по графику нагрузки НТП.

При наличии в питаемой от ТП сети ФЭУ число часов использования максимума активной нагрузки определяется как

$$T_M = \frac{W_z - W_{ФЭУ}}{P_{max}}, \quad (3)$$

где $W_{ФЭУ}$ – годовая выработка электроэнергии ФЭУ, кВт·ч;

Коэффициент загрузки трансформатора $k_{3т}$ определяется по формуле

$$k_{3т} = \frac{S_{\phi}}{S_{т.ном}}, \quad (4)$$

где S_{ϕ} – фактическая нагрузка трансформатора, кВА;

$S_{т.ном}$ – номинальная нагрузка трансформатора, кВА.

Стоимость потерь электроэнергии в год $C_{WP_{TP}}$, руб., составляет

$$C_{WP_{TP}} = c_p \cdot \Delta W_{TP}, \quad (5)$$

где c_p – тариф на покупку электросетевой организацией потерь электроэнергии, руб/кВт·ч, например для Орловской области на 2023 г. он составляет 2,4 руб/кВт·ч.

Результаты исследований и обсуждение

Рассмотрим сравнение вариантов, когда на ТП установлен один более мощный или два менее мощных трансформатора.

Суммарные потери электроэнергии в двух трансформаторах:

$$\Delta W_{TP} = \sum (\Delta P_{x21} \cdot T_{n21i} + k_{3T21i}^2 \cdot \Delta P_{кз21} \cdot \tau_{M21i}) + \sum (\Delta P_{x22} \cdot T_{n22j} + k_{3T22j}^2 \cdot \Delta P_{кз22} \cdot \tau_{M22j}), \quad (6)$$

где T_{n21i} , T_{n22j} – число часов в год включенного состояния первого и второго трансформаторов соответственно, ч;

k_{3T21i} , k_{3T22j} – коэффициенты загрузки первого и второго трансформатора в разные интервалы времени (интервал работы одного трансформатора и интервал параллельной работы);

τ_{M21i} , τ_{M22j} – доли годового времени максимальных потерь в зависимости от доли числа часов использования максимума активной нагрузки, приходящиеся на работу первого и второго трансформаторов в i -е и j -е интервалы времени (T_{M21i} , T_{M22j} соответственно), ч.

В первом случае стоимость потерь в трансформаторе $C_{W_{TP1}}$, руб/год, определится с учётом выражений 1-3 (индекс 1 указывает на первый вариант):

$$C_{WTP1} = c_p \cdot (\Delta P_{x1} \cdot T_{n1} + k_{3T1}^2 \cdot \Delta P_{k31} \cdot \tau_{M1}). \quad (7)$$

В этом случае $T_{n1} = 8760$ ч/год, τ_{M1} определяется по источнику [11].

Для второго случая C_{WTP2} , руб/год:

$$C_{WTP2} = c_p \cdot (\sum (\Delta P_{x21} \cdot T_{n21i} + k_{3T21}^2 \cdot \Delta P_{k321} \cdot \tau_{M21i}) + \sum (\Delta P_{x22} \cdot T_{n22j} + k_{3T22}^2 \cdot \Delta P_{k322} \cdot \tau_{M22j})). \quad (8)$$

В формуле (8) индексами 21 и 22 обозначены соответствующие параметры первого и второго трансформаторов, установленных на ТП. Они могут быть одинаковой или разной мощности, но должны соответствовать условиям параллельной работы.

В зависимости от сезонности питаемой нагрузки изменяются значения T_{n21i} , T_{n22j} , T_{M21i} и T_{M22j} и, следовательно, значения τ_{M21i} , τ_{M22j} , значения потерь в каждом из трансформаторов и стоимость данных потерь. Формула (8) позволяет определять стоимость потерь для одиночной и параллельной работы трансформаторов на ТП, так как T_{n21i} , T_{n22j} , τ_{M21i} и τ_{M22j} определяются с учётом этих режимов.

На основе графиков НТП необходимо вычислить время включенного и отключенного состояния каждого из трансформаторов, время их параллельной работы, на основании чего определить T_{n21i} , T_{n22j} , затем T_{M21i} и T_{M22j} , в том числе с учётом работы ФЭУ, далее τ_{M21i} , τ_{M22j} и потери в трансформаторах.

