

Редакционная коллегия:

главный редактор – **Федоренко В.Ф.**,
д-р техн. наук, проф., академик РАН;
зам. главного редактора – **Мишуров 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
Лапшина Т.Н.

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА
MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Мишуров Н.П., Коноваленко Л.Ю., Неменуца Л.А., Любовецкая А.А.
Технико-технологическое обеспечение возделывания зерновых культур по
принципам органического земледелия 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Электронные системы Ростсельмаш: все, что нужно зерносеющему хозяйству 8
Свиридова С.А., Подольская Е.Е., Юзенко Ю.А., Павленко О.Д.
Особенности стандартизации методов экономической оценки машинных
технологий растениеводства 10

Технологии, машины и оборудование для АПК

Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С., Миронова А.В. Почвообрабатывающий агрегат
с устройством автоматизированного регулирования ширины захвата 12
Негреба О.Н., Белик М.А., Юрина Т.А., Ермаков А.А. Применение агрохимикатов
с микроэлементами при возделывании сои в производственных условиях 16
Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А., Шабанов Н.Э.,
Пехальский М.И., Щеголихина Т.А., Болотина М.Н. Научно обоснованная
технология возделывания картофеля для условий изменяющегося климата 22
Новиков Э.В., Соболева Е.В., Безбабченко А.В. Исследование процесса
измельчения масличного льна с целью его утилизации 27
Курбаков И.И., Иншаков А.П., Курбакова М.С., Гребенцов Г.С. Обоснование
возможности диагностирования подшипникового узла турбокомпрессора
по расходным характеристикам в среде MATLAB 31
Булатов С.Ю., Исупов А.Ю., Нечаев В.Н., Низовцев С.Л., Сергеев А.Г.
Расчет производительности фрезерного измельчителя зерна 36

Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение АПК

Пахомов А.И. О влиянии спектральной чистоты электромагнитного поля
на результат обеззараживания зерна 41

Аграрная экономика

Рудакова О.С., Солдатов А.О. Оценка эффективности цифровизации АПК
на примере экосистемы «Россельхозбанка» 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 «Росинформгротех»
Подписано в печать 25.09.2023 Заказ 220

УДК 631.15:633.1 (470)

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-2-6

Технико-технологическое обеспечение возделывания зерновых культур по принципам органического земледелия

Н.П. Мишуров,канд. техн. наук, врио директора,
mischurov@rosinformagrotech.ru**Л.Ю. Коноваленко,**ст. науч. сотр.,
konovalenko@rosinformagrotech.ru**Л.А. Неменушная,**ст. науч. сотр.,
nemenushchaya@rosinformagrotech.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»);**А.А. Любеведская,**директор по внешним связям,
anna@soz.bio

(Союз органического земледелия)

Аннотация. Рассмотрено развитие органического земледелия в России. Выявлены основные требования к производству зерновых культур в условиях органического земледелия. Показан опыт возделывания органической яровой пшеницы в ООО «Агрофирма Острожка», гречихи – в ООО «Путь жизни». Представлены используемые технологии и технические средства, основные проблемы органического производства зерновых и необходимые направления государственной поддержки данного направления в России.

Ключевые слова: органическое земледелие, зерновая культура, технология, техника, государственная поддержка.

Постановка проблемы

Производство зерна составляет основу агропромышленного комплекса России. Посевы зерновых культур занимают более 50% пашни, а на долю зерна приходится третья часть стоимости валовой продукции растениеводства и кормовой базы в животноводстве. Однако, как показывают аналитические данные, значительная часть получаемой зерновой продукции загрязнена опасными веществами – тяжелыми металлами, пестицидами, микотоксинами. Такая ситуация складывается в резуль-

тате использования традиционных технологий возделывания зерновых культур, основанных на использовании больших доз агрохимикатов и удобрений. Приемы агротехники, применяемые в органическом земледелии, запрещают их использование, препятствуют поступлению и накоплению вредных веществ в продукции. Поэтому увеличение объемов производства и потребления органической продукции ведет к улучшению сразу нескольких стратегических показателей, таких как сохранение окружающей среды, повышение качества пищевой продукции и улучшение здоровья человека [1].

В 2021 г. объем рынка органической продукции в мире достиг уровня почти 125 млрд евро. Объем российского рынка органической продукции, по экспертным оценкам, составил 24,4 млрд руб., или около 0,2% от мирового, хотя потенциал данного сектора в России более высок [2]. В связи с повышением значимости данного направления сельхозпроизводства разработана и утверждена Стратегия развития производства органической продукции в Российской Федерации на период до 2030 года (далее – Стратегия), которая нацелена на развитие внутреннего рынка органической сельскохозяйственной продукции, увеличение ее экспорта и внедрение новых экологичных агротехнологий [3]. При этом одной из основных проблем, стоящих перед сельхозпроизводителями, является недостаточная информированность об апробированных технологиях производства органической продукции, в частности, органических зерновых культур [4].

Цель исследований – анализ современных технологических и технических решений для производства

органической зерновой продукции, выявление основных технологических особенностей, проблем и путей их решения.

Материалы и методы исследования

В качестве информационной базы для выявления основных требований к производству органических зерновых культур служили российские нормативные и законодательные документы в области производства органической продукции растениеводства.

При проведении исследований использовались данные Единого государственного реестра производителей органической продукции, размещенного на сайте Минсельхоза России; информационные материалы по технологиям выращивания зерновых культур, представленные Союзом органического земледелия и сертифицированными производителями органической продукции; результаты исследований отраслевых НИИ и вузов, материалы семинаров, конференций и выставок по органическому земледелию.

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

Результаты исследований и обсуждение

Анализ данных российского реестра сертифицированных по ГОСТ 33980-2016 производителей органической продукции показал, что в настоящее время около 30% из них занимаются выращиванием органических зерновых культур. Выявлено преобладание крупных сельхозпроизводителей, ведущих деятельность в Томской, Тульской, Орловской,

Калужской, Смоленской, Ивановской, Московской, Пензенской и Ростовской областях, а также Пермском и Красноярском краях. Среди наиболее успешных практик ведения органического зернопроизводства можно выделить: ТНВ «Пугачевское», ООО «Агрофирма Острожка», ООО «Путь жизни», ООО «Биосфера» и др.

Наиболее востребованными видами зерновой продукции, выращиваемой в органических хозяйствах, являются (рейтинг по валовому сбору): пшеница, овес, ячмень, рожь, кукуруза, гречиха. В Краснодарском крае выращивается пока единственный в России органический сертифицированный рис (ИП Березовская Светлана Михайловна) [2].

В процессе производства органические зерновые хозяйства соблюдают требования, предъявляемые к выращиванию органической продукции растениеводства, установленные российским законодательством [5, 6], в их числе:

- изолирование участков производства органической продукции от продукции, произведенной традиционным способом. Исключение их смешивания при хранении и транспортировке;
- запрет на применение агрохимикатов, пестицидов и стимуляторов роста (перечень и условия применения средств защиты растений определен ГОСТ 33980-2016);
- запрет на использование методов генной инженерии и клонирования, ионизирующего излуче-

ния, гидропонного метода выращивания;

- применение для борьбы с болезнями, вредителями и сорной растительности средств биологического происхождения, агротехнических методов и методов термической обработки;

- подбор наиболее урожайных, устойчивых к болезням и вредителям сортов;

- использование способов обработки почвы, сохраняющих и улучшающих ее естественную структуру, плодородие и биоразнообразие;

- соблюдение севооборотов с бобовыми, сидеральными и промежуточными культурами;

- семена и органические удобрения животного происхождения должны быть получены в органическом производстве.

Таким образом, органическое земледелие, прежде всего, основывается на принципе сохранения плодородия почвы посредством применения поверхностной обработки почвы, мульчирования ее поверхности пожнивными остатками, эффективного применения органических удобрений и микробиологических препаратов.

Многие из зерновых органических хозяйств взяли за технологическую основу систему, разработанную более 100 лет назад ученым-агрономом И.Е. Овсинским и изложенную в работе «Новая система земледелия». Суть ее состоит в минимизации обработки почвы и обеспечении более глубокого взаимодействия между почвой, растением и внешней средой.

В таблице представлена технологическая схема производства органической яровой пшеницы, основанная на опыте работы ООО «Агрофирма Острожка» (Пермский край) и усовершенствованная учеными ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ» [7, 8].

Таким образом, на полях ООО «Агрофирма Острожка» для дискования почвы на глубину 6-8 см используются тяжелая дисковая борона БДТ-7 и дискаторы БДМ разных модификаций (рис. 1). Культивацию проводят почвообрабатывающими агрегатами ПАУК-4,5, ПАУК-6 до 3 раз в зависимости от технической возможности и засоренности поля.

Для предпосевной обработки семян специалисты рекомендуют комплекс биопрепаратов Фитоспорин АС концентрат и Азофит Ж. Для этих целей могут использоваться и другие биологические средства. Союзом органического земледелия подготовлен перечень средств, рекомендуемых для применения в системе органического земледелия, который включает в себя широкий ассортимент биопрепаратов для борьбы с болезнями и вредителями растений, а также восстановления и поддержания плодородия почв, обеспечения питания растений [9].

Посев осуществляется сеялками АУП 18.07, особенностью которых является посев вразброс («метод дедовского лукошка») – рис. 2.

Уборка зерна начинается при наступлении фазы твердой его спелости, используется зерноуборочный комбайн «Вектор-410» (рис. 3).



Рис. 1. Поверхностная обработка почвы (МТЗ-1221+БДМ-3х4П)

Операционная схема технологии возделывания органической яровой пшеницы

Агроприем	Агрегат	Оптимальный агротехнический срок	Агротехнические требования
Дискование почвы после уборки предшественника	МТЗ-1221+БДМ-3х4П МТЗ-1523 +БДТ-7	Сразу после уборки предшественника	После многолетних трав в 1-2 следа, после стерневых предшественников в один след, глубина обработки 6-8 см
Повторная зяблевая обработка почвы	МТЗ-1523 +БДТ-7 МТЗ-1221+ПАУК-4,5 (6,0)	Через 10-15 дней после первой, по мере отрастания единичных сорняков	По многолетним травам – дискование, по стерновым предшественникам – культивация, глубина обработки 6-8 см
Первая весенняя обработка почвы	МТЗ-1221 + ПАУК-4,5 (6,0) МТЗ-1221+18БЗТС-1 МТЗ-80+БС-15	При наступлении физической спелости почвы в слое 5-6 см	Оперативно в течение 1-3 суток, на глубину 5-6 см
Вторая весенняя обработка почвы	МТЗ-1221+ ПАУК-4,5 (3,0)	Через 7-10 дней после первой обработки почвы, при появлении единичных сорняков	По диагонали к направлению первой обработки, на глубину 5-6 см
Третья (предпосевная) обработка почвы	МТЗ-1221+ПАУК-4,5 (3,0)	Через 7-10 дней после второй обработки почвы, при появлении единичных сорняков	Проводят при сильной засоренности поля (более 50 шт/м²) по диагонали к направлению предыдущей обработки почвы, на глубину 5-6 см
Предпосевная обработка семян комплексом биологических препаратов	ПС-10А	За 12 ч до посева	В растворе препаратов Фитоспорин АС концентрат – 100 мл/т + Азофит Ж – 1 л/т, полусухим способом (10 л/т воды)
Посев	МТЗ-1523+АУП-18.07	Через 7-10 дней после второй обработки или сразу после третьей обработки, но не позднее 20-30 мая	Поперек направления последней обработки почвы, на глубину 3-4 см, норма высева семян 5-5,5 млн/га
Боронование посева	МТЗ-80+БС-15	В течение 2 суток после посева	Поперек направления посева, на глубину до 3 см
Уборка	Зерноуборочный комбайн VECTOR-410	При наступлении фазы твердой спелости зерна, в течение не более 5 суток	Однофазно при влажности зерна не более 21%, частоте вращения барабана 1000-1200 мин⁻¹, высоте среза 10-15 см, потери до 3%, с измельчением соломы


Рис. 2. Сеялка АУП 18.07 на посеве пшеницы

Рис. 3. Уборка зерна комбайном Вектор-410

Информационный анализ показал, что перспективной органической зерновой культурой в настоящее время, особенно для экспорта в Европу, является гречиха. В 2021 г. Союзом органического земледелия на базе ООО «Путь жизни» (Орловская обл.) было организовано обучение производству органической гречихи (рис. 4).

В технологии возделывания органической гречихи подготовка почвы включает в себя следующие операции: лущение на глубину 6-7 см широкозахватной дисковой бороной производства ООО «Завод имени Медведева-Машиностроение»; после прорастания сорняков – культивация с применением универсального комбинированного почвообрабатывающего агрегата ПАУК-6,0 (производитель – ООО «Пензаггореммаш»). В результате проведенных подготовительных операций почва обретает необходимые свойства: образуется рыхлый верхний слой толщиной до 7 см, богатый растительными, животными и прочими организмами; поля – чистые от сорняков; обеспечены условия для роста и развития биоты почвы, активного перегнивания растительных остатков, притока CO₂, свободного воздухообмена между почвой и атмосферой; сформирован твердый, пористый нижележащий слой с хорошей воздухопроводимостью.

Посев проводится на две-три недели позднее, чем рекомендовано по традиционной районированной технологии возделывания культуры, при физическом поспевании почвы, сеялками сплошного высева АУП 18.07 (производитель – ООО «Сельмаш») на глубину 6-7 см на ложе, по линии раздела между верхним рыхлым слоем и твердым нижним. После посева полевые работы не проводятся, за исключением боронования по всходам в случае образования почвенной корки.

Техника уборки традиционная: прямое комбайнирование или раздельная уборка. Сразу по окончании уборки начинаются работы по дальнейшему формированию структуры почвы. Применяемый в хозяйстве



Рис. 4. Демонстрация поля с органической гречихой

севооборот – «трёхполье»: пары (чистые или сидеральные (горчица) – озимые – яровые. С целью получения высококачественных органических семян ООО «Путь жизни» сотрудничает с ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур Орловской области» [10].

Таким образом, основной проблемой производителей органического зерна на сегодняшний день является отсутствие отечественных зарегистрированных органических семян, в связи с чем они вынуждены самостоятельно производить органический посевной материал. Для повышения эффективности такой работы необходима государственная поддержка. Некоторые из регионов (Томская, Воронежская и Новосибирская области, Республика Мордовия и др.) приняли уже на себя ряд обязательств (субсидирование процедуры получения сертификата; субсидии на биологические препараты; погектарная поддержка; поддержка экспорта органической продукции; информационная и консультационная поддержка и др.). В рамках Стратегии развития органического производства необходимо расширение такой поддержки на государственном уровне.

Выводы

1. Производство органических зерновых культур является основным видом деятельности около трети сертифицированных производителей органической продукции в России. Основными возделываемыми культурами являются пшеница, овес,

ячмень, рожь, кукуруза, гречиха. Пока единственный в России органический сертифицированный рис выращивается в Краснодарском крае (ИП Березовская Светлана Михайловна).

2. Технологические особенности возделывания органических зерновых культур: использование поверхностной обработки почвы; наличие севооборота с чистым паром и сидератами для повышения плодородия почвы; защита растений только биологическими и агротехническими методами; внесение в качестве удобрений пожнивных остатков; использование органических удобрений животного происхождения, полученных только в органическом производстве; использование наиболее устойчивых к вредителям, болезням и климатическим аномалиям культур и сортов зерновых культур.

3. Для успешного развития органического зернопроизводства необходимо расширение государственной поддержки, в частности, поддержка отечественного семеноводства органических зерновых культур.

Список

использованных источников

1. Коршунов С.А., Любеведская А.А., Асатурова А.М., Исмаилов В.Я., Коноваленко Л.Ю. Органическое сельское хозяйство: инновационные технологии, опыт, перспективы. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 92 с.
2. Мишуров Н.П., Коноваленко Л.Ю., Неменуцкая Л.А., Коршунов С.А., Любеведская А.А. Передовые практики производства органических зерновых

культур: аналит. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. 80 с.

3. Утверждена стратегия развития производства органической продукции до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: <https://soz.bio/utverzhdena-strategiya-razvitiya-proiz/> (дата обращения: 22.07.2023).

4. Коршунов С. Новые контексты органического сельского хозяйства // Аграрная наука. 2019. № 3. С. 10-11.

5. Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 03.08.2018 № 280-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304017/ (дата обращения: 20.06.2023).

6. Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации. ГОСТ 33980-2016 [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200141713> (дата обращения: 17.05.2023).

7. Таскаев Н.С. Переход сельхозпредприятия на органическое земледелие на примере ООО «Агрофирма Острожка»: методические рекомендации [Электронный ресурс]. URL: <https://soz.bio/perekhod-selkhozpredpriyatiya-na-organ/> (дата обращения: 17.05.2023).

8. Елисеев С.Л., Мурыгин В.П., Калябина Т.С. Совершенствование технологии возделывания зерновых культур в условиях органической системы земледелия ООО «Агрофирма «Острожка» Оханского района Пермского края: рекомендации. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2020. 50 с.

9. Перечень средств производства для применения в системе органического и биологизированного земледелия на основе ГОСТ 33080-2016 и международных стандартов органического сельского хозяйства [Электронный ресурс]. URL: <https://soz.bio/perechen-biopreparatov-i-bioudobren-2/> (дата обращения: 17.05.2023).

10. Ковакин В.М. Методические рекомендации по выращиванию органической гречихи на примере ООО «Путь жизни», Орловская область [Электронный ре-

сурс]. URL: <https://soz.bio/metodicheskie-rekomendaciipovyrashhi-2/> (дата обращения: 20.06.2023).

Technical and Technological Support for the Cultivation of Grain Crops According to the Principles of Organic Farming

N.P. Mishurov, L.Yu. Konovalenko, L.A. Nemenushchaya

(FGBNU "Rosinformagrotech")

A.A. Lyubovedskaya

(Union of Organic Farming)

Summary: The development of organic farming in Russia is considered. The basic requirements for the production of grain crops in organic farming conditions have been identified. The experience of cultivating organic spring wheat in Agrofirma Ostrozhka LLC, and buckwheat in Path of Life LLC is shown. The technologies and technical means used, the main problems of organic grain production and the necessary areas of government support for this area in Russia are presented.

Key words: organic farming, grain crops, technology, equipment, government support.



В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ-ВЫСТАВКА ПЛОДЫ И ОВОЩИ РОССИИ 2023

26-27 ОКТЯБРЯ 2023 г. / СОЧИ



ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:

- Новые направления в отрасли садоводства и виноградарства
- Перспективы отрасли плодородства и виноградарства
- Технологии хранения и предпродажной подготовки фруктов и ягод
- Инфраструктура сбыта плодов и ягод. Как реализовать?
- Переговоры с сетями
- Государственная поддержка развития плодово-ягодной отрасли

АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Предприятия фруктового садоводства, виноградарства и ягодоводства; Компании, производящие удобрения; Предприятия по переработке и хранению плодовоовощной продукции; Крестьянские фермерские хозяйства, выращивающие плодово-ягодные культуры открытого грунта; Крупнейшие агропарки и оптово-распределительные центры; Представители крупнейших торговых сетей; Госорганы; Представители профильных ассоциаций и союзов.

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

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

e-mail: events@agbz.ru
Регистрация на сайте: fruitforum.ru



12+
Регистрация ИП Колежанин В.В.

ЗОЛОТАЯ | 20 ОСЕНЬ | 23



Министерство
сельского хозяйства
Российской Федерации

XXV РОССИЙСКАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА

4–7 октября

РГАУ–МСХА
им. К. А. Тимирязева

КОНТАКТЫ:

Адрес выставки:
РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева,
127434, город Москва, улица
Тимирязевская, 49

Тел.: +7 (495) 240–92–26

www.russianagroweek.ru
E-mail: info@russianagroweek.ru

Электронные системы Ростсельмаш: все, что нужно зерносеющему хозяйству



По данным аналитиков, уровень проникновения IT-технологий в растениеводство и животноводство в 2021 г. составлял порядка 24 и 21 % соответственно. Долю хозяйств, их использующих, исследователи ВШЭ в 2021 г. оценивали в 10 %, в текущем периоде с такой оценкой согласны и специалисты аудиторской компании PricewaterhouseCoopers.

Дальнейшее промедление с внедрением цифровых решений, по мнению специалистов, грозит хозяйствам утратой конкурентоспособности. Сейчас именно в растениеводстве они обходятся относительно дешево, а отечественные производители поставляют все необходимые для сельхозпредприятия инструменты.

Один из безусловных лидеров в сфере умных цифровых решений в секторе растениеводства – компания Ростсельмаш. В текущем году производитель увеличил объем выпуска электронных систем втрое, что само по себе служит доказательством их востребованности.

PCM Агротроник как ядро экосистемы электронных систем

PCM Агротроник – платформа агроменеджмента, на которой предприятие может выстроить систему под собственные нужды. Но и в качестве самостоятельного инструмента эта база представляет собой многофункциональный инструмент:

- телеметрия и диспетчеризация агромашин;
- учет рабочего времени, обработанных площадей;
- планирование работ, логистики;
- аналитика.

Бортовой модуль PCM Агротроник устанавливается на большинство

самоходных машин производителя в базовой комплектации. Собранные данные хранятся на российском сервере, а доступ к ним предоставляется всем владельцам бесплатно. Создавать собственную конфигурацию сельхозпредприятие может в комфортном режиме.

Автовождение и автоуправление

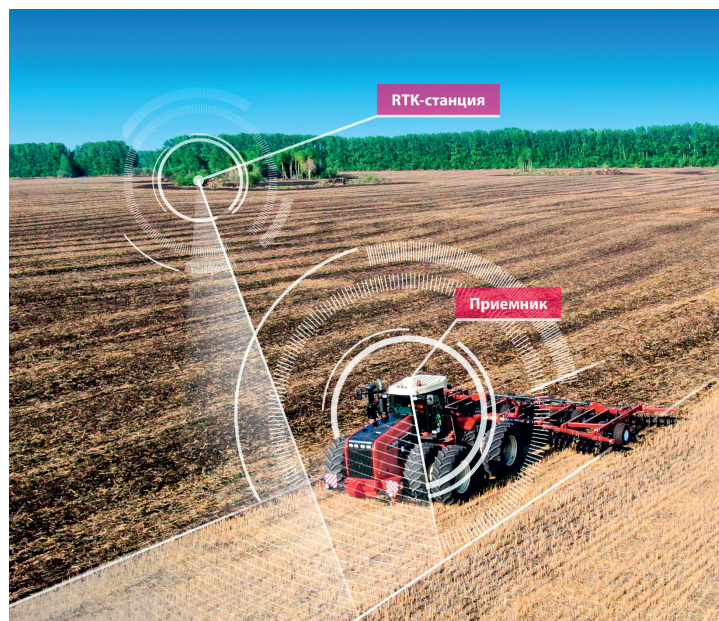
Как правило, в первую очередь хозяйства стремятся повысить качество полевых работ за счет оснащения самоходных машин системами автовождения и автоуправления. Ростсельмаш предлагает несколько таких инструментов:

➤ РСМ Агротроник Пилот 1.0 Электроруль – самый доступный вариант как по стоимости, так и по возможности внедрения. Подходит для агромашин всех моделей, поскольку не требует вмешательства в их гидравлические системы.

➤ РСМ Агротроник Пилот 1.0 – система с гидравлическим приводом. Соответственно, может устанавливаться на подготовленные к подобному вмешательству машины и на все модели агромашин Ростсельмаш.

➤ РСМ Агротроник Пилот 2.0 – система автоуправления на основе гибридной технологии (машинное зрение, ГНСС и РТК). Способна работать в зонах отсутствия сотовой связи – по кромке и по валку, а также останавливать машину в случае возникновения препятствия на траектории движения.

Все перечисленные системы позволяют свести величину перекрытий на почвообработке, посеве или уборке до 2,5 см. Они же полностью устраняют пропуски.

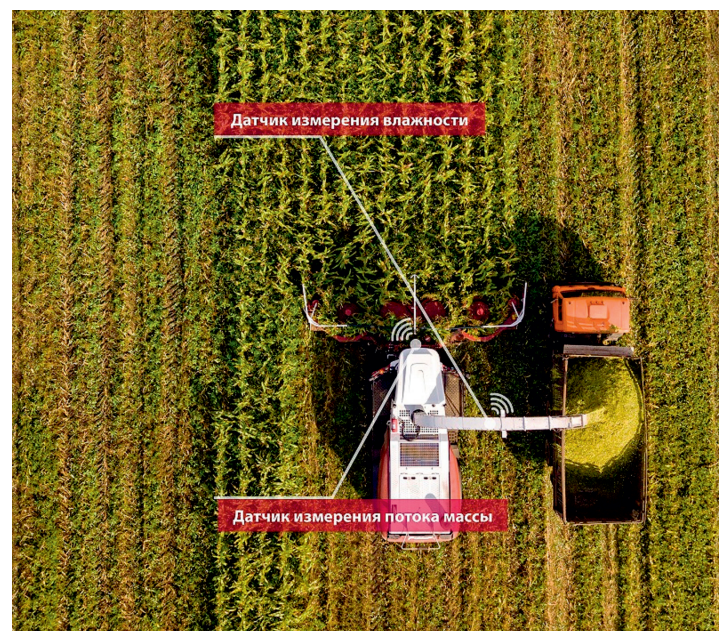


Повышение эффективности агромашин

Если системы автовождения позволяют улучшить качество проходов агромашин, то системы повышения эффективности призваны повысить эффективность использования самой техники. Вот несколько инструментов:

- системы РСМ круиз-контроль для тракторов, ЗУК и кормоуборочных комбайнов;
- системы повышения эффективности работы зерноуборочных комбайнов, в том числе РСМ Оценка возврата на домолот, РСМ 4Д Очистка;
- системы повышения эффективности работы кормоуборочных комбайнов РСМ Авторезка, РСМ Автозаточка, РСМ Умная дозировка, РСМ Контроль силосопровода, РСМ Автозаполнение кузова.

Каждый из этих инструментов приносит ощутимую выгоду. Это и экономия топлива, и улучшение качества итогового продукта, и снижение потерь.



Повышение качества управления сельхозпредприятием

Альфа и омега эффективного внедрения технологий точного земледелия – картирование полей. Система РСМ Карта урожайности, установленная на зерноуборочные и кормоуборочные машины, снабжает необходимыми данными, самостоятельно объединяя информацию, полученную от разных машин.

При дефиците кадров крайне привлекательно выглядит возможность упростить учет рабочего времени и амортизации оборудова-

ния, контроль соблюдения правил эксплуатации парка агромашин. Ростсельмаш предлагает эффективные инструменты для решения этой задачи:

- системы идентификации сотрудников (РСМ Фейс АйДи), оборудования (РСМ Умная метка), грузового транспорта (РСМ Транспорт АйДи);
- система мониторинга состояния механизатора (РСМ Ок АйДи);
- система контроля состояния агромашин (РСМ Уведомления).

Особые инструменты производитель предлагает для организации логистики при выполнении полевых работ. Это системы РСМ Роутер и РСМ Роутер Плюс, в которых реализована технология межмашинного взаимодействия.

И наконец, последнее. Электронные системы Ростсельмаш бесшовно интегрируются с решениями сторонних производителей.

УДК: 631.3.004.15:006.354

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-10-11

Особенности стандартизации методов экономической оценки машинных технологий растениеводства

С.А. Свиридова,

науч. сотр.,

S1161803@yandex.ru

Е.Е. Подольская,

науч. сотр.,

gost 304@yandex.ru

Ю.А. Юзенко,

науч. сотр.,

yulek.com@mail.ru

(Новокубанский филиал

ФГБНУ «Росинформагротех»

[КубНИИТиМ]);

О.Д. Павленко,

экономист,

madam.olgapavlenko@yandex.ru

(ФГБУ «Кубанская МИС»)

Аннотация. Приведены особенности стандартизации методов экономической оценки машинных технологий растениеводства в разработанном проекте межгосударственного стандарта.

Ключевые слова: межгосударственный стандарт, метод, экономическая оценка, технология, растениеводство.

Постановка проблемы

Эффективное развитие отрасли сельского хозяйства возможно только на основе внедрения современных прогрессивных технологий и высокопроизводительных систем машин [1-3].

Сельхозтоваропроизводители нашей страны находятся в различных производственных условиях, связанных с агроклиматической зоной расположения хозяйства, видом и качеством имеющихся почв, перечнем возделываемых сельскохозяйственных культур, составом и структурой машинно-тракторного парка, наличием трудовых, материальных и финансовых ресурсов и т.д. Актуальным вопросом для предприятий АПК является применение наиболее эффективных технологий с точки зрения конкретных условий хозяйствования [4].

В России испытания машинных технологий растениеводства проводит система МИС Минсельхоза России. При этом объективная оценка применения новой технологии по сравнению с базовой проводится на основе действующих нормативных документов – межгосударственных, национальных и межотраслевых стандартов.

В ранее опубликованных исследованиях авторов приведены данные об отсутствии в настоящее время в Российской Федерации и странах СНГ стандартов, регламентирующих методы экономической оценки технологий растениеводства [5].

В 2022-2023 гг. специалистами Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» в рамках выполнения бюджетной тематики государственного задания разработан проект межгосударственного стандарта на методы экономической оценки машинных технологий растениеводства при их испытании.

Цель исследований – актуализация основных положений проекта межгосударственного стандарта ГОСТ «Машинные технологии растениеводства. Методы экономической оценки».

Материалы и методы исследования

Исследования проведены на основе проекта межгосударственного стандарта «Машинные технологии растениеводства. Методы экономической оценки», разработанного в рамках бюджетной тематики в соответствии с тематическими планами на 2022 и 2023 г. НИОКТР, выполняемыми ФГБНУ «Росинформагротех» по государственному заданию Минсельхоза России.

Результаты исследований и обсуждение

В результате проведенных исследований разработан проект ново-

го межгосударственного стандарта «Машинные технологии растениеводства. Методы экономической оценки». В проекте стандарта описаны порядок и программа проведения испытаний машинных технологий, приведена номенклатура показателей с указанием нормативных документов на методы их определения, представлены методы экономической оценки технологий растениеводства.

Впервые в разработанном проекте стандарта приведены показатели экологической оценки испытываемых технологий. Сравнительный анализ экологических показателей позволит отдать предпочтение технологии, отвечающей требованиям допустимых уровней переуплотнения почвы, загрязнения окружающей среды (атмосферы – выбросами вредных веществ от работы двигателей энергосредств и самоходных машин, почвы – удобрениями и пестицидами), загрязнения растениеводческой продукции химическими веществами.

Оценку экономической эффективности испытываемых технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур в разработанном проекте стандарта предлагается проводить по экономическим показателям и показателям ресурсосбережения. В стандарте приведены формулы для определения всех оценочных показателей экономической эффективности.

В проекте стандарта из структуры себестоимости продукции исключены затраты на страхование и хранение техники, налог на землю, затраты на доработку на току, затраты на хранение продукции, а также общепроизводственные и общехозяйственные расходы.

В структуре себестоимости продукции предлагается учитывать только прямые производственные затраты по конкретной сельскохозяйственной культуре:

- совокупные затраты денежных средств;
- затраты на семена, удобрения, средства защиты растений;
- транспортные расходы;
- затраты на информационные услуги при испытании технологии координатного земледелия.

Впервые в разработанном проекте стандарта в состав совокупных затрат денежных средств по культуре и в структуру себестоимости продукции включены затраты на информационные услуги в технологии координатного земледелия [6].

Совокупные затраты денежных средств определяют в соответствии с действующим межгосударственным стандартом ГОСТ 34393-2018 на методы экономической оценки сельскохозяйственной техники по всему комплексу технологических операций возделывания и уборки сельскохозяйственной культуры.

При сравнении показателей экономической эффективности новой и базовой технологий должен соблюдаться принцип сопоставимости абсолютных и относительных показателей. Все расчеты по определению показателей должны проводиться на одинаковый объем работ (посевную площадь) по конкретной сельскохозяйственной культуре.

В разработанном стандарте приведена структура протокола испытаний с рекомендуемыми формами таблиц для заполнения при сравнительных испытаниях новых и базовых технологий:

- условия проведения испытаний (характеристики почвы и сельскохозяйственной культуры; агроклиматические условия);
- результаты испытаний технологии полного цикла с доведением до урожая (показатели продуктивности и качества продукции, экологические показатели);
- эксплуатационно-технологические показатели комплексов машин;
- показатели качества выполнения технологических операций;
- показатели экономической эффективности.

После проведения испытаний машинной технологии растениеводства и оформления протокола испытаний

полученные данные анализируются и делается вывод о целесообразности применения испытанной технологии в целом или отдельных ее составляющих либо о нецелесообразности использования испытанной технологии в конкретной агроклиматической зоне.

Первая редакция проекта разработанного межгосударственного стандарта и пояснительная записка к нему в 2022 г. были направлены на рассмотрение в МТК 284 «Тракторы и машины сельскохозяйственные» и АИС МГС.

На первую редакцию проекта межгосударственного стандарта в 2023 г. получены замечания и предложения от Поволжской МИС, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, республик Беларусь, Киргизия и Казахстан. Проводится работа по анализу полученных замечаний.

Выводы

1. Разработанный проект стандарта «Машинные технологии для растениеводства. Методы экономической оценки» позволит увеличить объективность и достоверность проводимой оценки эффективности современных машинных технологий производства сельскохозяйственной продукции на этапе государственных испытаний, что в конечном итоге будет способствовать повышению конкурентоспособности отечественного агропромышленного комплекса.

2. Впервые в разработанном проекте стандарта приведены показатели для экологической оценки испытываемых технологий. Сравнительный анализ экологических показателей позволит отдать предпочтение технологии, отвечающей требованиям допустимых уровней переуплотнения почвы, загрязнения окружающей среды, растениеводческой продукции химическими веществами.

3. Оценку экономической эффективности испытываемых технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур в разработанном проекте стандарта предлагается проводить по экономическим показателям и показателям ресурсосбережения. В стандарте приведены формулы для определения всех оценочных показателей экономической эффективности.

Список

использованных источников

1. Рынок сельскохозяйственной техники: проблемы и перспективы развития: аналит. обзор / В.Н. Кузьмин, П.И. Бурак, И.Л. Орси́к, Н.П. Мишу́ров, А.В. Горячева, В.Я. Голья́пин, А.П. Королькова, С.И. Сы́пок, Т.Е. Маринченко, С.А. Давы́дова, В.Т. Водя́нников, Ю.В. Чутчева, Ю.А. Конкин, А.К. Субаева, И.С. Санду, Д.А. Чепик. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 200 с.
2. Свиридова С.А., Подольская Е.Е., Тарки́вский В.Е. К вопросу стандартизации методов экономической оценки машинных технологий для растениеводства // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. XIV Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. «Информ-Агро-2022». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. С. 672-677.
3. Жичкин К.А., Жичкина Л.Н. Особенности оценки эффективности применения современных технологий в сельском хозяйстве // Аграрный вестник Верхневолжья. 2016. № 1. С. 80-86.
4. Технологии и средства механизации сельскохозяйственного производства: учеб. пособ. / А.Ю. Несмиян, Ю.М. Черемисин. Волгоград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2017. 185 с.
5. Свиридова С.А., Подольская Е.Е., Тарки́вский В.Е. Новое в методах экономической оценки технологий растениеводства // Техника и оборудование для села. 2022. № 6 (300). С. 46-48.
6. Свиридова С.А., Петухов Д.А., Подольская Е.Е., Тарки́вский В.Е. Методологические аспекты экономической оценки технологий растениеводства // Техника и оборудование для села. 2022. № 10 (304). С. 45-48.

Features of Standardization of Methods for Economic Evaluation of Machine Technologies for Crop Production

S.A. Sviridova, E.E. Podolskaya, Yu.A. Yuzenko

(Novokuban branch
FGBNU "Rosinformagrotech"
[KubNIITiM])

O.D. Pavlenko
(FGBU "Kuban MIS")

Summary: The features of standardization of methods of economic assessment of machine technologies of plant growing in the developed draft of the interstate standard are given.

Key words: interstate standard, method, economic evaluation, technology, crop production.

УДК 631. 358

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-12-15

Почвообрабатывающий агрегат с устройством автоматизированного регулирования ширины захвата

Б.Х. Ахалая,
канд. техн. наук,
вед. науч. сотр.,
badri53@yandex.ru

Ю.С. Ценч,
д-р техн. наук,
гл. науч. сотр.,
vimaspr@mail.ru

А.В. Миронова,
науч. сотр.
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Представлен почвообрабатывающий агрегат с инновационным устройством автоматизированного регулирования ширины захвата для обеспечения высокоэффективного почво-влагосберегающего способа обработки почвы при возделывании яровых зерновых культур. Использование разработанного устройства позволит уменьшить тяговое сопротивление, повысить устойчивость хода культиватора, качество обработки почвы в различных условиях, экономическую эффективность возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивая при этом снижение эксплуатационных затрат.

Ключевые слова: почва, комбинированный агрегат, устройство, стойка, держатель, сегменты.

Постановка проблемы

В мировом земледелии широкое распространение получают агротехнологии, основанные на минимизации обработки почвы. Потребность в такой обработке вызвана необходимостью сохранения плодородия почв и снижения материальных и трудовых затрат на производство сельскохозяйственной продукции. Термин «минимальная обработка» почвы предполагает более широкое понимание снижения процессов механического воздействия на почву – не только приемы обработки, такие как рыхление,

но и другие виды разрушения почвенного пласта [1].

Среди многих агроприемов в земледелии обработка почвы играет важную роль при возделывании сельскохозяйственных культур, так как является универсальным средством эффективного повышения ее плодородия, уничтожения сорной растительности, подавления вредителей и болезней растений, предотвращения эрозийных процессов [2, 3]. Однако с повышением культуры земледелия, распространением высокоэффективных нетоксичных химических средств, биологических методов борьбы с сорняками, вредителями и болезнями некоторые, особенно энергоемкие, способы обработки почвы утрачивают свою агротехническую значимость и могут быть заменены менее интенсивными.

Цель исследований – разработать почвообрабатывающее устройство с автоматизированным регулированием ширины захвата, повышающее качество обработки почвы и экономическую эффективность возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивая снижение эксплуатационных затрат.