На рис. 2 представлены графики потерь электроэнергии в трансформаторах для следующего примера. Трансформатор мощностью 160 кВА заменяется на два трансформатора по 63 кВА каждый. Годовое потребление электроэнергии НТП изменяется в пределах $2 \cdot 10^4$ – $2,5 \cdot 10^5$ кВт·ч. Выработка электроэнергии ФЭУ при её использовании в год составляет $4,523 \cdot 10^4$ кВт·ч. На графиках показаны значения потерь электроэнергии в трансформаторе 160 кВА, W_{TP1} , кВт·ч.

Также показаны суммарные значения потерь электроэнергии в силовых трансформаторах 63 кВА при различных значениях сезонности, т.е. при различном времени параллельной работы трансформаторов (от 10 % времени года до 60 %). Эти значения показаны следующим образом. Например, для 10 % времени параллельной работы – $W_{TP2(10\%)}$ кВт·ч. Суммарные значения потерь электроэнергии в силовых трансформаторах 63 кВА при различных значениях сезонности и использовании ФЭУ обозначены, например, для 60 % времени параллельной работы – $W_{TP2сФЭУ(60\%)}$ кВт·ч.

На рис. 3 показаны графики стоимости потерь электроэнергии для указанного примера.

На рис. 2 и 3 отмечены точки, показывающие объём потребляемой электроэнергии, при котором годовые её потери (см. рис. 2) или стоимость данных потерь (см. рис. 3) равны для вариантов с одним и двумя трансформаторами в зависимости от сезонности.

Сравнение показывает, что применение способа замены трансформатора на два меньшей мощности

с обеспечением их сезонной работы позволяет снизить потери электроэнергии и их стоимость на 8–38 % без использования подключенной к ТП ФЭУ (в зависимости от загрузки и времени параллельной работы трансформаторов) и на 10–41 % – при использовании подключенной к ТП ФЭУ. При этом в случаях отсутствия ФЭУ в сети экономии не происходит при значениях потребления электроэнергии НТП порядка $2,3 \cdot 10^5$ кВт·ч в год, а для случая параллельной работы трансформаторов в течение 60 % времени года – при потреблении $1,5 \cdot 10^5$ кВт·ч в год. При наличии ФЭУ экономия на потерях электроэнергии наблюдается для всех рассмотренных вариантов и значений потребления.

Для оценки выгодности каждого из вариантов необходимо также вычислить капитальные вложения в их реализацию (зависят от исполнения ТП, например, для КТП 160 кВА тупикового исполнения – от 155 тыс. руб., а КТП 2х63 кВА – от 360 тыс. руб. [12]) и эксплуатацион-

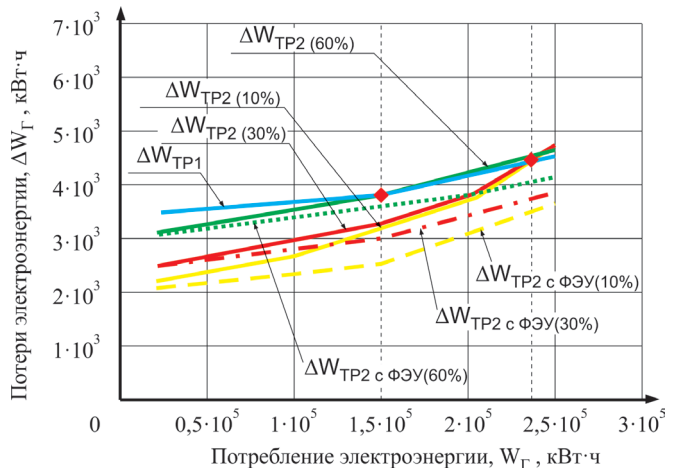


Рис. 2. Потери электроэнергии в трансформаторах ТП в зависимости от их числа, потребления электроэнергии и использования ФЭУ в отходящей ЛЭП

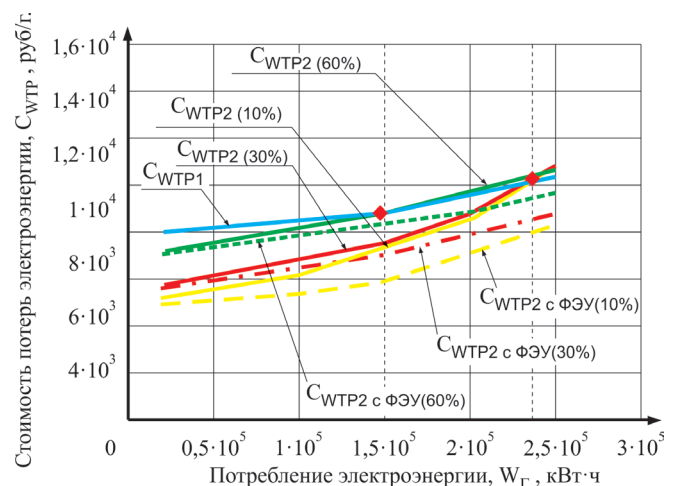


Рис. 3. Стоимость потерь электроэнергии в зависимости от числа трансформаторов, потребления электроэнергии и использования ФЭУ в отходящей ЛЭП

ные издержки. Сравнение может проводиться по приведенным затратам или по дисконтированному сроку окупаемости.