Материалы и методы исследования

Минимизация процесса обработки почвы может осуществляться путем уменьшения глубины рыхления почвенного пласта, снижения интенсивности рыхления почвы рабочими органами машин, уменьшения площади обрабатываемой поверхности поля, совмещения почвообрабатывающих операций и сокращения числа проходов агрегата.

Минимальная возможная глубина культивации и предпосевной обработки почвы определяется оптималь-

ной глубиной заделки семян возделываемых культур. В зависимости от типа и состояния почвы для зерновых культур она находится в пределах 5-8 см, для пропашных крупнотельных – 6-10 см.

Изучение вопроса показало, что агротехническим требованиям к поверхностной обработке почвы на почвозащитных агрофонах в наибольшей степени отвечают культиваторы с плоскорезными рабочими органами в виде узкозахватных стрельчатых лап. Однако чрезмерное уменьшение ширины захвата лап может вызвать нагребание пожнивных остатков и значительную их заделку в почву из-за частого размещения стоек рабочих органов. Для устранения этого явления приходится увеличивать расстояние по ходу между смежными лапами, а также между лапами в ряду, что вызывает увеличение числа рабочих органов и размеров устройства [4, 5].

Учитывая, что новое орудие должно быть комбинированным с плоскорезными рабочими органами и размещенными за ними ротационными катками, при выборе технологической схемы необходимо также обеспечить наименьшую длину устройства, которая может быть достигнута при двухрядном размещении рабочих органов. При этом желательно принять и минимально допустимое расстояние между рядами, которое определяется из условия устранения «нахлестывания» зон деформации почвы от смежных рабочих органов [6, 7].

В ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разрабатываются новые высокопроизводительные машины, применение которых позволит значительно сократить число почвообрабатывающих операций, уменьшить количество используемых машинно-тракторных агрегатов,

повысить качество полевых работ, снизить материальные и трудовые затраты при возделывании яровых зерновых культур [8, 9].

Известно множество комбинированных агрегатов в различной комплектации, как в нашей стране, так и за рубежом, однако недостатком известных конструкций является то, что для них невозможно автоматизированно, дистанционно из кабины трактора менять ширину захвата почвообрабатывающего устройства, сокращая количество культиваторных лап с различной шириной захвата для увеличения экономической эффективности устройства.

Результаты исследований и обсуждение

В лаборатории почвообрабатывающих и мелиоративных машин ведутся разработки по созданию поч-

вообрабатывающих рабочих органов новых образцов [10-12], одним из которых является почвообрабатывающий агрегат с автоматизированным устройством регулирования ширины захвата (рис. 1) [11]. Он состоит из сниги 1, талрепа 2, шарнирно соединенного с несущей рамой 3, звеньев 4 параллелограммного механизма 5 с передней 6 и задней 7 балками, установленными на них стойками 8, держателя 9 с сегментами 10.

Несущая рама содержит продольные 11, переставные 12 по ширине и поперечную 13 балки. На балке 13 установлен присоединенный к раме гидроцилиндр 14 с гидрозамком 15, соединенный с кареткой 16, на которой установлены опорно-транспортные колеса 17.

На задней балке 18 рамы закреплены стойки 19, к которым шарнирно присоединены дышло 20 и рычаг

21 с болтом 22, предназначенным для регулировки высоты установки катков. Рычаг шарнирно соединен с тягой 23, на которой установлены пружина 24 и гайка для регулировки ее сжатия. Дышло шарнирно соединено с кронштейнами рамки 25 секции катков. Изменением длины участка тяги 26 между отверстиями для ее крепления регулируется наклон рамки и положение по высоте катков 27 одного относительно второго.

На рамке 25 установлены катки 28 с планчато-зубчатым и трубчатым барабанами (на рисунке не показаны). Дышло и рамка 25 катков соединены сверху посредством тяги 29, содержащей ряд отверстий, расположенных по ее длине. Указанная регулировка необходима при изменении общей глубины обработки и наклона дышла посредством болта. На дышле закреплена регулируемая по высоте установки рамка 30 с боронкой 31 с пружинными зубьями и регулировочной рейкой 32, содержащей ряд отверстий, позволяющих изменять длину ее участка между пальцами для ее крепления на рамке 25.

Почвообрабатывающее устройство (рис. 2) выполнено в виде двух дугообразных сегментов 10 с заостренной внешней кромкой и углом заточки 4-6°, насаженных друг на друга через отверстия 35 (рис. 3). Передние части сегментов изготовлены с возможностью смещения вокруг общей неподвижной оси 33, жестко закрепленной в плоском держателе шплинтом 36. Держатель установлен на стойке рамы агрегата под острым углом к горизонтальной плоскости. Почвообрабатывающее устройство снабжено мини-гидроцилиндром 34 (см. рис. 2), дистанционно связанным беспроводным исполнительным механизмом с гидросистемой агрегата (на рисунке не показан). Мини-гидроцилиндры установлены между задними частями сегментов с возможностью изменения ширины их захвата от 10 до 30 см. Длина сегментов составляет 20 см, ширина – 5-6 см, а само устройство установлено с углом наклона 5-7° относительно горизонтальной плоскости.

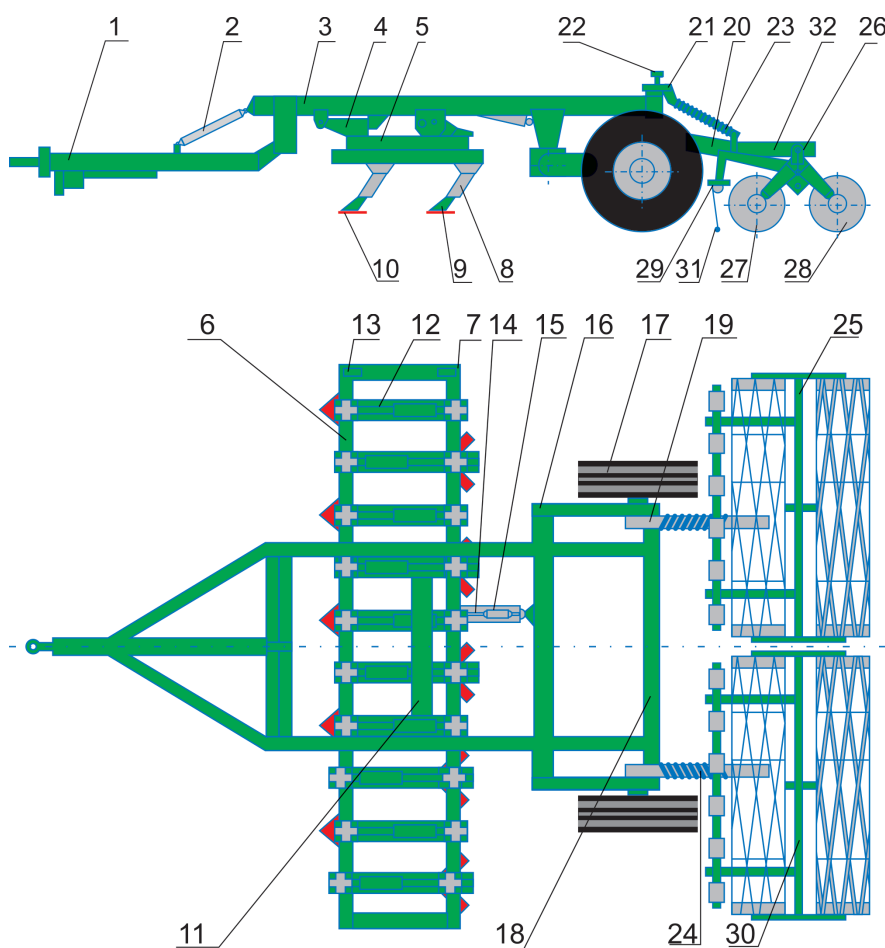


Рис. 1. Почвообрабатывающий агрегат с инновационным устройством автоматизированного регулирования ширины захвата (в двух проекциях)

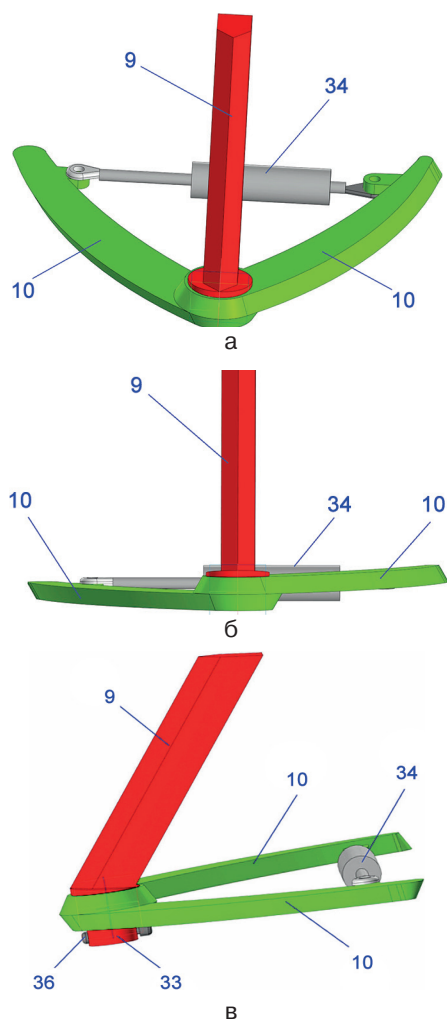


Рис. 2. Общий вид автоматизированного почвообрабатывающего устройства в 3D-исполнении в трех проекциях (а, б и в)

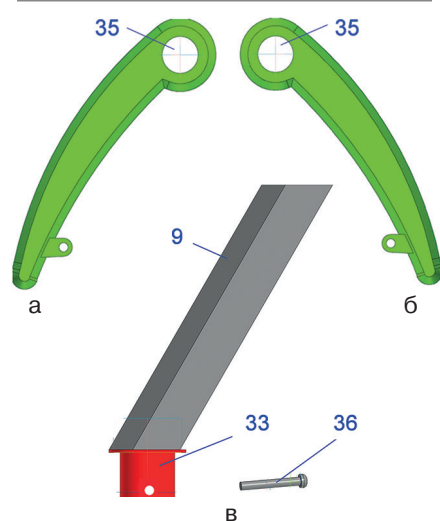


Рис. 3. Левый (а) и правый (б) сегменты, держатель (в) с неподвижной осью и шплинтом

Параметры сегментов подобраны по следующим соображениям:

- если культивацию проводят под пропашные и кормовые культуры, то ширина захвата для кормовых соответствует 15-20 см, для пропашных – 25-30 см;

- сегменты выполнены с возможностью изменения ширины захвата для каждой культуры и способны обеспечить требуемую ширину. Раздвигая их на неподвижной оси в разные стороны, можно изменять ширину захвата от 10 до 30 см;

- установка устройства под углом 5-7° относительно горизонтальной плоскости позволяет подрезать почву с отрывом пласта;

- мини-гидроцилиндры, закрепленные изнутри задних частей сегментов, находятся в защищенной от прямого воздействия почвы зоне, этому способствует и расположение устройства под острым углом (5-7°) к горизонтальной плоскости (рис. 3);

- выполнение держателя почвообрабатывающего устройства со значительно меньшей фронтальной площадью (толщина 20 мм) по сравнению с серийными держателями культиваторных лап, заточкой и его расположение позволяют не только рыхлить почву, но и существенно уменьшить тяговое сопротивление агрегата.

Комбинированный агрегат с универсальным почвообрабатывающим устройством работает следующим образом. Перед началом работы на жестко закрепленную ось к держателю снизу насаживают два сегмента друг на друга через отверстия в их передних частях и фиксируют шплинтом. Мини-гидроцилиндр, связанный с гидросистемой агрегата, дистанционно устанавливает заданную ширину захвата (10-30 см).

При движении устройство с помощью двух дугообразных сегментов с заточенной кромкой и наклоном 5-7° относительно горизонтальной плоскости подрезает слой почвы на установочную глубину обработки и одновременно уничтожает сорняки, а держатель рыхлит почву над сегментами. При необходимости оператор дистанционно беспроводным испол-

нительным механизмом из кабины трактора производит перенастройку сегментов на требуемую ширину.

Выполнение держателя почвообрабатывающего устройства толщиной 20 мм, что значительно меньше фронтальной площади серийных держателей культиваторных лап (ширина 50-60 мм), и его расположение позволяют не только выполнить агротехнические требования, предъявляемые к нему, но и существенно снизить тяговое сопротивление агрегата, а также увеличить устойчивость его движения за счет углубления в почву держателя. При этом ширина последнего (50-60 мм) препятствует смещению почвообрабатывающего устройства в сторону.

Закрепленные на рамках катки с планчато-зубчатым и трубчатым барабанами (позади почвообрабатывающего устройства в виде культиваторных лап необычной формы) осуществляют финишную обработку и уплотнение почвы. За один проход агрегата выполняются несколько операций: рыхление почвы с уничтожением сорной растительности, финишная обработка и уплотнение почвы.

Выводы

1. Установка устройства с углом наклона 5-7° по отношению к горизонтальной поверхности по направлению движения агрегата позволяет не только подрезать почву в горизонтальной плоскости, но и сдвигать ее с отрывом, при этом держатель выполняет функцию рыхлителя.

2. Новизна разработки заключается в создании высокоэффективного почвовлагодережающего способа обработки почвы для возделывания яровых зерновых культур и высокопроизводительных малоэнергоемких машин для его выполнения, обеспечивающих снижение ресурсных затрат и экономию топлива в 1,3-1,5 раза.

3. Использование разработанного почвообрабатывающего устройства позволит повысить качество обработки почвы, обеспечить устойчивость хода культиватора, соблюдение агротехнических требований и уменьшить

тяговое сопротивление, способствуя повышению эффективности и снижению затрат.

Список

использованных источников

1. Ахалая Б.Х., Старовойтов С.И., Ценч Ю.С., Золотарев А.С., Лонин С.Э. Устройство для минимальной обработки почвы // Сельский механизатор. 2021. № 12. С. 6-7.
2. Миронова А.В., Лискин И.В., Панов А.И. Технология восстановления целинных и залежных земель // Технический сервис машин. 2020. № 2 (139). С. 111-121.
3. Ценч Ю.С., Ахалая Б.Х., Миронова А.В. Почвообрабатывающе-посевной агрегат для восстановления эрозионно-опасных земельных угодий // Техника и оборудование для села. 2022. № 12 (306). С. 16-20.
4. Сизов О.А., Беликова Р.Р., Мионов Д.А., Миронова А.В. Экспериментальное исследование сил, действующих на режущие элементы плоского ножа при резании // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства : сб. науч. докл. Междунар. науч.-техн. конф. М.: ВИМ, 2015. Ч.1. С. 194-198.
5. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Миронова А.В., Золотарев А.С. Много-

операционный почвообрабатывающий агрегат // Агроинженерия. 2022. Т. 24. № 4. С. 28-31.

6. Ахалая Б.Х., Старовойтов С.И., Ценч Ю.С., Шогенов Ю.Х. Комбинированный агрегат с универсальным рабочим органом для поверхностной обработки почвы // Техника и оборудование для села. 2020. № 8 (278). С. 8-11.

7. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Мазитов Н.К. Почвообрабатывающая техника: пути импортозамещения // С.-х. машины и технологии. 2017. № 2. С. 37-42.

8. Ахалая Б.Х., Шогенов Ю.Х., Старовойтов С.И., Ценч Ю.С., Шогенов А.Х. Трехсекционный почвообрабатывающий агрегат с универсальными сменными рабочими органами // Вестник Казанского ГАУ. 2019. № 3(54). С. 92-95.

9. Старовойтов С.И., Ахалая Б.Х., Миронова А.В. Конструктивные особенности рабочих органов для уплотнения и выравнивания поверхности почвы // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2019. № 4 (37). С. 51-56.

10. Патент № 2767523 Российская Федерация МПК А01В 49/02. Комбинированный агрегат с универсальным почвообрабатывающим устройством : № 2021120457 : заявл. 12.07.2021 : опубл. 17.03.2022 / Лобачевский Я.П., Ахалая Б.Х., Старовойтов С.И., Ценч Ю.С.; заявитель ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. 11 с.

11. Патент № 2600687 Российская Федерация МПК А01В 49/02. Универсальное почвообрабатывающее устройство : 2015139878/13 : заявл. 21.09.2015 : опубл. 27.10.2016 / Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Ахалая Б.Х., Сизов О.А.; заявитель ФГБНУ ВИМ. 5 с.

12. Лискин И.В., Миронова А.В. Обоснование искусственной почвенной среды для лабораторных исследований износа и тяговых характеристик почворежущих рабочих органов // С.-х. машины и технологии. 2020. Т. 14. № 3. С. 53-58.

Soil-cultivating Unit With a Device for Automated Control of the Working Width

B.H. Akhalaya, Yu.S. Tsench, A.V. Mironova
(FGBNU FNATS VIM)

Summary: A soil-cultivating unit with an innovative device for automated width adjustment is presented to provide a highly efficient soil-moisture-saving method of tillage when cultivating spring crops. The use of the developed device will improve the quality of soil cultivation in various conditions, the stability of the cultivator, reduce traction resistance, and the economic efficiency of cultivating crops, while reducing operating costs.

Key words: soil, combined unit, device, rack, holder, segments.

Информация

Утверждена стратегия развития производства органической продукции до 2030 года



Стратегия нацелена на развитие внутреннего рынка органической сельхозпродукции, увеличение экспорта этого вида продовольствия, а также внедрение новых агротехнологий. Распоряжение о ее утверждении подписал премьер-министр Михаил Мишустин.

При производстве органической сельскохозяйственной продукции не применяются минеральные удобрения и химические вещества. Вместо них используются биопрепараты, органические удобрения, сидераты (зеленые удобрения) и микробиологические удобрения, что снижает негативное воздействие на окружающую среду. Однако доля органической продукции

отечественного агробизнеса на внутреннем рынке составляет менее половины от общего объема, при этом на сегодняшний день органическое продовольствие и сельскохозяйственное сырье выпускают в 47 регионах.

Определены пять целевых показателей отраслевого развития. Во-первых, объем производства конечной органической продукции для внутреннего рынка к 2030 г. должен вырасти до 114,5 млрд руб. (в 2021 г. этот показатель составлял 9,1 млрд руб.) Во-вторых, к 2030 г. ежегодный прирост производства должен составить 20,7% (в 2021 г. – 20,7%). В-третьих, объем потребления органической про-

дукции по сравнению с 2021 г. в 2030 г. должен вырасти более чем в 6 раз – до 149,8 млрд руб. Четвертый показатель отражает динамику экспорта органического продовольствия – в 2030 г. его объем должен составить 27,8 млрд руб. При этом аналогичные цифры в 2021 г. были на уровне 3,7 млрд руб. Пятый показатель – площадь земель, на которых применяется технология органического земледелия. К 2030 г. она должна составлять более 4,2 млн га, в 2021 г. этот показатель был на уровне 656 000 га.

Источник:
Союз органического земледелия.

УДК 631.81

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-16-20

Применение агрохимикатов с микроэлементами при возделывании сои в производственных условиях

О.Н. Негреба,

науч. сотр.,

olganegreba@yandex.ru

М.А. Белик,

науч. сотр.,

Mashabelik@yandex.ru

Т.А. Юрина,

науч. сотр.,

agrolaboratoriya@mail.ru

(Новокубанский филиал

ФГБНУ «Росинформагротех»

[КубНИИТИМ]);

А.А. Ермаков,

директор,

a.ermakov@bioeragroup.ru

(ООО «БиоЭраГрупп»)

Аннотация. Представлены результаты оценки агротехнической эффективности применения биологических препаратов с микроэлементами АгроВерм, разработанных ООО «БиоЭраГрупп» (г. Москва), в производственной технологии возделывания сои сорта «Веда» в условиях центральной зоны Краснодарского края. Установлены параметры внесения удобрений согласно рекомендациям разработчиков и представлены результаты фенологических наблюдений за развитием растений. Показано влияние биологических препаратов на морфометрические показатели растений и урожайность сои.

Ключевые слова: соя, биопрепарат, внекорневая подкормка, листовые обработки, мониторинг, урожайность.

Постановка проблемы

Растения как первое звено в пищевой цепочке служат источником белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных элементов и биологически активных веществ как для людей, так и для сельскохозяйственных животных. Полноценное питание растений – не только один из основных факторов получения высокого урожая

качественной продукции, но и полноценное питание, и здоровье людей. Неполноценное питание растений приводит к необходимости применения синтетических пищевых и кормовых добавок в рационе питания человека и животных.

Получение высокого урожая сои с отменным качеством семян можно обеспечить только при оптимальном питании растений в течение всей вегетации. Восполнять расходную часть баланса необходимых элементов питания из почвы следует с помощью удобрений. Потребность в них зависит от наличия питательных элементов в почве [1].

Соя как бобовая культура достаточно требовательна к условиям почвенного питания. Для формирования урожайности на уровне 20 ц/га требуется 140–150 кг азота, 30–40 кг фосфора, 30–40 кг калия. До фазы цветения растения потребляют 10–20% питательных веществ, а 60–80% – усваивают в период окончания цветения – налива бобов. Это предопределяет особенности системы удобрения культуры и других агротехнических приемов [2].

Биологизация сельского хозяйства в последние годы является одним из важных условий увеличения урожайности многих сельскохозяйственных культур, в том числе сои. Препараты биологического происхождения с разными дозами микроэлементов и различными способами их применения под сою, возделываемую по интенсивным технологиям, широко применяются в сельском хозяйстве. Их воздействие на жизнедеятельность растений очень многообразно, они позволяют поддерживать на высоком уровне потенциал урожайности и качества продукции [3].

Развитие биотехнологии дает надежду на разумное сочетание применения химических пестицидов и биологических средств защиты растений, что способствует восстановлению нарушенного баланса между естественным плодородием почв и здоровьем экосистем. В связи с этим в комплексе мероприятий, нацеленных на интенсификацию производства продукции растениеводства, предусматривающих обеспечение ускорения прорастания семян, увеличение темпов роста растений и значительное увеличение урожайности при минимальных затратах труда и средств, главной целью является применение экологически чистых растактивных веществ с высокой чувствительностью и широким спектром действия.

Одним из приемов, способных повысить урожайность сои, является применение листовых (внекорневых) подкормок. Внесение микроэлементов при внекорневых подкормках позволяет соблюдать сбалансированное питание растений, способствует их полноценному развитию и более быстрому созреванию зерна. Их использование позволяет повысить устойчивость растений к неблагоприятным погодным-климатическим условиям, улучшить синтез хлорофилла и стимулировать процесс фотосинтеза [4–5].

Несмотря на большое количество отечественных разработок в области ведения экологически ориентированного сельского хозяйства, вопрос выбора товаропроизводителями удобрений с тем или иным комплексом микроэлементов является открытым и актуальным.

Цель исследований – оценка влияния биологических препаратов на морфометрические показатели растений и урожайность сои.

Материалы и методы исследования

Исследования экспериментальных схем внесения биологических препаратов проводились в хозяйственных условиях центральной зоны Краснодарского края на базе валидационного полигона КубНИИТиМ в 2022 г. и предусматривали проведение полевого опыта в производственной технологии возделывания сои с последующим проведением фенологических наблюдений по основным этапам роста и развития растений и оценкой урожайности.

Климат валидационного полигона умеренно-континентальный с неустойчивым увлажнением. Почва опытного участка относится к типичным, среднегумусным, тяжелосуглинистым черноземам.

Технология возделывания сои предусматривала выполнение следующих работ: двукратное дискование стерни тяжелой дисковой бороной Challenger 1435 на глубину 12 см, глубокую обработку почвы (до 27 см) отвальным плугом ПС-6/60, ранневесеннюю и сплошную предпосевную культивации почвы культиватором Корунд 900L на глубину до 5 см, широкорядный посев сои на глубину 4,8 см пропашной сеялкой Gaspardo SP / 540 (рис. 1).

Для исследований был взят раннеспелый, высокопродуктивный, с масличным направлением сорт сои «Веда». Оригинатор – ООО «Компания «Соевый комплекс» (г. Краснодар). Вегетационный период – 106-111 дней, потенциальная урожайность



Рис. 1. Посев сои агрегатом МТЗ-80 + Gaspardo SP / 540

семян в регионе – до 4,4 т/га, содержание белка в семенах – от 39 до 41%, жира – от 22 до 23%. Сорт обладает средней устойчивостью к полеганию и высокой засухоустойчивостью. Высокоустойчив к растрескиванию бобов при перестое, фузариозу, пепельной гнили, пероноспорозу [6].

Посев культуры проводился с междурядьем 45 см. Схема посева – однострочная. Норма высева семян – 120 кг/га. Предпосевную обработку семян сои провели в день посева протравлителем ПС-10АМ. Опрыскивание растений сои и внекорневые подкормки осуществлялись опрыскивателем ОПГ-3000/24МК «Гварта 5».

Культивация посевов была проведена междурядным культиватором УСМК-5,4 на глубину до 7 см.

Производственный опыт включал в себя четыре варианта посева (табл. 1):

- вариант № 1 (контроль) с принятой в хозяйстве схемой обработки посевов;

- вариант № 2 – с обработкой посевов, включающей в себя одну листовую обработку препаратами компании «БиоЭраГрупп»;

- вариант № 3 – с обработкой посевов, включающей в себя две листовые обработки препаратами компании «БиоЭраГрупп»;

- вариант № 4 – с обработкой посевов, включающей в себя предпосевную обработку семян и три листовые обработки препаратами компании «БиоЭраГрупп».

В варианте № 1 (контроль) производственного опыта для листовой обработки использовали Экстра молибден/кобальт – препарат, произведенный ООО НПЦ «Питание растений» (г. Новокубанск, Краснодарский край) и представляющий собой жидкое специализированное

Таблица 1. Схемы применения химических и биологических обработок по вариантам опыта

Обработка	Дата	Фаза развития культуры	Вредный объект/область применения	Вариант			
				№ 1 (контроль)	№ 2	№ 3	№ 4
Предпосевная	16.05	Семена	Протравливание	-	-	-	АгроМаксимум 5
Первая	07.06	1-й тройчатый лист	Однолетние и многие многолетние двудольные и однолетние злаковые сорные растения	Глобал, ВР (1,0 л/га)			
Вторая	10.06	1-2 тройчатых листа	Улучшение минерального питания	Экстра молибден / кобальт (0,4 л/га)	АгроМаксимум Антистресс + Защита		
Третья	17.06	Ветвление		-	-	АгроДВ	
Четвертая	01.07	Фаза бутонизации		-	-	-	Агро ДВ

удобрение с реакцией среды 8-9, в котором содержится до 3% калия, 0,5 – магния, 0,5 – кобальта ЭДТА, 5% – молибдена водорастворимого. Препарат для внекорневых подкормок является стимулятором роста и развития корневой системы бобовых культур, корректором дефицита минерального питания, антистрессантом, активизатором симбиотической активности [7].

Схема применения биологических препаратов АгроВерм с микроэлементами компании ООО «БиоЭра-Групп» разработана исходя из опыта применения конкретных технологических схем возделывания сои в данной почвенно-климатической зоне неустойчивого увлажнения Краснодарского края.

Состав биопрепаратов АгроВерм, применяемых в заложенном опыте, и их дозировка приведены в табл. 2.

В вариантах опыта № 2-4 компанией ООО «БиоЭраГрупп» рекомендована технология с применением следующих препаратов собственного производства:

- АгроВерм РОСТ – препарат для обработки семян, изготовленный на основе вермикомпоста, содержит в составе низкомолекулярные гуминовые кислоты – 4%, Mg – 100 мкг/г, аминокислоты – 1,2%, а также наночастицы SiO₂, Fe, Mo. Обеспечивает быстрый рост и развитие растения на начальных этапах онтогенеза, снижает стресс от химических протравителей, повышает устойчивость к стрессам;

- АгроВерм Nitro – бактериальный препарат, содержащий в составе метаболиты и живые клетки бактерий *Azospirillum* и *Azotobacter 5 chroococcum* 1×10⁵ КОЕ. Азотфиксирующие бактерии используют содержащиеся в почве минеральные и органические соединения, переводя их в процессе нитрификации в доступные нитратные формы азота для быстрого усвоения растениями;

- АгроВерм Fos+ – бактериальный препарат, содержащий в составе метаболиты и живые клетки бактерий *Bacillus Megaterium* 5 1×10⁵ КОЕ. Споры бактерий преобразуют нерастворимые соединения фосфора

Таблица 2. Состав биологических препаратов

Наименование препарата	Состав	Доза применения, л/т, л/га
АгроМаксимум 5	Рост	0,25
	Nitro	0,25
	Fos +	0,25
	Экран	0,25
	StartUpBio	0,25
АгроМаксимум Антистресс + Защита	Мастер	1,0
	Экран	0,5
	Триходерма	0,5
Агро ДВ	Компонент А	0,04
	Компонент универсальный	0,12

и калия, находящиеся в почве, в водорастворимую доступную для растений форму;

- АгроВерм ЭКРАН – бактериальный препарат, содержащий в составе живые клетки, споры и комплекс метаболитов *Bacillus 5 Subtilis* 1×10⁵ КОЕ, которые действуют в течение всего периода вегетации растений, не вызывая резистентности, размножение патогенных грибов и бактерий продуктами своей жизнедеятельности. Повышает иммунитет ко многим болезням;

- АгроВерм StartUpBio – специально созданная белковоуглеводная элективная среда, в которой присутствуют факторы роста и создаются оптимальные условия для роста и размножения группы используемых микроорганизмов (*Azotobacter chroococcum*, *Bacillus Subtilis*, *Bacillus Megaterium*) и неблагоприятные для всех остальных. Применяется для накопления биомассы культур в период от обработки семенного материала до посева. Улучшается адгезия бактерий к поверхности семян и корней;

- АгроВерм МАСТЕР – препарат для листовой обработки, изготовленный на основе вермикомпоста, содержит в составе низкомолекулярные гуминовые вещества – 30 г/л, фульвовые кислоты – 4-6 г/л, аминокислоты – 1,8% от С_{общ.}, содержание общего С_{общ.} – 16%. Является антидепрессантом, повышает иммунитет, способствует росту урожайности до 35%;

- АгроВерм Триходерма – биологический препарат, состоящий из жи-

вых клеток, спор и комплекса метаболитов *Bacillus 5 Subtilis* 1×10⁵ КОЕ, угнетающий развитие фитопатогенов прямым паразитированием, конкуренцией за субстрат, выделением ферментов, антибиотиков и других биологически активных веществ, подавляющих развитие многих возбудителей и тормозящих их репродуктивную способность. Защищает растения от многих грибных болезней;

- АгроВерм Агро ДВ – L-аминокислоты растительного происхождения (чистота 99%). Комплекс аминокислот позволяет улучшить протекание внутренних обменных процессов и ускорить метаболизм, не затрачивая при этом внутренние ресурсы для обеспечения синтеза;

- компонент А содержит в составе аминокислоты: валин, аргинин, лизин, треонин, глицин, метионин, глутаминовую кислоту, пролин, триптофан, аланин, таурин, изолейцин. Повышает устойчивость растений в период засухи, улучшает азотный и гормональный обмен внутри растения, снимает пестицидный стресс, повышает фотосинтетическую активность;

- компонент С (универсальный) – комплекс аминокислот, содержащих в составе по 15% железа, марганца, бора, магния, меди, цинка и 10% серы. Устраняет дефицит микроэлементов, играющих важную роль в формировании здорового растения, в период здорового роста [8].

Результаты исследований и обсуждение

Мониторинг роста и развития сои проводился в течение всех фаз вегетации растений (рис. 2). Показатели развития растений сои приведены в табл. 3.

Из представленных в табл. 3 показателей следует, что во всех опытных вариантах с препаратами АгроВерм высота растений сои преобладает над показателями контрольного варианта.

Согласно методике сравнительной оценки вариантов опыта, перед уборкой сои было проведено предуборочное обследование посевов. Результаты оценки параметров растений представлены в табл. 4.

Из табл. 4 следует, что максимальная высота растений – 119,4 см получена в варианте № 2, а количество бобов на растениях самое высокое в варианте № 3 – 44,4 шт. Оценку урожайности опытных участков проводили в один день (20.09.2022), уборку выполняли самоходным комбайном «Десна Полесье GS 12» (рис. 3) при полном созревании сои [9].

Параметры растений сои по вариантам опыта на момент уборки приведены в табл. 5.

Более высокая урожайность сои – 34,3 ц/га была получена в варианте № 3, что по сравнению с контрольным вариантом выше на 4,13 ц/га, или на 13,7%. Также в данном варианте отмечена и большая масса 1000 зерен – 238 г, что на 27,8 г выше, чем в варианте № 1. Остальные сравниваемые варианты также имеют преимущество над контрольным вариантом, что доказывает эффективность применения препаратов.

Таблица 3. Показатели развития растений сои

Вариант опыта	Высота сои по периодам вегетации, см		
	1-2 тройчатых листа	бутионизация	формирование бобов
№ 1 (контроль)	13	42,7	83,1
№ 2	16,4	50,4	95,6
№ 3	16,3	49,8	97,1
№ 4	13,9	45,5	93,5

Таблица 4. Морфометрические показатели растений сои в период полной спелости зерна по вариантам опыта

Показатели	Вариант опыта			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Высота, см:				
растений	118,7	119,4	114,4	91,8
расположения нижнего боба	15,1	12,8	8,4	13,6
Количество:				
бобов на растении	39,9	39,2	44,4	35
растений на 1 м ²	40	40,1	41,1	43,3
Среднее число зерен в бобе	2	2,3	1,9	1,9

Таблица 5. Параметры растений сои по вариантам опыта

Показатели	Вариант опыта			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Урожайность, ц/га	30,17	31,88	34,30	33,88
Масса 1000 зерен, г	210,2	222,1	238	235,1
Влажность, %:				
зерна		11,4		
незерновой части		45,8		

Выводы

1. В процессе проведенных исследований установлено, что все схемы внесения биологических препаратов с микроэлементами «АгроВерм» при возделывании сои в хозяйственных условиях показали значительное преимущество над контрольным

вариантом. Эффективность их использования обоснована морфометрическими показателями растений сои и урожайностью культуры.

2. В варианте № 2 листовая обработка семян биопрепаратами способствовала повышению урожайности культуры по сравнению



Рис. 2. Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений сои



Рис. 3. Уборка опытных участков комбайном «Десна Полесье GS 12»

с контролем на 1,71 ц/га, или на 5,7%, увеличению числа зерен в бобе на одном растении на 15%, массы 1000 зерен – на 5,7%.

3. Две обработки растений сои биопрепаратами по листу в фазах 1-2 тройчатых листа и ветвление (вариант № 3) позволили получить более высокую урожайность (на 4,13 ц/га, или на 13,7%) по сравнению с контрольным вариантом, число бобов на растении (на 11,3) и массу 1000 зерен (на 13,2%).

4. Предпосевная обработка семенного материала биопрепаратами «АгроВерм» и трехкратное применение препаратов этой группы при листовых обработках (вариант № 4) способствовали увеличению урожайности культуры по сравнению с контролем на 3,71 ц/га, или на 12,3%, а массы 1000 зерен – на 11,8%.

Список

использованных источников

1. Скурту М.И. Соя – оптимальный режим питания // Сельское хозяйство Молдавии. 1983. № 7. С. 32-35.
2. Опыт возделывания сои по интенсивной технологии в Приамурье. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 176 с.

3. Белик М.А., Юрина Т.А., Негреба О.Н. Эффект микроэлементов // Агро-бизнес. 2021. № 2. С. 56-58.

4. Белик М.А., Юрина Т.А., Негреба О.Н., Чаплыгин М.Е. Эффективность листовой подкормки удобрениями с микроэлементами в технологии возделывания сои // Техника и оборудование для села. 2021. № 4 (286). С. 24-27.

5. Негреба О.Н., Белик М.А., Юрина Т.А. Эффективность применения биологических препаратов на листовых обработках сои // От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК : матер. Междунар. науч.-практ. конф. (24-25 марта 2022 г.). Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2022. С. 106-109.

6. Сорты сои (каталог) [Электронный ресурс]. URL: <https://Krasnodar.flagma.ru> (дата обращения: 24.09.2022).

7. ООО НТЦ «Питания растений» [Электронный ресурс]. URL: <https://rusprofile.ru> (дата обращения: 31.01.2023).

8. Биопрепараты Agro Verm (каталог 2020) [Электронный ресурс]. URL: <http://begagro.com> (дата обращения 31.01.2023).

9. ГОСТ 28301-2007 Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2010. 36 с.

The Use of Agrochemicals With Microelements in the Cultivation of Soybeans Under Production Conditions

O.N. Negreba, M.A. Belik, T.A. Yurina

(Novokuban branch FGBNU "Rosinformagrotech" [KubNIITiM])

A.A. Ermakov (BioEraGroup LLC)

Summary: The results of assessing the agrotechnical efficiency of the use of biological preparations with microelements AgroVerm, developed by BioEraGroup LLC (Moscow), in the production technology of growing soybeans of the Veda variety in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory, are presented. The parameters of fertilizer application were established according to the recommendations of the developers; the results of phenological observations of the development of plants were presented. The influence of biological preparations on the morphometric parameters of plants and soybean yield is given.

Key words: soybean, biological product, foliar feeding, foliar treatment, monitoring, yield.

Реферат

Цель исследований – оценка влияния биологических препаратов на морфометрические показатели растений и урожайность сои. Высокий урожай можно обеспечить только при оптимальном питании растений в течение всей вегетации. Соя достаточно требовательна к условиям почвенного питания. Для формирования урожайности на уровне 20 ц/га требуется 140-150 кг азота, 30-40 кг фосфора, 30-40 кг калия. До фазы цветения растения потребляют 10-20% питательных веществ, а 60-80% усваивают в период окончания цветения-налива бобов. Исследованиями установлено, что все схемы внесения биологических препаратов с микроэлементами АгроВерм при возделывании сои в хозяйственных условиях Краснодарского края показали значительное преимущество над контрольным вариантом. Эффективность использования обоснована морфометрическими показателями растений и урожайностью. Анализ полученных результатов по четырем вариантам опыта возделывания сои показал следующее. В варианте № 2 листовая обработка семян биопрепаратами способствовала повышению урожайности по сравнению с контролем на 1,71 ц/га, или на 5,7%, увеличению числа зерен в бобе на одном растении на 15%, массы 1000 зерен – на 5,7%. Две обработки растений сои биопрепаратами по листу в фазах 1-2 тройчатых листа и ветвление (вариант № 3) позволили получить урожайность выше на 4,13 ц/га, или на 13,7%, чем в контрольном варианте, число бобов на растении – на 11,3 и массу 1000 зерен – на 13,2%. Предпосевная обработка семенного материала биопрепаратами АгроВерм и трехкратные листовые обработки (вариант № 4) способствовали увеличению урожайности по сравнению с контролем на 3,71 ц/га, или на 12,3%, а массы 1000 зерен – на 11,8%.