В варианте ТП с двумя трансформаторами при условии $C_{WTP2} + \mathcal{E}_2 < C_{WTP1} + \mathcal{E}_1$ появляется экономический эффект, который определяется по выражению

$$E_W = (C_{WTP1} + \mathcal{E}_1) - (C_{WTP2} + \mathcal{E}_2), \quad (9)$$

где $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_2$ – эксплуатационные издержки без учёта стоимости потерь электроэнергии для первого (один трансформатор на ТП) и второго (два трансформатора на ТП) вариантов в год, руб.

Срок окупаемости варианта ТП с двумя трансформаторами по критерию снижения потерь электроэнергии T_{OKW2} , лет, определяется по формуле

$$T_{OKW2} = \frac{E_W}{K_2 - K_1} = \frac{(C_{WTP1} + \mathcal{E}_1) - (C_{WTP2} + \mathcal{E}_2)}{K_2 - K_1}, \quad (10)$$

где K_1, K_2 – капитальные вложения в первый и второй варианты, соответственно, руб.

Кроме эффекта от сокращения потерь электроэнергии, следует также учитывать эффект от повышения надёжности ТП. Для его определения необходимо рассчитать показатели надёжности каждого из вариантов. Также необходимо в дальнейшем исследовать более подробно вопросы сезонности работы трансформаторов в зависимости от графиков нагрузки потребителей и выработки электроэнергии ФЭУ, сделать рекомендации по рациональному применению рассмотренного метода.

Выводы

1. Одним из методов сокращения потерь электроэнергии на трансформаторных подстанциях при их низкой нагрузке и наличии сезонности является замена одного трансформатора на два менее мощных, работающих сезонно и включающихся на параллельную работу при необходимости. На значение потерь также влияет наличие подключенных к отходящим от ТП линиям фотоэлектрических установок.

2. Замена трансформатора на два меньшей мощности с обеспечением их сезонной работы позволяет снизить потери электроэнергии и их стоимость на 8-38 % без наличия подключенной к ТП ФЭУ (в зависимости от загрузки и времени параллельной работы трансформаторов) и на 10-41 % – при использовании подключенной к ТП ФЭУ.

3. Отсутствие ФЭУ в сети дает нулевую экономию при значениях потребления электроэнергии НТП порядка $2,3 \cdot 10^5$ кВт·ч в год, а при параллельной работе трансформаторов в течение 60 % времени года – при годовом потреблении $1,5 \cdot 10^5$ кВт·ч. Наличие ФЭУ позволяет экономить потери электроэнергии для всех рассмотренных вариантов и значений потребления.

Список использованных источников

1. Садыков М.А. Оценка и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях / М.А. Садыков, Б.Б. Барпиев // Актуальные

научные исследования в современном мире. 2021. № 4-2(72). С. 179-185. EDN MUGVXL.

2. Асанов А.К. О проблемах в энергетике. потери электроэнергии / А.К. Асанов, С.М. Оконов // Известия Кыргызского ГТУ им. И. Раззакова. 2016. № 4(40). С. 37-43. EDN XHPSIN.

3. Чоршанбиев С.Р. Анализ потерь электроэнергии в электрических сетях напряжением 0,4-500 кВ в Согдийской области Республики Таджикистан / С.Р. Чоршанбиев, Г.В. Шведов // Известия Кыргызского ГТУ им. И. Раззакова. 2019. № 2-1(50). С. 242-250. EDN CVLRSK.

4. Ивакин В.Н. Нормирование энергоэффективности распределительных трансформаторов / В.Н. Ивакин, В.Д. Ковалев, А.А. Магницкий // Энергия единой сети. 2017. № 5(34). С. 20-31. EDN ZUQTHR.

5. Мироненко Ю.Е. Оценка эффективности загрузки силовых трансформаторов на примере центрального энергорайона Амурской области // Научные исследования. 2017. № 7(18). С. 5-8. EDN YUIAJN.