Abstract

The purpose of the study is to assess the effect of biological preparations on the morphometric parameters of plants and soybean yield. A high yield can only be ensured with optimal plant nutrition throughout the growing season. Soy is quite demanding on the conditions of soil nutrition. To form a yield at the level of 20 c/ha, 140-150 kg of nitrogen, 30-40 kg of phosphorus, 30-40 kg of potassium are required. Before the flowering phase, plants consume 10-20% of nutrients, and 60-80% are absorbed during the end of flowering-bean filling. Studies have established that all schemes for the introduction of biological preparations with AgroVerm microelements in the cultivation of soybeans in the economic conditions of the Krasnodar Territory showed a significant advantage over the control variant. Efficiency of use is substantiated by morphometric indicators of plants and productivity. An analysis of the results obtained for four variants of soybean cultivation showed the following. In variant No. 2, foliar treatment of seeds with biological preparations contributed to an increase in yield compared to the control by 1.71 c/ha, or by 5.7%, an increase in the number of grains in a bean per plant by 15%, and a mass of 1000 grains - by 5.7%. Two treatments of soybean plants by leaf in phases of 1-2 trifoliate leaves and branching with biological preparations (option No. 3) made it possible to obtain a yield higher by 4.13 c/ha, or 13.7% beans per plant – by 11.3 and the weight of 1000 grains - by 13.2%. Pre-sowing treatment of seed material with AgroVerm bio-preparations and three-time foliar treatments (option No. 4) contributed to an increase in yield compared to the control by 3.71 c/ha, or by 12.3%, and the weight of 1000 grains - by 11.8%.

Agros 2024 expo

24-26 ЯНВАРЯ

МОСКВА, РОССИЯ / КРОКУС ЭКСПО

КЛЮЧЕВАЯ ВЫСТАВОЧНАЯ И ДЕЛОВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ АПК

**ВЕДУЩИЕ В МИРЕ И РОССИИ ПРОИЗВОДИТЕЛИ И ПОСТАВЩИКИ
РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЖИВОТНОВОДСТВА, ПТИЦЕВОДСТВА,
СВИНОВОДСТВА, КОМБИКОРМОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ:**

- **ГЕНЕТИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ** И КОРМЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ И ПТИЦЫ
- **КОРМА, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ, ВЕТЕРИНАРНЫЕ РЕШЕНИЯ**
- **ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ** КОРМОПРОИЗВОДСТВА И КОРМОЗАГОТОВКИ
- **ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОМБИКОРМОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ЗЕРНА**

**НАСЫЩЕННАЯ ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА – СВЫШЕ 370 ЛУЧШИХ
СПИКЕРОВ В СЕМИ КОНФЕРЕНЦ-ЗАЛАХ:**

- БОЛЕЕ 50 КОНФЕРЕНЦИЙ, СЕМИНАРОВ, КРУГЛЫХ СТОЛОВ
- ВСЕГДА АКТУАЛЬНЫЙ, ПОЛЕЗНЫЙ КОНТЕНТ БЕЗ РЕКЛАМЫ
- **ВСЕРОССИЙСКИЕ СЪЕЗДЫ И СОВЕЩАНИЯ**
- **ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ФОРУМ ФЕРМЕРОВ** – ЗИМНЯЯ ТОЧКА ПРИТЯЖЕНИЯ ФЕРМЕРСКОГО СООБЩЕСТВА
- ПАРТНЕРЫ: **ДЕПАРТАМЕНТЫ МИНСЕЛЬХОЗА РФ**, ОТРАСЛЕВЫЕ, НАУЧНЫЕ И АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ЛУЧШИЕ ЭКСПЕРТЫ-ПРАКТИКИ

СТАТИСТИКА АГРОС 2023

415 из **25** | **14016** из **84** | **57** и **376**
УЧАСТНИКОВ СТРАН | ПОСЕТИТЕЛЕЙ РЕГИОНОВ РФ | МЕРОПРИЯТИЙ СПИКЕРОВ



«Такие мероприятия очень важны. Я стараюсь принимать участие, когда темы заявляются серьезные. Не какие-то местечковые, а касающиеся нашей страны»

Дмитрий Матвеев, Президент ГК «Кабош»

Организатор: ООО «Агрос Экспо»
+7 (495) 128 29 59
agros@agros-expo.com

**УЗНАЙТЕ БОЛЬШЕ
ПОЛЕЗНОЙ ИНФОРМАЦИИ!**
WWW.AGROS-EXPO.COM



УДК 635.21:635.1

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-22-26

Научно обоснованная технология возделывания картофеля для условий изменяющегося климата

О.А. Старовойтова,*д-р с.-х. наук,
гл. науч. сотр.,
agronir2@mail.ru***В.И. Старовойтов,***д-р техн. наук, проф.,
гл. науч. сотр., зав. отделом,
agronir1@mail.ru
(ФГБНУ «ФИЦ картофеля
имени А.Г. Лорха»);***А.А. Манохина,***д-р с.-х. наук, проф.,
a.manokhina@rgau-msha.ru
(ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА
имени К.А. Тимирязева»);***Н.Э. Шабанов,***канд. с.-х. наук,
науч. сотр.,
agronir2@mail.ru***М.И. Пехальский,***аспирант,
agronir2@mail.ru
(ФГБНУ «ФИЦ картофеля
имени А.Г. Лорха»);***Т.А. Щеголихина,***науч. сотр.,
schegolikhina@rosinformagrotech.ru***М.Н. Болотина,***науч. сотр.,
bolotina-m@list.ru
(ФГБНУ «Росинформагротех»)*

Аннотация. Спланирован эксперимент для определения эффективности влияния технологических воздействий: удобрения, дозы суперabsорбирующих полимеров (САП) и сортов. Основными откликами при планировании эксперимента являются основные параметры, характеризующие процесс выращивания картофеля: валовая урожайность клубней, урожайность товарных по размеру клубней при уборке, снижение потерь при хранении и качественные показатели клубней картофеля. Результаты эксперимента представлены в виде математической

модели, обладающей определенными статистическими свойствами, например, минимальной дисперсией оценок параметров модели.

Ключевые слова: трёхфакторный эксперимент, органоминеральное удобрение, суперabsорбирующие полимеры, валовая и товарная урожайность клубней картофеля.

Постановка проблемы

Картофель был и остается одной из пяти мировых наиболее важных культур. Для России около 200 лет картофель – «второй хлеб». Это один из так называемых социальных продуктов. За последние 20-25 лет картофельное хозяйство страны претерпело значительные изменения, как положительные, так и отрицательные [1, 2].

Картофель выращивают в различных почвенно-климатических условиях более чем в 100 странах мира, включая оазисы в пустынях и заполярные территории. Центр выращивания картофеля в последнее время переместился в Азию. В наше время лидерами картофельного производства являются КНР, Россия, Индия, США и Украина. За последние 20 лет количество производимого картофеля увеличилось на 41%, а площади под посадку картофеля – только на 9,5%.

В связи с трудоемкостью проведения полевых исследований планирование эксперимента является необходимым для обнаружения и проверки причинной связи между входными технологическими воздействиями (факторами) и выходными переменными (откликами) [3-5]. Планирование эксперимента является процедурой выбора числа опытов и условий их проведения, необходимых

для решения поставленной задачи с требуемой точностью. Результаты эксперимента представляются в виде математической модели, обладающей определенными статистическими свойствами, например, минимальной дисперсией оценок параметров модели [6-8].

На практике приходится иметь дело с многофакторными объектами, так как однофакторный эксперимент может оказаться неэффективным.

Цель исследования – провести планирование многофакторного (трёхфакторного) эксперимента с выбором значимых факторов и проведением эксперимента для получения результатов и оптимизации технологического процесса выращивания картофеля [9, 10].

Материалы и методы исследования

Для определения эффективности влияния технологических воздействий [11-13]: удобрения, дозы суперabsорбирующих полимеров (САП) и сорт был спланирован эксперимент. Основными откликами при планировании эксперимента являются основные параметры, характеризующие процесс выращивания картофеля: валовая урожайность клубней, урожайность товарных по размеру клубней при уборке.

За факторы, определяющие эффективность выращивания картофеля, приняли вид удобрения при механизированном уходе за посадками при мелко-локальном внесении удобрений (фактор А), дозу влагоудерживающего суперabsорбирующего полимера (фактор Б), сорт картофеля (фактор С).

Технологическое воздействие «удобрение» выбрано исходя из роли

удобрений в развитии растений и необходимости создания унифицированных узлов, машин и тракторов, которые должны равномерно распределять вносимые гранулированные (и другие формы) удобрения в заданной дозировке [14]. В картофелеводстве рекомендуется дробно-локальное внесение удобрений: при нарезке гребней (посадке) – примерно 2/3 ($N_{60}P_{60}K_{90}$) и при междурядном уходе – примерно 1/3 ($N_{30}P_{30}K_{34}$). Удобрения могут быть минеральные и органоминеральные (ОМУ) со снижением пестицидной нагрузки на растения и почву.

Дозы влагоудерживающих суперабсорбирующих полимеров при уходе: 0; 100; 200 кг/га. Сорта картофеля: ранний – Метеор; среднеранний – Гранд; средне-спелый – Фаворит (табл. 1).

Оптимизировать процесс одновременно по всем показателям не представляется возможным, поэтому приходится принимать компромиссное решение, оставив в качестве основного один из критериев, по остальным – наложить определенные ограничения. В качестве основного управляемого отклика приняли урожайность клубней картофеля.

Для оптимизации исследований принят не композиционный трехуровневый план Бокса-Бенкина [10, 12, 13]. В развернутом виде матрица планирования по плану Бокса-Бенкина второго порядка для кодированных факторов с числом опытов 15 в рандомизированной последовательности представлена в табл. 2.

Реализованная матрица эксперимента по плану Бокса-Бенкина при кодированных значениях факторов представлена в табл. 3.

В качестве отклика используется продуктивность клубней с одного куста, усредненная из замера 25 кустов в трехкратной повторности.

Для обработки данных использована программа Mathcad 14.0, современный пакет статистического анализа, в котором реализованы все новейшие компьютерные и математические методы анализа данных.

Таблица 1. Интервалы и уровни варьирования факторов

Уровни	Факторы					
	в натуральном виде			в кодированном виде		
	А – удобрение при уходе, доза	Б – дозы САП, кг/га	В – сорт картофеля	x_1	x_2	x_3
Верхний	ОМУ ($N_{30}P_{30}K_{34}$)	200	Фаворит	+1	+1	+1
Основной	Минеральное ($N_{30}P_{30}K_{34}$)	100	Гранд	0	0	0
Нижний	Без удобрения ($N_0P_0K_0$)	0	Метеор	-1	-1	-1

Таблица 2. Матрица планирования эксперимента по плану Бокса-Бенкина при кодированных значениях факторов

Номер опыта	x_0	x_1 Удобрение при уходе	x_2 Дозы САП	x_3 Сорт	x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3
1	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	+1	0	0
3	+1	-1	+1	0	+1	+1	0	-1	0	0
4	+1	-1	0	+1	+1	0	+1	0	-1	0
5	+1	0	+1	-1	0	+1	+1	0	0	-1
6	+1	0	-1	+1	0	+1	+1	0	0	-1
7	+1	-1	0	-1	+1	0	+1	0	+1	0
8	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	+1	0	-1	-1	0	+1	+1	0	0	1
10	+1	+1	0	-1	+1	0	+1	0	-1	0
11	+1	-1	-1	0	+1	+1	0	+1	0	0
12	+1	+1	0	+1	+1	0	+1	0	+1	0
13	+1	+1	-1	0	+1	+1	0	-1	0	0
14	+1	0	+1	+1	0	+1	+1	0	0	+1
15	+1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 3. Реализованная матрица эксперимента по плану Бокса-Бенкина при кодированных значениях факторов

№ п/п	Технологические воздействия			Отклики	
	X_1 удобрение при уходе	X_2 дозы САП	X_3 сорт	урожайность, т/га	товарность, %
1	0	0	0	33,6	94,3
2	+1	+1	0	50	99,2
3	-1	+1	0	45,2	97,4
4	-1	0	+1	39,2	97,1
5	0	+1	-1	41,3	97,5
6	0	-1	+1	32,9	93,6
7	-1	0	-1	36,3	94,3
8	0	0	0	35,3	98,2
9	0	-1	-1	35,7	98,2
10	+1	0	-1	42,3	98,7
11	-1	-1	0	31,2	98,5
12	+1	0	+1	41,7	99,2
13	+1	-1	0	34,8	98,5
14	0	+1	+1	45,6	97,4
15	0	0	0	33,3	95,3

Результаты исследований и обсуждение

Анализ уравнений регрессии показывает, что выбранные факторы: удобрение при уходе, доза водного суперабсорбирующего полимера и сорт существенно влияют на урожайность.

Уравнения регрессии позволяют получить количественные оценки, дать поверхности. Уравнение регрессии для отклика «Урожайность» представлено в следующем виде:

$$Y_1 = 34,1 + 2,24 \dot{X}_1 + 5,979 \dot{X}_2 + 0,486 \dot{X}_3 + 3,66 \dot{X}_1^2 + 2,676 \dot{X}_2^2 + 2,24 \dot{X}_3^2 + 0,224 \dot{X}_1 \dot{X}_2 - 0,885 \dot{X}_1 \dot{X}_3 + 1,8 \dot{X}_2 \dot{X}_3. \quad (1)$$

Из анализа уравнения следует, что форма удобрения, внесенного при уходе, и внесение влагоудерживающих суперабсорбентов являются эффективными факторами, влияющими на урожайность картофеля. Из парных взаимодействий существенно влияет сорт и суперабсорбент. Косвенно это говорит о том, что разные сорта по-разному реагируют на недостаток влаги и для экстремальных условий возделывания с низкой влагообеспеченностью необходимо подбирать сорта. В то же время технология возделывания играет важное значение при любых других воздействиях, т.е. обладает определенной «устойчивостью».

Анализ регрессионного уравнения для отклика «Урожайность» по фактору X_1 показывает, что для технологии возделывания с применением органоминерального удобрения эффективным приемом является внесение суперабсорбентов (табл. 4).

Таблица 4. Уравнения регрессии для отклика «Урожайность» по фактору X_1

Факторы в натуральном виде			Уравнение регрессии
X_1 – удобрение при уходе, см	X_2 – дозы САП, кг/га	X_3 – сорт картофеля	
ОМУ ($N_{30}P_{30}K_{34}$)	–	–	$40,0 + 6,203 \dot{X}_2 - 0,399 \dot{X}_3 + 2,676 \dot{X}_2^2 + 2,24 \dot{X}_3^2 + 1,8 \dot{X}_2 \dot{X}_3$
	0	–	$36,473 - 2,199 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
	100	–	$40,0 - 0,399 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
	200	–	$48,879 + 1,401 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
	–	Метеор	$42,639 + 4,403 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
	–	Гранд	$40,0 + 6,203 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
	–	Фаворит	$41,841 + 8,003 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
Минеральное ($N_{30}P_{30}K_{34}$)	–	–	$34,1 + 5,979 \dot{X}_2 + 0,486 \dot{X}_3 + 2,676 \dot{X}_2^2 + 2,24 \dot{X}_3^2 + 1,8 \dot{X}_2 \dot{X}_3$
	0	–	$30,797 - 1,314 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
	100	–	$34,1 + 0,486 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
	200	–	$42,755 + 2,286 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
	–	Метеор	$35,854 + 4,179 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
	–	Гранд	$34,1 + 5,979 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
	–	Фаворит	$36,826 + 7,779 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
Без удобрения ($N_0P_0K_0$)	–	–	$35,52 + 5,755 \dot{X}_2 + 1,371 \dot{X}_3 + 2,676 \dot{X}_2^2 + 2,24 \dot{X}_3^2 + 1,8 \dot{X}_2 \dot{X}_3$
	0	–	$32,441 - 0,429 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
	100	–	$35,52 + 1,371 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
	200	–	$43,951 + 3,171 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
	–	Метеор	$36,389 + 3,955 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
	–	Гранд	$35,52 + 5,755 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
	–	Фаворит	$39,131 + 7,555 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$

При применении минерального удобрения эффективность этого элемента технологии несколько снижается.

Анализ уравнения регрессии для отклика «Урожайность» по фактору X_2 – содержание водных суперабсорбентов подтверждает эффективность данного фактора (табл. 5).

Анализ регрессионного уравнения для отклика «Урожайность» по фактору X_3 – сорт картофеля показывает существенное влияние этого фактора на урожайность (табл. 6). При выращивании картофеля разные сорта по-разному реагируют на влагообеспеченность и применение удобрений при уходе за посадками.

Уравнение регрессии для отклика «Товарность» представлено в следующем виде:

$$Y_2 = 95,867 + 1,138 \dot{X}_1 + 0,3 \dot{X}_2 - 0,212 \dot{X}_3 + 1,679 \dot{X}_1^2 + 0,904 \dot{X}_2^2 - 0,171 \dot{X}_3^2 + 0,55 \dot{X}_1 \dot{X}_2 - 0,575 \dot{X}_1 \dot{X}_3 + 1,05 \dot{X}_2 \dot{X}_3. \quad (2)$$

Анализ уравнения регрессии для отклика «Товарность» показывает, что фактор X_1 – форма удобрения при уходе значительно влияет на этот отклик. Немного меньшее влияние оказывают влагоудерживающие суперабсорбенты и сорт (см. рисунок).