6. Васильев Н.В. Анализ потерь мощности от несимметрии токов в сельских электрических сетях 0,38 кВ / Н.В. Васильев, Н.Ю. Криштопа // Инновации в сел. хоз-ве. 2015. № 4(14). С. 43-50. EDN VJKDFB.

7. Виноградов А.В., Волчков Ю.Д., Лансберг А.А., Сорокин Н.С. О влиянии схем соединения обмоток силовых трансформаторов с высшим напряжением 6-10 кВ на эксплуатационные параметры сельских электрических сетей // Агротехника и энергообеспечение. 2022. №1 (34). С. 16-34.

8. Повышение энергоэффективности функционирования электрической сети с возобновляемыми источниками [Электронный ресурс]. <https://studylib.ru/doc/4692193/prezentaciya-kompanii-simens> (дата обращения: 03.05.2023).

9. Хорольский В.Я. и др. Организационные мероприятия по снижению технических потерь электроэнергии в сельских электрических сетях // Энергетическая безопасность. 2017. С. 199-206.

10. Zeynep Kaya, Nazım İmal, Oğuz Gökhan On power transformers energy efficiency based load transfer analysis // International Journal of Energy Applications and Technologies 5(3) [2018] 115-118.

11. СТО 56947007-29.240.01.271-2019. Методические указания по технико-экономическому обоснованию электросетевых объектов. Эталоны обоснований. Разработан: ООО «Интер РАО-Инжиниринг». Утвержден и введен в действие приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 24.07.2019 № 235.

12. КТП 160 6 0,4 кВА (Подстанции комплектные) [Электронный ресурс]. <https://transformator-energum.ru> (дата обращения: 03.05.2023).

Reducing Electricity Losses at 10/0.4 kV Transformer Substations by Replacing one Transformer With two and Using Photovoltaic Arrays

A.V. Vinogradov, A.V. Vinogradova, A.A. Lansberg, D.V. Konkin (FGBNU FNATs VIM)

Summary: Using the example of rural electrical networks in the Oryol region, it was revealed that transformers are loaded at 20-25%. The use of photovoltaic arrays (PV) in the grid structure leads to an additional seasonal reduction in load. A method has been proposed to reduce electricity losses in transformer substations by replacing one transformer with two of lower power. An assessment was made of the reduction in losses and their cost when using the proposed method, including the use of photovoltaic arrays.

Key words: transformer losses, reliability, electric power supply, seasonality, load, transformer substation, loss reduction.

УДК 633.63:631.527(470)

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-11-45-48

Опыт реализации подпрограммы ФНТП «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации»

А.П. Королькова,

канд. экон. наук,

вед. науч. сотр.,

52_kap@mail.ru

В.Н. Кузьмин,

д-р экон. наук,

гл. науч. сотр.,

kwn2004@mail.ru

Т.Е. Маринченко,

науч. сотр.,

9419428@mail.ru

А.В. Горячева,

науч. сотр.,

nastya040890@mail.ru

(ФГБНУ «Росинформагротех»)

Постановка проблемы

Первые высокотехнологичные зарубежные селекционно-семеноводческие компании (KWS и Strube (Германия), Syngenta (Швеция), Danisco Seed и Maribo Seed (Дания), Advanta (Нидерланды), Florimond Desprez (Франция), Betaseed (США), SesVanderhave (Бельгия)) на территории России появились в начале 1990-х годов. Гибриды этих компаний стали возделываться повсеместно. Зарубежный семенной материал быстро завоевал российский рынок, вытеснив с него отечественных производителей семян сахарной свеклы. Так, уже к 2017 г. доля импортных семян гибридов сахарной свеклы в посевах превысила 95 % [1, 2]. Использование импортных семян, зарубежной техники и технологий позволили свеклосахарному подкомплексу наращивать объемы производства сахара, обеспечивающие не только внутренние потребности, но и экспорт.

С начала 1990-х годов каждые 10 лет урожайность гибридов сахарной свеклы увеличивалась на 100 ц/га и более. Так, в 1991-2000 гг. этот показатель находился на уровне 177,9 ц/га, в 2001-2010 гг. – 274,8, а в 2011-2020 гг. – 460,1 ц/га. Про-

изводство сахарной свеклы стало рентабельным и инвестиционно привлекательным бизнесом [3]. Уровень рентабельности от реализации сахарной свеклы в среднем за 2017-2021 гг. составлял выше 30 %.