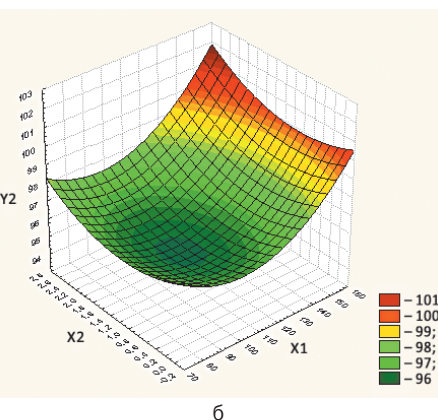
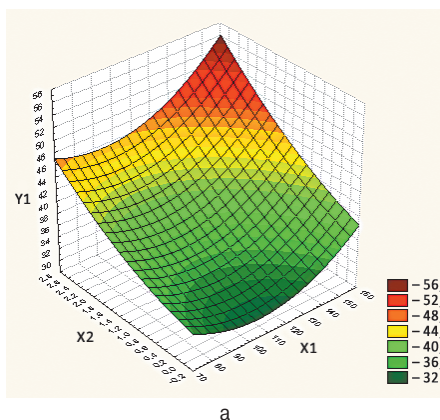


График зависимости урожайности Y_1 (а), товарности Y_2 (б) от удобрения при уходе X_1 и содержания суперабсорбентов X_2

Таблица 5. Уравнения регрессии для отклика «Урожайность» по фактору X_2

Факторы в натуральном виде			Уравнение регрессии
X_1 – удобрение при уходе, см	X_2 – дозы САП, кг/га	X_3 – сорт картофеля	
–	0	–	$30,797 + 2,016 \dot{X}_1 - 1,314 \dot{X}_3 + 3,66 \dot{X}_1^2 + 2,24 \dot{X}_3^2 - 0,885 \dot{X}_1 \dot{X}_3$
Без удобрения ($N_0P_0K_0$)		–	$32,441 - 0,429 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
Минеральное ($N_{30}P_{30}K_{34}$)		–	$30,797 - 1,314 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
ОМУ ($N_{30}P_{30}K_{34}$)		–	$36,473 - 2,199 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
–		Метеор	$34,351 + 2,901 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–		Гранд	$30,797 + 2,016 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–		Фаворит	$31,723 + 1,131 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–	100	–	$34,1 + 2,24 \dot{X}_1 + 0,486 \dot{X}_3 + 3,66 \dot{X}_1^2 + 2,24 \dot{X}_3^2 - 0,885 \dot{X}_1 \dot{X}_3$
Без удобрения ($N_0P_0K_0$)		–	$35,52 + 1,371 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
Минеральное ($N_{30}P_{30}K_{34}$)		–	$34,1 + 0,486 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
ОМУ ($N_{30}P_{30}K_{34}$)		–	$40,0 - 0,399 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
–		Метеор	$35,854 + 3,125 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–		Гранд	$34,1 + 2,24 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–		Фаворит	$36,826 + 1,355 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–	200	–	$42,755 + 2,464 \dot{X}_1 + 2,286 \dot{X}_3 + 3,66 \dot{X}_1^2 + 2,24 \dot{X}_3^2 - 0,885 \dot{X}_1 \dot{X}_3$
Без удобрения ($N_0P_0K_0$)		–	$43,951 + 3,171 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
Минеральное ($N_{30}P_{30}K_{34}$)		–	$42,755 + 2,286 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
ОМУ ($N_{30}P_{30}K_{34}$)		–	$48,879 + 1,401 \dot{X}_3 + 2,24 \dot{X}_3^2$
–		Метеор	$42,709 + 3,349 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–		Гранд	$42,755 + 2,464 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–		Фаворит	$47,281 + 1,579 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$

Таблица 6. Уравнения регрессии для отклика «Урожайность» по фактору X_3

Факторы в натуральном виде			Уравнение регрессии
X_1 – удобрение при уходе, см	X_2 – дозы САП, кг/га	X_3 – сорт картофеля	
–	–	Метеор	$35,854 + 3,125 \dot{X}_1 + 4,179 \dot{X}_2 + 3,66 \dot{X}_1^2 + 2,676 \dot{X}_2^2 + 0,224 \dot{X}_1 \dot{X}_2$
Без удобрения ($N_0P_0K_0$)	–		$36,389 + 3,955 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
Минеральное ($N_{30}P_{30}K_{34}$)	–		$35,854 + 4,179 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
ОМУ ($N_{30}P_{30}K_{34}$)	–		$42,639 + 4,403 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
–	0		$34,351 + 2,901 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–	100		$35,854 + 3,125 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–	200		$42,709 + 3,349 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–	–	Гранд	$34,1 + 2,24 \dot{X}_1 + 5,979 \dot{X}_2 + 3,66 \dot{X}_1^2 + 2,676 \dot{X}_2^2 + 0,224 \dot{X}_1 \dot{X}_2$
Без удобрения ($N_0P_0K_0$)	–		$35,52 + 5,755 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
Минеральное ($N_{30}P_{30}K_{34}$)	–		$34,1 + 5,979 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
ОМУ ($N_{30}P_{30}K_{34}$)	–		$40,0 + 6,203 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
–	0		$30,797 + 2,016 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–	100		$34,1 + 2,24 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–	200		$42,755 + 2,464 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–	–	Фаворит	$36,826 + 1,355 \dot{X}_1 + 7,779 \dot{X}_2 + 3,66 \dot{X}_1^2 + 2,676 \dot{X}_2^2 + 0,224 \dot{X}_1 \dot{X}_2$
Без удобрения ($N_0P_0K_0$)	–		$39,131 + 7,555 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
Минеральное ($N_{30}P_{30}K_{34}$)	–		$36,826 + 7,779 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
ОМУ ($N_{30}P_{30}K_{34}$)	–		$41,841 + 8,003 \dot{X}_2 + 2,676 \dot{X}_2^2$
–	0		$31,723 + 1,131 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–	100		$36,826 + 1,355 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$
–	200		$47,281 + 1,579 \dot{X}_1 + 3,66 \dot{X}_1^2$

В целом проведенный анализ уравнений, полученных в результате экспериментальной реализации матрицы планирования эксперимента и обработки данных, показал, что факторы X_1 (форма удобрения при уходе), X_2 (суперабсорбирующие полимеры), X_3 (сорт картофеля) являются эффективными при оценке влияния на отклики «Урожайность» и «Товарность». Исследования подтвердили, что сорта картофеля по-разному реагируют на влагообеспеченность и должны подбираться с учетом фактора X_2 .

Проведенные полевые исследования с использованием созданных экспериментальных образцов машин и планирования эксперимента показали, что продуктивность и качество клубней картофеля выше при использовании органоминеральных удобрений. Взаимодействие таких параметров, как органоминеральные удобрения и внесение водных суперабсорбентов при уходе за посадками, положительно влияет на продуктивность и товарность клубней картофеля.

Выводы

1. Результаты проведенного трехфакторного эксперимента показали, что продуктивность картофеля зависит от сорта, вида удобрения при междурядном уходе (в вариантах без удобрения, минеральное, органоминеральное) и дозы влагоудерживающих суперабсорбирующих полимеров (0; 100; 200 кг/га). Установлено, что урожайность картофеля выше при применении органоминерального удобрения с дозой суперабсорбентов 200 кг/га.

2. Продуктивность клубней увеличивается при увеличении дозы водных суперабсорбентов. Взаимо-

действие таких параметров, как вид удобрения при уходе и внесение водных суперабсорбентов при посадке, положительно влияет на продуктивность картофеля.

3. Влияние пестроты плодородия поля можно снизить путем более сбалансированного высокоточного мелко-локального внесения удобрений с учетом картирования поля по обменному калию, что позволяет более точно обеспечить растение питательными веществами и существенно повысить урожайность картофеля.

Список

использованных источников

1. Современный взгляд на производство картофеля / Н.В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. 2017. № 128. С. 146-153.
2. Анисимов Б.В., Аршин К.В., Белов Г.Л. и др. Картофель. М.: ФГБНУ «ФИЦ картофеля». 2022. 570 с.
3. Звягинцев П.С. Проблемы оценки эффективности инвестиций и инноваций. М.: ИЭ, 2010. 366 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат. 1985. 352 с.
5. Дидманидзе О.Н., Плужников В.А. Разработка методов оптимизации производственных процессов заготовки и реализации картофеля // Наука без границ. 2017. № 4 (9). С. 5-9.
6. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Л.: Колос, 1980. 168 с.
7. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. М.: Финансы и статистика, 1981. 263 с.
8. Деденко Л.Г., Керженцев В.В. Математическая обработка и оформление результатов эксперимента. М.: МГУ, 1977. 112 с.

9. Матушкин Н.Н. Обработка результатов измерений и планирование экспериментов. Пермь: ППИ, 1977. 46 с.

10. Гришин В.К. Статистические методы анализа и планирования экспериментов. М.: МГУ, 1975. 128 с.

11. Сиам И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы. М.: Физматлит, 2002. 210 с.

12. Митков А.Л., Кардашевский С.В. Статистические методы в сельхозмашиностроении. М.: Машиностроение, 1978. 360 с.

13. Асанов М.О., Баранский В.А., Расин В.В. Дискретная математика: Графы, матроиды, алгоритмы. 2-е изд. СПб, 2010. 368 с.

14. Разработка шнекового дозирующего устройства твердых минеральных удобрений / Костенко М.Ю. [и др.] // Техника и оборудование для села. 2023. № 5 (311). С. 16-21.

Science-based Technology for Growing Potatoes for a Changing Climate

O.A. Starovoitova, V.I. Starovoitov

(Federal State Budgetary Institution

"FRC of Potatoes named after A.G. Lorch")

A.A. Manokhina

(FSBEI HE "RGAU - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev")

N.E. Shabanov, M.I. Pehalsky

(Federal State Budgetary Institution

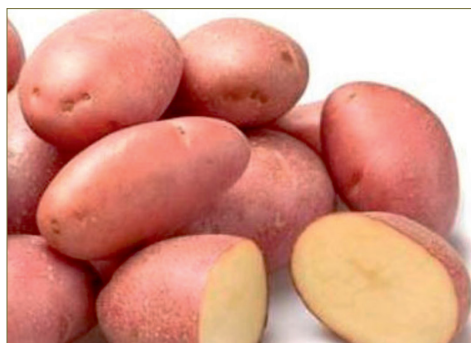
"FRC of Potatoes named after A.G. Lorch")

T.A. Shchegolikhina, M.N. Bolotina

(FGBNU "Rosinformagrotech")

Summary: An experiment was planned to determine the effectiveness of the influence of technological influences: fertilizers, doses of superabsorbent polymers (SAP) and varieties. The main responses when planning an experiment are the main parameters characterizing the process of growing potatoes: gross yield of tubers, yield of marketable size tubers during harvesting, reduction of storage losses and quality indicators of potato tubers. The results of the experiment are presented in the form of a mathematical model that has certain statistical properties, for example, the minimum variance of estimates of the model parameters.

Key words: three-factor experiment, organomineral fertilizer, superabsorbent polymers, gross and marketable yield of potato tubers.



УДК 633.521

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-27-30

Исследование процесса измельчения масличного льна с целью его утилизации

Э.В. Новиков,

канд. техн. наук, доц., вед. науч. сотр.,
зав. лабораторией,
e.novikov@fncl.ru

Е.В. Соболева,

ст. науч. сотр.,
e.soboleva@fncl.ru

А.В. Безбабченко,

ст. науч. сотр.,
a.bezbabchenko@fncl.ru
(ФГБНУ ФНЦ ЛК)

Аннотация. Определена возможность утилизации соломы и тресты льна масличного в виде спутанных ломаных стеблей после обмолота семян в полевых условиях путем их измельчения на льноперерабатывающем оборудовании. Представлены результаты исследований процесса измельчения стеблей из валка, влияние режимов обработки измельчающей машины и формы рабочего органа на показатели измельченной массы.

Ключевые слова: лен масличный, машина по переработке лубяных культур, било «секир», длина костры.

Постановка проблемы

Основным видом продукции масличного льна являются семена, используемые для получения пищевого, технического масла и других изделий [1]. После обмолота спутанные и ломаные стебли необходимо удалить с поля, в данном случае – утилизировать, и сразу начинать готовить почву под посев озимых и других культур. При этом следует избегать приемов, обеспечивающих заделку волокнистого льна в почву, так как это приводит к неравномерной глубине ее обработки и поломкам почвообрабатывающей техники [2].

В качестве альтернативы утилизации стеблевой массы в настоящее время предложено множество решений по реализации технологии получения однотипного волокна из масличного льна в виде спутанной

массы стеблей [3-8], однако не все аграрии готовы организовывать такое производство, поэтому для них актуален вопрос быстрой утилизации оставшихся в поле стеблей из валка при минимальных затратах средств и времени.

Разработанные в настоящее время Российской Федерацией, Республикой Беларусь, Казахстаном, странами СНГ и дальнего зарубежья мульчирователи-измельчители остатков соломы и злаковых культур в полях не рассчитаны для измельчения спутанных ломаных стеблей масличного льна, оставшихся на поле после обмолота, так как их волокнистая масса наматывается на рабочие органы мульчирователей и приводит к поломке [9]. Такие измельчители пригодны только для мульчирования стерни после обмолота семян. Поэтому впервые предлагается использовать технологию подъема соломы и тресты масличного льна из валка и измельчение ее на льноперерабатывающем оборудовании непосредственно в поле.

Цель исследований – изучение процесса утилизации льна масличного в виде спутанных ломаных стеблей путем их измельчения на оборудовании первичной переработки льна и определение характеристик измельчаемого льна, формы рабочего органа и режимов процесса утилизации.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели необходимо:

- определить механизм – машину для измельчения;
- провести испытания ее в лабораторных условиях;
- обосновать параметры и режимы работы измельчителя.

В качестве сырья для исследований использовались солома масличного льна в спутанных ломаных стеблях из Свердловской области и треста из Ставропольского края.

Для измельчения предложено использовать машину МПЛ, которая ранее исследовалась в линиях по переработке лубяных культур [10-14], установить на подвижное шасси с подбирающим соломой или тресту аппаратом, которая будет двигаться по полю, подбирая стебли из валка, измельчать их и возвращать снова на поле (рис. 1). Привод МПЛ планируется от ВОМ трактора.

Лабораторные исследования по измельчению стеблей проводилось на экспериментальной установке для переработки льна и других лубяных культур марки МПЛ (рис. 1 поз.6), установленной стационарно с формой рабочих органов – бил «секир» и прямой формы (рис. 2) [15].

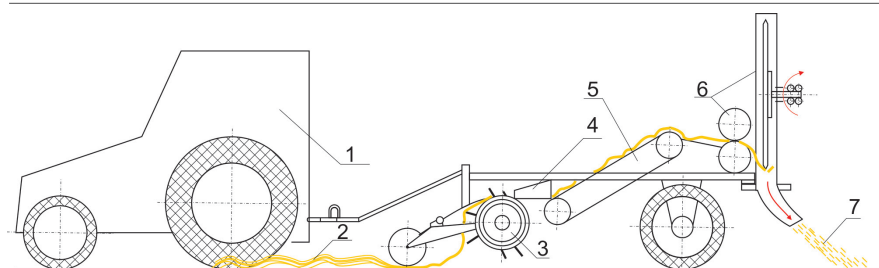


Рис. 1. Технологическая схема машины МПЛ для измельчения соломы и тресты масличного льна:

1 – трактор; 2 – масличный лен в валке; 3 – подбирающий аппарат; 4 – лоток; 5 – питающий транспортер; 6 – машина по переработке лубяных культур МПЛ; 7 – измельченные стебли

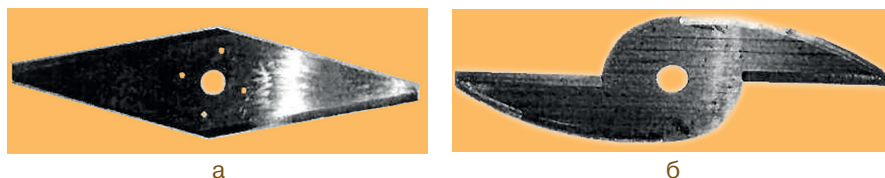


Рис. 2. Рабочие органы в виде бил различной формы:
а – прямое било; б – било «секир»

Режимы измельчения в МПЛ: скорость питания $V_{тр} = 10$ и 15 м/мин, частота вращения рабочих органов – бил $n = 1100, 1500$ и 1900 мин⁻¹.

До и после измельчения у льна определялись значения следующих характеристик: длина измельченных отрезков стеблей и костры, средняя массодлина волокна, результаты сравнивались. Первые две характеристики исследовались в 50-кратной повторности, третья – по ГОСТ 53483-2009 «Волокно льняное модифицированное суровое».

Результаты исследований и обсуждение

Характеристики соломы и тресты масличного льна в виде спутанных

ломаных стеблей до измельчения представлены в таблице.

Максимальная длина ломаных стеблей у соломы составляет 540 мм, у тресты – 436 мм. Как говорилось ранее, такие значения длин стеблей и волокна приведут к наметам, поломке рабочих органов почвообрабатывающих агрегатов и, как следствие, снижению их производительности. Для анализа значения длины отрезков измельченных стеблей при скорости питания 10 и 15 м/мин были усреднены (рис. 3).

Максимальное уменьшение длины отрезков стеблей по отношению к исходному сырью после переработки в МПЛ при $n = 1900$ мин⁻¹ билом «секир» и прямым билом составля-

Характеристики масличного льна до измельчения

Показатели	Солома	Треста
Длина ломаных стеблей, мм:		
средняя	277	237
max	540	436
min	90	125
Содержание волокна в исходной массе, %	29	22
Разрывная нагрузка, кгс/Н/даН	–*	–*
Отделяемость волокна от древесины, ед.	4,8	9,3
Средняя массодлина волокна в сырье, мм	134,7	87,7
Линейная плотность волокна в сырье, текс	7,2	7,6

* Невозможно определить, так как сырье разрушается под воздействием мяльной машины.

ет в среднем: у соломы – на 249 и 251 мм соответственно, у тресты – на 211 мм (рис. 4а).

Частота вращения бил 1000-1900 мин⁻¹ обеспечивает снижение

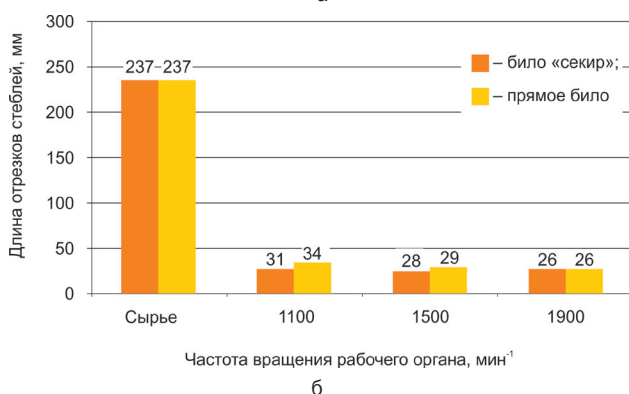
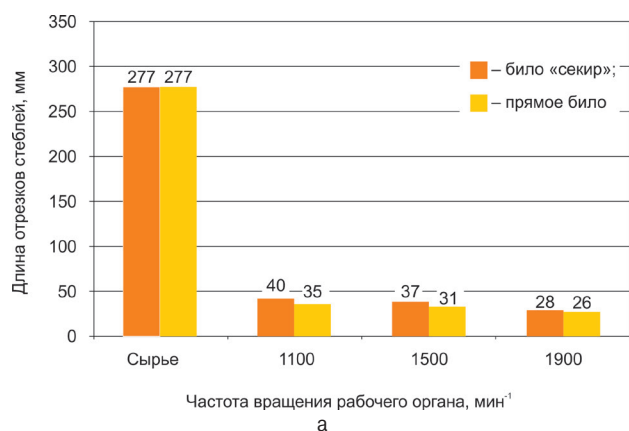


Рис. 3. Длина отрезков стеблей соломы (а) и тресты масличного льна (б) до и после измельчения в зависимости от формы рабочего органа

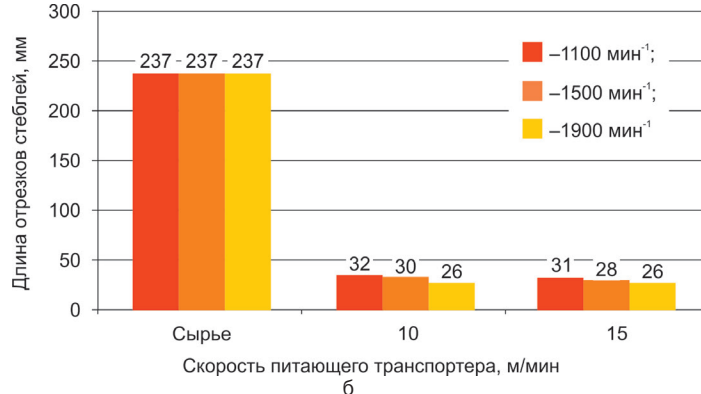
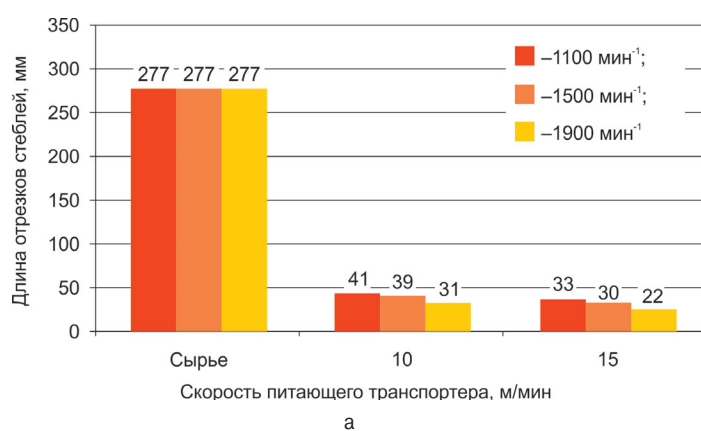


Рис. 4. Длина отрезков стеблей соломы (а) и тресты масличного льна (б) до и после измельчения в зависимости от частоты вращения барабана

длин отрезков стеблей с используемыми формами бил («секир» и прямое): у соломы – с 40 до 28 и с 35 до 26 мм соответственно, у тресты – с 31 до 26 и 34 до 26 мм соответственно, однако различия между длинами отрезков незначительны, значит частота вращения била большого влияния на этот показатель не оказывает, так как доверительные интервалы длин перекрываются (рис. 4б).