Доктрина продовольственной безопасности предусматривает самообеспеченность отечественными семенами к 2030 г. на уровне не менее 75 %, а План по импортозамещению и уровню самообеспечения страны семенами отечественной селекции сахарной свеклы – на уровне 50 %. В настоящее время зависимость от импортных поставок семенного материала сахарной свеклы составляет более 97 % (табл. 1).

Стоимость поставок импортных семян в Россию оценивается в 144 млрд руб. [5]. В 2020 г. затраты на импортные семена сахарной свеклы составили 86 млн долл. США, а в 2021 г. – на 30 млн долл. США больше. На долю семян в себестоимости сахарной свеклы приходится 12-18 %. Все это обуславливает рост общих затрат на производство сахарной свеклы и повышение цен на свекловичный сахар в оптовой и розничной торговле [6, 7].

Высокий уровень импортозависимости подотрасли в условиях санкционного давления и нестабильность мировой экономики обуславливают повышение рисков для производства сахарной свеклы. На решение проблем импортозависимости направлена подпрограмма ФНТП «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации», которая реализуется с 2018 г.

Участвующими в реализации подпрограммы НИУ и бизнес-партнера-

Аннотация. Представлены результаты реализации подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы (ФНТП). Рассматриваются созданные гибриды, их урожайность и сахаристость в разных регионах свеклосеяния, направления совершенствования системы семеноводства сахарной свеклы и меры господдержки производства семян отечественной селекции.

Ключевые слова: сахарная свекла, подпрограмма, гибриды, селекция, семеноводство, господдержка.

Таблица 1. Количество высеянных семян сахарной свеклы в Российской Федерации

Год	Объем высеянных семян, тыс. т (доля, %)			
	всего	иностранной селекции	отечественной селекции	несортовые
2019	3,87 (100)	3,81 (98,3)	0,02 (0,6)	0,04 (1,1)
2020	3,15 (100)	3,10 (98,5)	0,04 (1,2)	0,01 (0,3)
2021	3,34 (100)	3,23 (96,8)	0,10 (2,9)	0,01 (0,3)
2022*	3,33 (100)	3,26 (97,9)	0,06 (1,8)	0,01 (0,3)

*Оценка.

Источник [4].

ми накоплен положительный опыт, одновременно выявлены сдерживающие факторы: недостаточная информированность заказчиков и участников о подпрограмме, существующих мерах поддержки, отсутствие достоверной информации о распространении среди российских сельхозтоваропроизводителей сортов сахарной свеклы отечественной селекции, высокие риски при реализации комплексных научно-технических проектов (КНТП) подпрограммы ФНТП, сложности с продвижением на рынок семян гибридов сахарной свеклы и др.

Заказчиком КНТП «Создание высококонкурентных гибридов сахарной свеклы отечественной селекции и организация системы их семеноводства» является ООО «СоюзСемСвекла» – первый в России селекционно-генетический центр по созданию гибридов сахарной свеклы. Участники подпрограммы – ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова», ФГБНУ «Институт общей генетики имени Н.И. Вавилова», ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», ФГНБУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы». Индустриальными партнерами выступают ООО АО «Щелково Агрохим» и ГК «Русагро», участвуют в мероприятиях сельхозтоваропроизводители Воронежской и Орловской областей, Краснодарского края и Республики Крым.

За период действия подпрограммы создано 33 новых гибрида сахарной свеклы отечественной селекции, разработано 9 программ дополнительного профессионального образования; опубликовано 32 материала в рецензируемых научных изданиях (базах данных Scopus, Web of Science и (или) РИНЦ); 13 технологий для селекции, семеноводства, возделывания, хранения и переработки сахарной свеклы, защищенных российскими и (или) иностранными охраняемыми документами. Обеспечены функционирование и развитие двух селекционно-семеноводческих центров, сохранность и поддержка шести существующих коллекций линий, сортов и гибридов сахарной свеклы; зарегистрировано

десять результатов интеллектуальной деятельности; две организации создали научное подразделение, объекты инфраструктуры и (или) организации трансфера технологий в рамках реализации подпрограммы.

Цель исследования – научное и информационно-аналитическое обеспечение сельхозтоваропроизводителей информацией о полученных результатах реализации подпрограммы ФНТП.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных материалов для анализа использовались нормативно-правовые акты, статистические и аналитические данные Минсельхоза России, отчеты и информационные материалы НО «Союз сахаропроизводителей России», дирекции ФНТП, научные разработки ФГБНУ «ВНИИСС имени Мазлумова», ООО «СоюзСемСвекла», АО «Щелково Агрохим», публикации ведущих ученых и специалистов по данной тематике.

В исследовании применялись методы статистического анализа, экспертных оценок, логической интерпретации и обобщения данных, прогнозирования и информационно-аналитического мониторинга.

Результаты исследований и обсуждение

За период реализации подпрограммы было создано 33 новых гибрида сахарной свеклы, в том числе 27 – в ООО «СоюзСемСвекла», 12 из которых представлены на рынке

семян: в 2022 г. – Буря, Вулкан, Прилив, Бриз, Волна, Молния, Скала; в 2023 г. – Вьюга, Сияние, Айсберг, Торнадо, Гейзер. Семена новых гибридов стали доступны сельхозтоваропроизводителям в разных природных зонах возделывания сахарной свеклы уже в сезоне 2022-2023 гг. (рис. 1).

В южных регионах в 2022 г. урожайность большинства новых сортов превысила 60 т/га, а биологический сбор сахара составил 9,3-11,5 т/га (табл. 2).

Сравнительный анализ эффективности гибридов сахарной свеклы отечественной и зарубежной селекции показал их высокую адаптационную способность к почвенно-климатическим условиям большинства свеклосеющих регионов, хозяйственно-ценные признаки при длительном хранении в кагатах, устойчивость к болезням и др. В таких регионах, как Республика Татарстан, Липецкая, Пензенская, Ульяновская, Саратовская, Рязанская, Курская, Воронежская и Белгородская области, где посевные площади сахарной свеклы составляют более половины от всей посевной площади по стране, урожайность гибридов ООО «СоюзСемСвекла» превысила средний уровень по региону (рис. 2).

Биологическая урожайность гибридов «СоюзСемСвекла» в 2022 г. в компании «Дубовицкое» Орловской области, принадлежащей «Щелково Агрохим», достигала более 660 ц/га, сахаристость – 18 % (рис. 3).

Новый гибрид РМС 137 (оригинатор ВНИИСС) по данным произ-



* Гибриды, планировавшиеся к коммерциализации в 2022 г.;

** Гибриды, зарегистрированные в 2021 г.;

*** В реестре селекционных достижений РФ зарегистрировано 25 гибридов.

Рис. 1. Номенклатура гибридов ООО «СоюзСемСвекла», созданных в рамках ФНТП по свеклосеющим регионам [9]

Таблица 2. Производственные показатели выращивания гибридов сахарной свеклы селекции ООО «СоюзСемСвекла», 2022 г.

Наименование предприятия	Гибрид	Урожайность, ц/га	Дигестия, %	Выход сахара, т/га
<i>Новокубанский район Краснодарского края</i>				
ФГУП «Урупское»	Молния	711	16,09	11,4
	Буря	711	15,88	11,29
	Волна	692	14,4	9,96
	Прилив	683	13,77	9,43
ЗАО КСП «Хуторок»	Буря	711	14,68	10,44
	Молния	668	15,54	10,38
	Волна	675	14,52	9,8
<i>Тихорецкий район Краснодарского края</i>				
АПК «Кубаньхлеб», ООО «Кубаньагрофаста»	Волна	641	15,90	9,58
	Скала	612	16,49	9,49
	Прилив	588	16,86	9,32
<i>Калининский район Краснодарского края</i>				
ООО «Племзавод «Дружба»	Буря	615	16	9,84
<i>Новокубанский район Краснодарского края</i>				
Конный завод «Восход» ГК «Прогресс»	Волна	641	14,8	9,5
<i>Кочубеевский район Ставропольского края</i>				
ООО «Колхоз – племзавод им. Чапаева»	Бриз	744,7	15,5	11,54

Источник [10].

водственного испытания также превосходил по урожайности и сбору сахара зарубежные гибриды. Гибрид Престиж, созданный Первомайской селекционно-опытной станцией, по сбору сахара (9 т/га) превзошел иностранный гибрид Добрава на 2 т/га.

Практика также показала, что преимущества иностранных гибридов часто реализовывались при выращивании сахарной свеклы в условиях достаточного увлажнения, а при недостатке влаги, например, как в 2020 г. на территории Воронежской

области, их урожайность в зачетной массе составила лишь 22,5 т/га.

Результаты реализации подпрограммы были продемонстрированы на Дне поля 29 сентября 2023 г. в Белгородской области на полях агрохолдинга «Русагро». При контрольной копке и определении дигестии отечественных гибридов сахарной свеклы по гибриду Бриз получена урожайность 597 ц/га, сахаристость – 18,3 %; гибриду Прилив – 612 ц/га, сахаристость – 18,88 % [11].