Анализ рис. 4 показывает, что длины отрезков стеблей соломы и тресты в процессе измельчения максимально снижаются на 255 и 211 мм соответственно и существенно не зависят от исследуемого интервала скорости питающего транспортера. Таким образом, можно отметить, что как и частота вращения рабочего органа, так и скорость питающего транспортера существенного влияния на длину отрезков измельченных стеблей не оказывают.

По результатам исследований также было установлено, что длина костры у соломы и тресты при любой форме бил практически одинакова, разница составляет не более 3-5 мм, фактические значения находятся в интервале 6-11 мм.

Средняя массодлина волокна при измельчении стеблей снижается в зависимости от вида сырья (солома или треста), формы бил, частоты вращения рабочего органа и скорости питания: у соломы – на 61-71 мм (с 134,7 до 64-73 мм); у тресты – на 28-43 мм (от 87,7 до 45-60 мм). Получается, чем выше значение средней массодлины в исходном сырье, тем на большую величину происходит измельчение.

Обработка результатов экспериментов двухфакторным дисперсионным анализом показала, что вид сырья (солома или треста) оказывает влияние на среднюю массодлину волокна (64 %), а режимы измельчения и форма бил не влияют на её значение, последний параметр также не влияет на длину костры.

На длину костры оказывают влияние режимы обработки (не менее чем на 82 %).

Выводы

1. Машина для переработки лубяных культур марки МПЛ пригодна для утилизации соломы и тресты масличного льна в спутанных ломаных стеблях путем их измельчения непосредственно в поле.

2. Форма бил в машине марки МПЛ и режимы обработки (частота вращения рабочего органа от 1100 до 1900 мин⁻¹, скорость питающего транспортера от 10 до 15 м/мин) существенного влияния на измельчение стеблей масличного льна не оказывают.

3. Для увеличения производительности и снижения энергопотребления предлагаемой для измельчения машины МПЛ в полевых условиях рекомендуется следующий режим ее работы: скорость питающего транспортера – 15 м/мин, частота вращения рабочего органа – 1100 мин⁻¹.

4. При рекомендуемых режимах переработки в МПЛ характеристики утилизированных-измельченных стеблей соломы и тресты масличного льна имеют в среднем следующие значения: длина отрезков стеблей соломы – 33-40 мм, тресты – 31-34 мм, длина костры – 6-10 мм, средняя массодлина волокна у соломы – не менее 80 мм, у тресты – не менее 50 мм, волокно с такими характеристиками не будет наматываться на рабочие органы почвообрабатывающих агрегатов и будет эффективнее перегнивать.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» по теме FGSS-2022-0007.

Список

использованных источников

1. Федосова Н.М., Вихарев С.М., Соколов А.С. Совершенствование методов оценки технологического качества льна и приемов его переработки: монография. Кострома: Костром. гос. техн. ун-т, 2013. 84 с.
2. Лукомец В.М., Бочкарев Н.И., Горлов С.Л. и др. Перспективная ресур-

собирающая технология производства льна масличного: метод. реком. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 14 с.

3. Новиков Э.В., Соболева Е.В., Безбабченко А.В., Пираков Ш.Х. Технологическое обоснование рациональной линии первичной переработки стеблей масличного льна в волокно // Техника и оборудование для села. 2020. № 2. С. 26-29.

4. Соболева Е.В., Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Прокофьев С.В., Внуков В.Г. Исследование первичной переработки масличного льна с применением инновационного агрегата КВЛ-1М и технологических схем дополнительной обработки волокна // Аграрный научный журнал. 2019. № 1. С. 81-85.

5. Соболева Е.В., Новиков Э.В., Безбабченко А.В. Лен масличный для производства длинного волокна // Техника и оборудование для села. 2021. № 2 (284). С. 32-35.

6. Ростовцев Р.А., Прокофьев С.В., Фадеев Д.Г., Соболева Е.В., Новиков Э.В. Математический анализ влияния различных факторов на процесс переработки тресты льна масличного в агрегате КВЛ-1М // Техника и оборудование для села. № 6. 2021. С. 12-16.

7. Прокофьев С.В. Обоснование модернизации машины для первичной переработки льна масличного в полевых условиях КВЛ-1 // Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур : матер. Междунар. науч.-практ. конф. Тверь: ФГБНУ ВНИИМЛ, 2017. С. 262-265.

8. Федосова Н.М., Внуков В.Г. Подходы к решению проблемы повышения эффективности переработки льна // Там же. С. 277-281.

9. Официальный сайт ООО «Лиски-сельмаш» [Электронный ресурс]. URL: <https://pplsm.ru/modeli/mulchirovateli/pn-navesnye/> (дата обращения: 15.03.2023).

10. Безбабченко А.В., Пучков Е.М., Шевалдин Д.М., Новиков Э.В. Технологическая линия для переработки масличного льна в короткое волокно // Инновационные разработки для производства льна: матер. Междунар. науч.-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЛ. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. С. 254-263.

11. Пучков Е.М., Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Алтухова И.Н., Соболева Е.В. О результатах производственного испытания усовершенствованного экспериментального образца машины МПЛ-1-1 по подготовке однотипного льноволокна // Там же. С. 249-253.

12. Ковалев М.М., Пучков Е.М., Безбабченко А.В., Романов В.А. Технологическое и измерительное оборудование для льнозаводов // Машинно-технологическая модернизация льняного агропромышленного комплекса на инновационной основе: сб. науч. тр. / ФГБНУ ВНИИМЛ. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. С. 151-159.

13. Ковалев М.М., Пучков Е.М., Безбабченко А.В., Новиков Э.В. Ин-

новационная технология и оборудование для переработки масличного льна // Там же. С. 190-194.

14. Королева Е.Н., Новиков Э.В., Шевалдин Д.М., Безбабченко А.В., Романов В.А. Исследование различного состава технологического оборудования для первичной переработки тресты льна-долгунца в моноволокно // Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Тверь, Кострома: ФГБНУ ВНИИМЛ, ФГБОУ КГУ. 2017. С. 319-326.

15. Краткий справочник по глубокой переработке волокна на льно-пенькозаводах / Э.В. Новиков, А.В. Безбабченко. Кострома: Костром. гос. ун-т, 201. 166 с.

Study of the Process of Grinding Oil Flax for the Purpose of its Utilization

E.V. Novikov, E.V. Soboleva, A.V. Bezbabchenko

(FGBNU FNTs LK)

Summary: The possibility of recycling straw and oil flax trusts in the form of tangled broken stems after threshing the seeds in the field by grinding them on flax processing equipment has been determined. The results of studies of the process of chopping stems from a windrow, the influence of processing modes of the chopping machine and the shape of the working body on the performance of the crushed mass are presented.

Key words: oil flax, machine for processing bast crops, axe, length of the shover.

Информация



«Агрорусь» – пример консолидации усилий бизнеса, науки и аграрного сектора вокруг задач отечественного АПК

305 компаний, 16 стран, первые лица АПК и представители власти: с 30 августа по 1 сентября в конгрессно-выставочном центре «Экспофорум» прошла 32-я Международная агропромышленная выставка «Агрорусь».

За 3 дня выставку посетили свыше 6500 специалистов из 16 стран: России, Беларуси, Китая, Германии, Грузии, Израиля, Испании, Казахстана, Латвии, Марокко, Таджикистана, Туркменистана, Турции, Финляндии, Эфиопии и ЮАР.

В выставке площадью 8000 м² приняли участие 305 компаний из 24 регионов России, а также Китая, Беларуси и Азербайджана. Были представлены 7 коллективных региональных экспозиций: Санкт-Петербурга, Севастополя, Ленинградской, Новосибирской, Брянской областей, Кабардино-Балкарской Республики, Ставропольского края.

Санкт-Петербургу тоже было чем удивить. Городская экспозиция объединила 12 компаний: как представителей перерабатывающей промышленности, так и производителей оборудования и технологий для сельского хозяйства. Например, компания «Геоскан» представила сельскохозяйственный дрон для наблюдения за полями с детализацией выше, чем у зарубежных аналогов.

Отечественную сельхозтехнику на уличной экспозиции показала Ленинградская область, а в павильоне Петербургский тракторный завод выставил свою гордость – трактор «Кировец». За удобрения отвечали «ФосАгро» и белорусская компания «УМКА». Первая организация предложила один из самых эффективных на сегодня мелиорантов –

фосфогипс, который делает пригодными для возделывания даже неплодородные земли, вторая – бесхлорные водорастворимые удобрения.

Сервис «Яндекс.Погода» представил платформу «Погода для бизнеса». С её помощью можно получать погодные данные, прогнозы и рекомендации. Например, она может определить наиболее благоприятное время для посева. 14 компаний из Китая предложили оборудование, удобрения и технологии для аграрной промышленности: гидравлические насосы, опрыскиватели, подшипники, оборудование для переработки зерна и производства кормов, прессы для масличных семян и многое другое.

В рамках Выставки «Агрорусь-2023» состоялся I Международный форум «Сельский туризм как вектор социально-экономического развития территорий» с участием представителей из Черногории.

О самой выгодной для инвестиций сельскохозяйственной культуре рассказали на сессии «Перспективы производства и переработки рапса в Ленинградской области. Новые подходы к агробизнесу».

На 32-й Международной агропромышленной выставке «Агрорусь» состоялся Региональный форум Совета молодых учёных «Потенциал молодых учёных как

драйвер развития АПК». Форум открылся пленарным заседанием «Основные тренды развития потенциала молодых учёных в АПК».

Также состоялись многочисленные круглые столы. В завершающий день прошла интерактивная профориентационная программа для учащихся старших классов и студентов.

2 дня на «Агроруси-2023» работала площадка Центра деловых контактов (ЦДК), на которой состоялось свыше 4000 переговоров поставщиков (более 100) и закупщиков (более 50) продовольственной и сельскохозяйственной индустрии.

31 августа на конференции «Презентационный день агроиндустрии для крестьянско-фермерских хозяйств с участием ведущих федеральных торговых сетей и сельскохозяйственных предприятий» выступили в качестве спикеров представители розничной сети «Магнит», «ФосАгро», «РусАгро», высокотехнологичных инновационных компаний – резидентов бизнес-инкубатора «Ингрия» и Российского союза сельской молодёжи.

Среди почётных гостей площадку ЦДК посетили консулы Мальты, Индии, Венгрии и Таджикистана.

1 сентября на Выставке наградили победителей ежегодного конкурса «Золотая медаль», который проходит при поддержке Министерства сельского хозяйства РФ. Представители 51 компании из России и Азербайджана получили 102 золотые и 6 серебряных медалей, а также 8 гран-при.

УДК 62-77

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-31-35

Обоснование возможности диагностирования подшипникового узла турбокомпрессора по расходным характеристикам в среде MATLAB

И.И. Курбаков,

канд. техн. наук, доц.,
доцент кафедры,
mrsu2@mail.ru

А.П. Иншаков,

д-р техн. наук,
проф. кафедры,
kafedra_mes@mail.ru

М.С. Курбакова,

учеб. мастер кафедры,
m.s.kurbakova@mail.ru

Г.С. Гребенцов,

магистрант,
mrsu26@mail.ru
(кафедра МЭС
и СХМ им. проф. А.И. Лещанкина
ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва»)

Аннотация. Осуществлено моделирование процесса маслоснабжения подшипника скольжения ТКР 6.1 в программном комплексе Matlab Simulink. Получены значения расхода жидкости масла SAE 30 при давлении 0,3 МПа при изменении его температуры от 30 до 90°C (вязкость от 167,2 до 15,0 сСт) для различных значений суммарных зазоров ТКР 6.1, а также значения расхода жидкости при моделировании давления в узле от 0,1 до 0,4 МПа при температуре масла 90°C (вязкость 15 сСт). Представленные результаты указывают на возможность использования данного метода для определения суммарного зазора подшипникового узла турбокомпрессора при построении аппаратно-программных комплексов для исследования, диагностирования и экспертизы турбокомпрессоров и других подобных агрегатов безразборным методом.

Ключевые слова: расход жидкости, суммарный зазор, подшипниковый узел, турбокомпрессор.

Постановка проблемы

Турбокомпрессор в составе двигателя внутреннего сгорания применяется с целью его форсирования и повышения экологического класса силовой установки. Выполняя функцию нагнетания воздуха во впускной коллектор, вал турбокомпрессора раскручивается до 100-200 тыс. мин⁻¹, используя энергию отработавших газов двигателя, с температурой до 1000°C. Данные условия работы создают узлу высокие динамические и тепловые нагрузки. При этом турбокомпрессор является важным узлом взаимодействия систем ДВС, таких как система смазки, охлаждения, воздухо- и топливopодачи и электронного управления. Данная особенность требует повышенного внимания к техническому состоянию и обслуживанию турбокомпрессора, так как выход его из строя или неправильные режимы работы приводят к дорогостоящим ремонтам узла и силовой установки в целом.

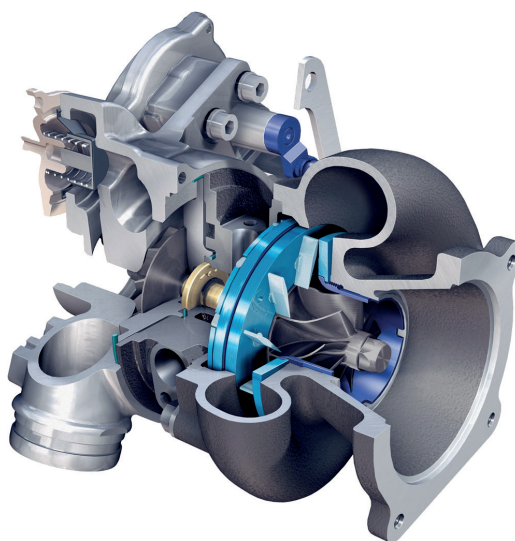


Рис. 1. Турбокомпрессор

Конструкция турбокомпрессора включает в себя вал, установленный в средний корпус, с закрепленными на нем турбинным и компрессорным колесами, вал вращается в подшипнике скольжения (рис. 1) [1].

В процессе эксплуатации турбокомпрессора происходит износ вала (рис. 2), втулок или в некоторых конструкциях – моноштулки радиального подшипника, а также элементов упорного подшипника, приводя к увеличению суммарного осевого и радиального зазоров.

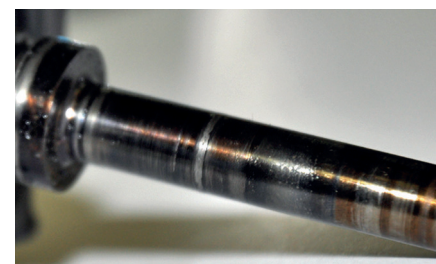


Рис. 2. Износ вала ТКР

Увеличение суммарного радиального зазора, в свою очередь, происходит, к примеру для ТКР 6.1, с номинальных 0,15 мм до предельных 0,24 мм [2] и более значений, при этом определение величины суммарного зазора существующими методами с достаточной точностью возможно лишь при полной разборке и инструментальном контроле деталей изделия, которые в существующих технологиях ремонта и обслуживания проводятся при демонтаже турбокомпрессора с двигателя, его полной разборке и последующем ремонте. Любая разборка среднего корпуса или снятие компрессорного колеса при инструментальном контроле, даже

в случае отсутствия износа деталей, потребует повторной балансировки вала турбокомпрессора, что увеличит время и стоимость диагностирования или ремонта.

Текущий уровень применяемых технологий не позволяет проводить проверку безразборными методами. При достижении зазора выше предельного возможно касание колес турбины или компрессора корпусных деталей узла в случае возникновения помпажных явлений, прецессии вала или вибрации (рис. 3). При наличии данного факта ремонт турбокомпрессора во многих случаях является экономически нецелесообразным [3].



Рис. 3. Дефекты ТКР

Разработка безразборного метода контроля зазора в подшипниках скольжения турбокомпрессоров на основе определения их расходных характеристик расширяет возможности контроля работоспособности подшипникового узла непосредственно при эксплуатации двигателя. Обзор литературных источников

по данной тематике подтверждает актуальность разработки подобных методик.

В процессе анализа исследовательских работ [4-12] показано, что существующие исследования в области изучения или моделирования характеристик подшипникового узла, процессов его смазки построены на использовании уравнения Рейнольдса, что применимо для решения задач проектирования при создании новых конструкций подшипниковых узлов. Однако использование этой модели для целей экспресс-контроля технического состояния подшипникового узла при техническом сервисе мобильной техники в сельском хозяйстве затруднено по причине необходимости накопления с различных датчиков большого количества оперативной информации, что в конечном счёте усложняет технологию диагностирования ТКР. В этой связи нами выдвинута научная гипотеза – оценивать техническое состояние подшипникового узла турбокомпрессора и аналогичных агрегатов методом подачи масла через зазор подшипника с помощью специального стендового устройства при остановленном двигателе. Теоретическое описание движения потока жидкости в подшипниковом узле может быть значительно упрощено на основе использования уравнений Гагена-Пуазейля.

Цель исследований – моделирование процесса маслоснабжения радиального подшипника турбокомпрессора ТКР 6.1 в среде MATLAB

Simulink с целью определения возможности применения уравнения Гагена-Пуазейля для диагностирования радиального подшипника ТКР.