В рамках реализации подпрограммы разработано 13 технологий

для селекции, семеноводства, возделывания, хранения и переработки сахарной свеклы, защищенных российскими и (или) иностранными охраняемыми документами. Объем произведенных семян новых гибридов отечественной селекции в 2022 г. составил 80 тыс. посевных единиц (п.е.), из них 40 тыс. произвело ООО «СоюзСемСвекла» и 40 тыс. – ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова». Доля семян гибридов отечественной селекции, произведенных в рамках реализации подпрограммы, в общем объеме высеванных семян сахарной свеклы составила 8,2 %. Их использовали 16,9 % организаций, производящих сахарную свеклу.

В Краснодарском крае в 2022 г. заложено 170 га семенных участков. Планируемый объем производства в 2024 г. составит 90 тыс. п.е. Научное сопровождение выращивания семенников возложено на Первомайскую селекционно-опытную станцию сахарной свеклы [12].

Научно-производственные связи ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова, ООО «СоюзСемСвекла», «Щёлково Агрохим» с семенным заводом «Бетагран Рамонь» позволяют производить конкурентоспособные инкрустированные и дражированные семена отечественных гибридов сахарной свеклы.

Для стимулирования спроса на семена, произведенные в рамках реализации ФНТП, возмещается до 70 % затрат на их приобретение. ССЦ предоставляются бюджетное финансирование, льготное кредитование и лизинг. С 2023 г. увеличен размер возмещения по прямым понесенным затратам на строительство ССЦ – с 20 до 50 %. Государством принимаются меры по ограничению импорта семян из недружественных государств. Кроме того, необходимо предоставлять отечественным селекционно-семеноводческим компаниям налоговые льготы и другие преференции; устанавливать квоты на ввоз импортных семян с учетом объемов производства российского семенного материала и квоты для государственного сортоиспы-

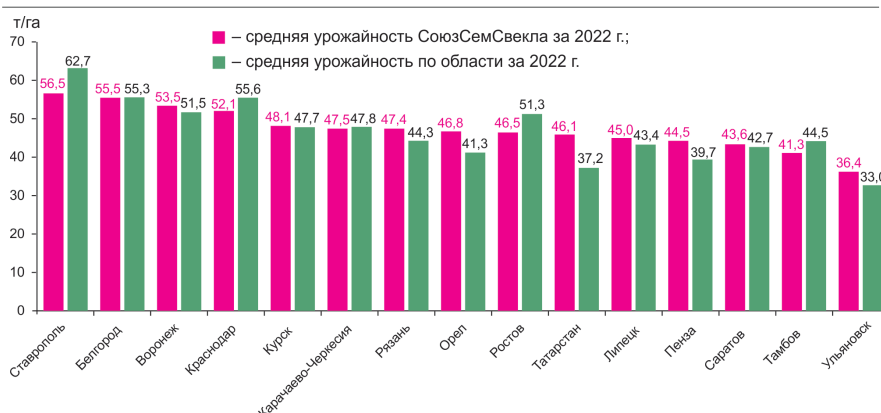


Рис. 2. Урожайность гибридов сахарной свеклы селекции ООО «СоюзСемСвекла» по регионам Российской Федерации в 2022 г. [9]

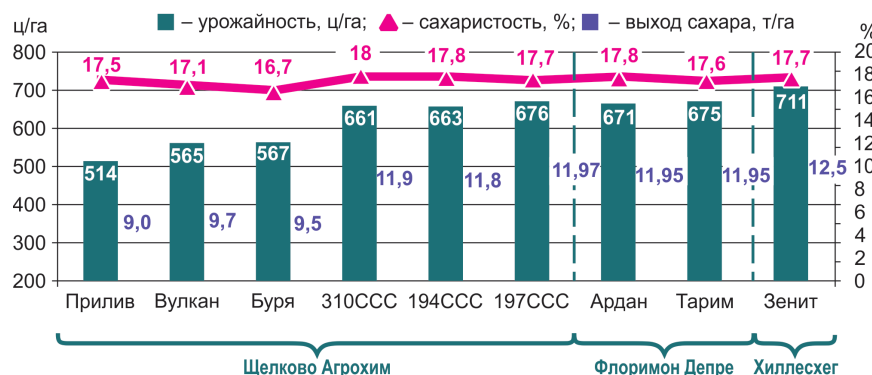


Рис. 3. Основные показатели отечественных и зарубежных гибридов сахарной свеклы [9]

тания импортных гибридов по мере увеличения достижений российской селекции. Все это вместе позволит достичь поставленных целей ФНТП.

Выводы

1. Высокий уровень импортозависимости в условиях санкционного давления и нестабильности мировой экономики обуславливает повышение рисков роста затрат на производство и снижение конкурентоспособности отечественного свеклосахарного подкомплекса.

2. Производственным результатом реализации подпрограммы ФНТП стало создание 33 новых гибридов, производство 80 тыс. п.е. семян, доля которых в общем объеме высеянных семян составила 8,2 %. Их использовали 16,9 % всех свеклосеющих организаций. Научными результатами стали разработка 9 программ дополнительного профессионального образования, 13 новых технологий для проведения селекционных работ, семеноводства, возделывания и хранения; сохранение и поддержание 6 коллекций линий, сортов и гибридов сахарной свеклы, обеспечение функционирования 2 ССЦ, публикация 32 научных статей и др.

3. Созданные отечественные гибриды характеризуются высокими показателями урожайности, сахаристости, адаптационной способности к почвенно-климатическим условиям возделывания и другими хозяйственно-ценными признаками, по которым

не уступают зарубежным сортам. Это позволяет их рекомендовать сельхозтоваропроизводителям к широкому использованию.

4. Господдержка реализации подпрограммы включает в себя комплекс мер по стимулированию спроса на семена возмещением до 70 % затрат на их приобретение, бюджетное финансирование, льготное кредитование, лизинг и др.

Список

использованных источников

1. Королькова А.П., Кузнецова Н.А., Ильина А.В. Проблемы импортозамещения на российском рынке семян сельскохозяйственных культур // Теория и практика современной аграрной науки : сб. III нац. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием. Новосибирск: НГАУ, 2020. С. 259-263.
2. Егорова М.И., Пузанова Л.Н. Глобальные тренды и новые вызовы для свеклосахарной отрасли России, научный аспект // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 8. С. 72-80.
3. Максимова Е. Сладкий доход. Сахарная свекла вернула статус одной из самых рентабельных агрокультур [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/39732-sladkiy-dokhod-sakharnaya-svekla-vernula-status-odnoy-iz-samykh-rentabelnykh> (дата обращения: 16.10.2023).
4. Материалы Комитета Государственной Думы по аграрным вопросам от 15.03.2023 «О реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства» [Электронный ресурс]. URL: <http://komitet-agro.duma.gov.ru/storage/>

b53533c5-43a4-44ee-99b8-ea105c1ce57a/Минсельхоз_ФНТП_%2015.03.pdf (дата обращения: 12.05.2023).

5. Корниенко А.В., Семенихина Л.В., Мельников Ю.Н. Проблемы селекции и семеноводства сахарной свеклы в России – возможные пути решения // Сахарная свекла 2022. № 10. С. 15-19.

6. Растениеводство в новых реалиях // Сахарная свекла. 2022. № 3. С. 7-12.

7. Серегин С.Н., Корниенко А.В. Приоритеты развития российского семеноводства сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2022. № 7. С. 6-9.

8. 33 гибрида сахарной свеклы создано в РФ с 2017 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://sugar.ru/node/42595?ysclid=locr1phbb33850004> (дата обращения: 16.10.2023).

9. Посевная кампания-2023 станет залогом успешного сезона отрасли растениеводства // Сахарная свекла. 2023. № 3. С. 2-7.

10. Сахарная свекла на Кубани: то ли еще будет // Сахарная свекла. 2023. № 3. С. 8-11.

11. Выдающийся Прилив и другие гибриды [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/business-pages/41135-vydayushchiysya-priliv-i-drugie-gibridy/> (дата обращения: 16.10.2023).

12. На Кубани заложат семенные участки сахарной свеклы собственной селекции // Сахарная свекла. 2022. № 7. С. 20.

Experience in Implementing the FSTDP Subprogram "Development of Selection and Seed production of Sugar beets in the Russian Federation"

A.P. Korolkova, V.N. Kuzmin, T.E. Marinchenko, A.V. Goryacheva (FGBNU "Rosinformagrotech")

Summary: The results of the implementation of the subprogram "Development of selection and seed production of sugar beets in the Russian Federation" of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017-2030 (FSTDP) are presented. The authors consider the created hybrids, their yield and sugar content in different regions, the paths for improving the sugar beet seed production system and the measures of state support for the production of domestically selected seeds.

Key words: sugar beet, subprogram, hybrids, selection, seed production, state support.