Материалы и методы исследования

Для подтверждения гипотезы о возможности применения уравнения Гагена-Пуазейля при диагностировании радиального подшипника ТКР было осуществлено моделирование процесса маслоснабжения подшипника скольжения в программном комплексе Matlab Simulink. Была сформирована модель процесса маслоснабжения в радиальном подшипнике турбокомпрессора ТКР 6.1 (рис. 4).

В состав модели входит ряд блоков, в том числе блок, моделирующий работу привода гидравлического насоса. В качестве привода используется модель электрического двигателя. Насос и электродвигатель соединены посредством упругой муфты. Блок имеет возможность регулировки скорости вращения вала электродвигателя.

В качестве гидравлического насоса в модели выступает насос с фиксированным рабочим объемом, приводимый в действие источником угловой скорости (рис. 5 а).

Этот блок моделирует работу насоса с постоянным объемным перемещением, который преобразует механическую энергию в гидравлическое давление. Модель учитывает потери из-за утечек и момента трения. Насос может работать как в прямом,

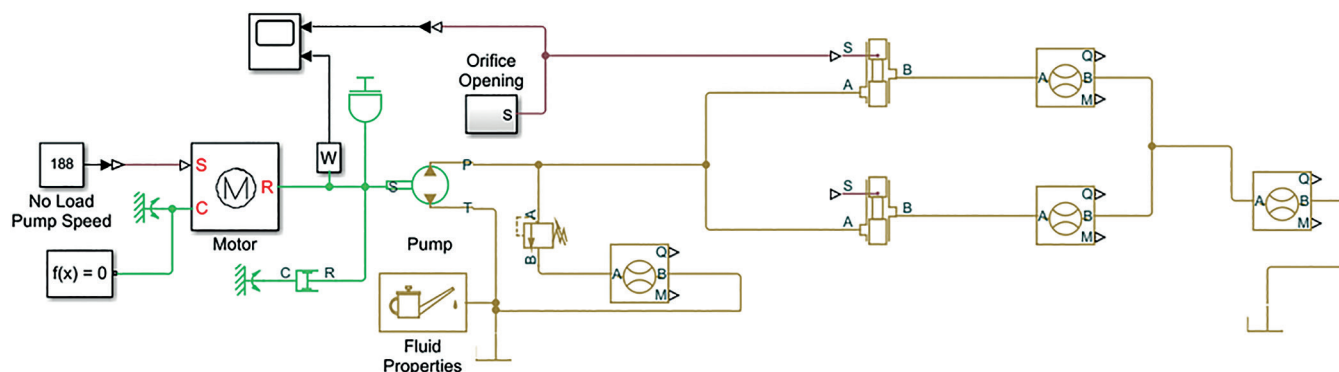


Рис. 4. Модель, имитирующая маслоснабжение в радиальный подшипник ТКР 6.1

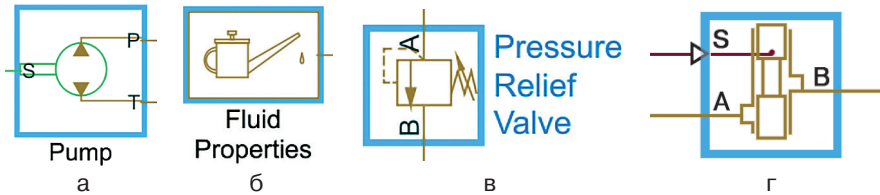


Рис. 5. Блоки модели, имитирующей работу маслоподачи в радиальный подшипник ТКР 6.1:

а – насос с фиксированным рабочим объемом; б – блок рабочей жидкости; в – гидравлический клапан сброса давления; г – элемент, имитирующий радиальный подшипник турбокомпрессора

так и в обратном направлении в зависимости от вращения вала. Также он может работать как двигатель, приводящий в движение вал. Соединения Р и Т представляют собой отверстия для подключения гидравлических объектов, связанные соответственно с выпуском и впуском насоса. Соединение S представляет собой элемент, связанный с приводом насоса. Положительное соединение блока назначается при условии подачи от порта Т к порту Р. Это означает, что насос перекачивает жидкость от Т к Р, если вал S вращается в положительном направлении.

Насос осуществляет забор жидкости из блока рабочей жидкости (см. рис. 5б). Жидкость назначается для всех компонентов, собранных в контуре модели. Обнаружение контура выполняется автоматически, и блок считается частью контура, если он гидравлически соединен по крайней мере с одним из его компонентов. Блок предлагает широкий выбор жидкостей в качестве рабочей. Пользовательская жидкость назначается с помощью блока пользовательских гидравлических жидкостей из библиотеки Simscape foundation. В модели было выбрано масло SAE 30.

Гидравлический клапан сброса давления представлен в виде модели клапана, изображенного на рис. 5в. Клапан остается закрытым, пока давление на его входе ниже заданного. При достижении заданного давления элемент регулирования величины, клапан осуществляет перепуск избыточного давления путем отвода жидкости в резервуар, тем самым снижая давление на вхо-

де. Если этого расхода недостаточно и давление продолжает расти, площадь отверстия для сброса давления увеличивается до тех пор, пока регулирующий элемент не достигнет своего максимума. Соединения А и В представляют собой отверстия для сохранения гидравлических характеристик. Положительное направление блока – от порта А к порту В.

В качестве элемента, имитирующего радиальный подшипник турбокомпрессора, был принят блок (рис. 5г), имитирующий переменное отверстие типа кольцевой зазор. Предполагается, что радиальный зазор между трубкой и вставкой и его осевая длина существенно меньше диаметра вставки, в результате чего режим потока все время остается ламинарным. Расход вычисляется с использованием уравнения Гагена-Пуазейля. Соединения А и В представляют собой гидравлические предохранительные отверстия, связанные с входным и выходным отвер-

стиями соответственно. ConnectionS – физический сигнальный порт, который управляет перемещением вставки. Положительное направление блока – от порта А к порту В. Положительный сигнал на портах увеличивает или уменьшает перекрытие в зависимости от значения параметра ориентации отверстия.

Результаты исследований и обсуждение

Представим результаты моделирования расхода масла SAE 30 через радиальный подшипник ТКР 6.1 при давлении 0,3 МПа и изменении температуры масла от 30 до 90°C (вязкость от 167,2 до 15 сСт) для различных значений суммарных зазоров радиального подшипника ТКР 6.1 (рис. 6).

Из графика видно, что значения расхода жидкости через подшипниковый узел экспоненциально возрастают как в зависимости от суммарного зазора в подшипниковом узле, так и при возрастании температуры масла, что объясняется вязкостно-температурными свойствами используемого масла. При этом для предельного зазора в 0,24 мм расход масла достигал значений около 450 мл/мин при температуре жидкости в контуре 90°C.

Представим значения расхода масла в виде лепестковой диаграммы, из которой можно выделить область допустимых значений расхода

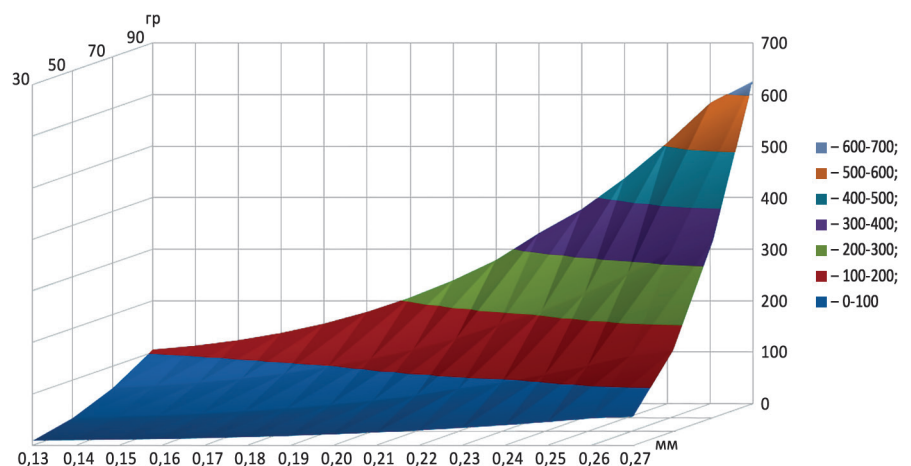


Рис. 6. Результаты моделирования расхода жидкости через радиальный подшипник ТКР 6.1

масла через радиальный подшипник ТКР 6.1 (рис. 7). Нахождение данного показателя вне данной области может свидетельствовать о наличии неисправности в подшипнике. Данной диаграммой удобно пользоваться при достижении контроля давления масла в смазочной системе и мониторинга температуры масла.

Представим результаты моделирования расхода масла SAE 30 через радиальный подшипник ТКР 6.1 при варьировании давле-

ния от 0,1 до 0,4 МПа и температуре масла 90°C (вязкость 15 сСт) – рис. 8.

Из графика видно, что расход жидкости через подшипниковый узел линейно возрастает при росте давления в контуре смазки и экспоненциально возрастает от суммарного зазора в подшипниковом узле. При этом для предельного зазора в 0,24 мм расход масла достигал значений около 570 мл/мин при температуре жидкости в контуре 90°C и давлении 0,4 МПа.

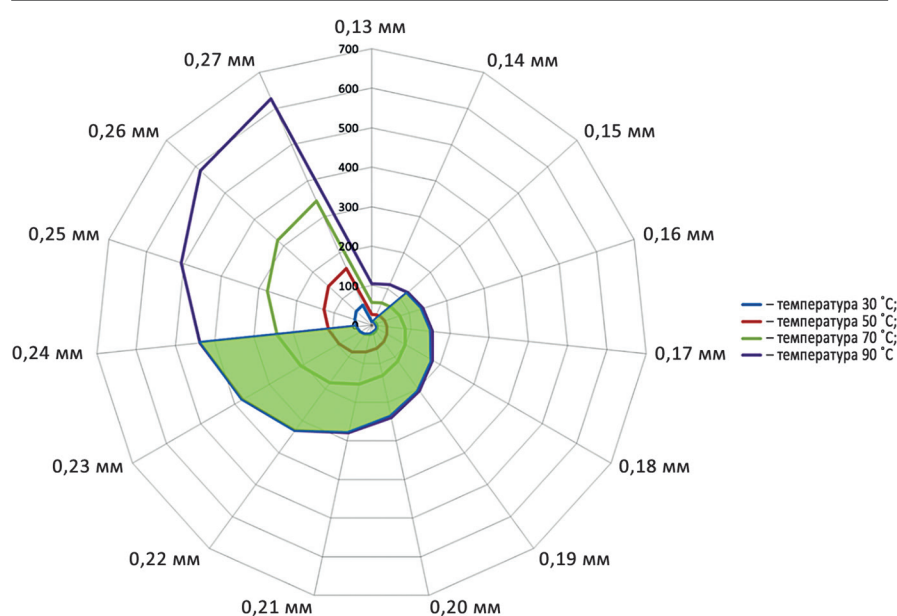


Рис. 7. Результаты моделирования расхода жидкости через радиальный подшипник ТКР 6.1

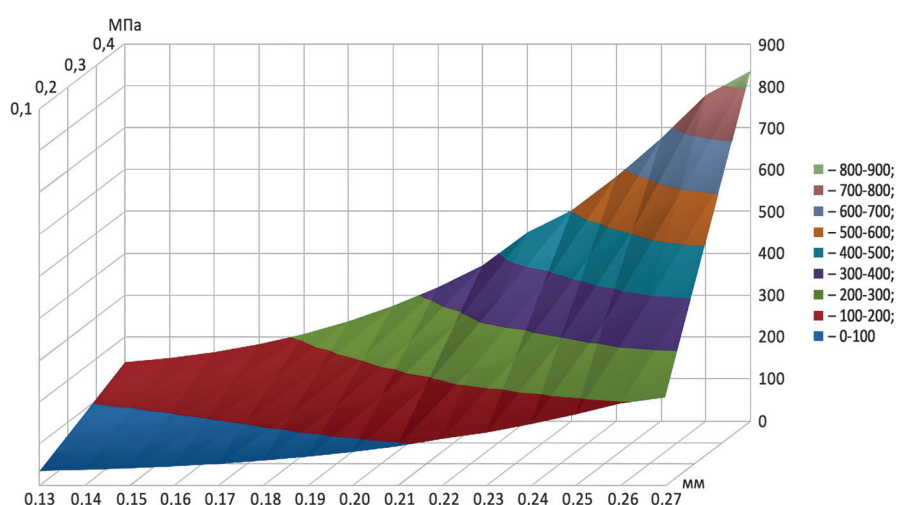


Рис. 8. Результаты моделирования расхода жидкости через радиальный подшипник ТКР 6.1 при изменении давления в системе

Аналогично представим значения расхода масла в виде лепестковой диаграммы (рис. 9), из которой можно выделить область допустимых значений расхода масла через радиальный подшипник ТКР 6.1 при варьировании давления в контуре.

Нахождение расхода масла вне данной области может свидетельствовать о наличии неисправности в подшипнике. Данной диаграммой удобно пользоваться при достижении контроля над вязкостно-температурными свойствами масла и осуществлении мониторинга его давления в системе.

Представленные результаты подтверждают возможность создания специальных устройств для осуществления контрольно-диагностических функций при техническом сервисе турбокомпрессоров автотракторной техники.

Выводы

1. Оценивать техническое состояние подшипникового узла турбокомпрессора и аналогичных агрегатов возможно методом подачи масла через зазор подшипника с помощью специального стендового устройства при остановленном двигателе на основе использования уравнений Гагена-Пуазейля.

2. Разработана модель процесса маслоснабжения подшипника скольжения в программном комплексе Matlab Simulink для турбокомпрессора ТКР 6.1.

3. Получены результаты моделирования расхода масла через подшипниковый узел при варьировании температуры масла от 30 до 90°C (вязкость от 167,2 до 15 сСт) для различных значений суммарных зазоров радиального подшипника ТКР 6.1 и давления от 0,1 до 0,4 МПа при температуре масла 90°C (вязкость 15 сСт).

4. Результаты исследования указывают на возможность использования разработанного метода для определения суммарного зазора подшипникового узла турбокомпрессора при построении аппаратно-программных комплексов для исследо-

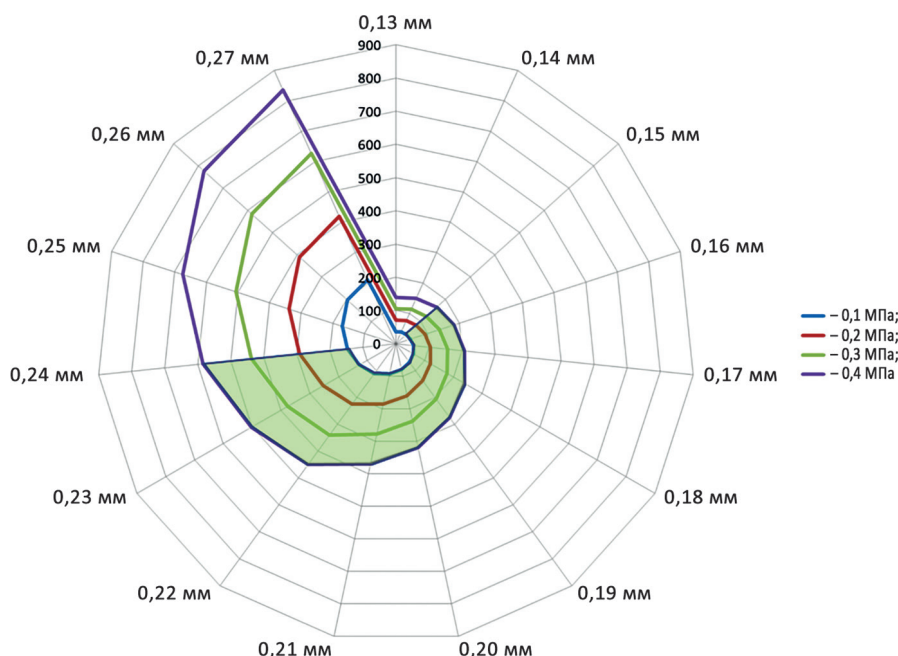


Рис. 9. Результаты моделирования расхода жидкости через радиальный подшипник ТКР 6.1 при изменении давления в системе

вания, диагностирования и экспертизы турбокомпрессоров и других подобных агрегатов безразборным методом.

Список

использованных источников

1. Курбаков И.И. Совершенствование методов и средств диагностирования турбокомпрессоров двигателей мобильной сельскохозяйственной техники : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : дис. ... канд. техн. наук. Саранск, 2014. 150 с. EDN UUIPER.
2. Овчинников А.Ю. Разработка стратегии выбора ремонтно-восстановительных воздействий для обеспечения работоспособности турбокомпрессоров двигателей внутреннего сгорания (на примере семейства турбокомпрессоров ТКР-6) : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : дис. ... канд. техн. наук. Саранск, 2015. 205 с. EDN YTHNKR.
3. Ремонт турбокомпрессоров двигателей сельскохозяйственной техники / П.П. Лезин, В.А. Комаров, В.В. Власкин, А.Ю. Овчинников // Техника и оборудование для села. 2017. № 8. С. 40-45. EDN ZHJXDR.

4. Li S.S., Wang W.Z., Kong L.J. Effects of oil feeding on lubrication performance in point contacts of micro-textured surfaces // Tribology. № 32 (2012). 444-451.
5. Yang P., Cui J.L., Kaneta M., et al. Analysis of oil supply conditions for elastohydrodynamic lubrication in line contacts // Tribology. № 26 (2006). 242-246.
6. Masjedi M., Khonsari M.M. A study on the effect of starvation in mixed elastohydrodynamic lubrication // Tribology International. № 85(2015). 26-36.
7. Peng L., Wang L., Qin Z., Zheng H., Shi Z. Oil-film forming behavior of floating ring bearing under oil-starved lubrication, Wear (2023), doi: <https://doi.org/10.1016/j.wear.2023.204806>.
8. Luboš Smolík, Michal Hajžman, Miroslav Byrtus, Investigation of bearing clearance effects in dynamics of turbochargers, International Journal of Mechanical Sciences, Volume 127, 2017, Pages 62-72, ISSN 0020-7403, <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2016.07.013>.
9. Wang L., Bin G., Li X., Zhang X. Effects of floating ring bearing manufacturing tolerance clearances on the dynamic characteristics for turbocharger. Chin J Mech Eng 2015;28:530-40.
10. Tian L., Wang W. J., Peng Z.J. Effects of bearing outer clearance on the dynamic behaviours of the full floating ring bearing supported turbocharger

rotor. Mech Syst Signal Process 2012; 31:155-75.

11. Zhang H., Shi Z., Zhen D., Gu F., Ball A. Stability analysis of a turbocharger rotor system supported on floating ring bearings. J Phys Conf Ser 2012; 364: 1495-511.

12. Papadopoulos C.A., Nikolakopoulos P.G., Gounaris G.D. Identification of clearances and stability analysis for a rotor-journal bearing system. Mech Mach Theory. 2008; 43:411-26.

Substantiation of the Possibility of Diagnosing the Bearing Assembly of a Turbo-compressor by Consumption Characteristics in the MATLAB Environment

I.I. Kurbakov,
A.P. Inshakov,
M.S. Kurbakova, G.S. Grebentsov
(Department of MES and SHM named after Prof. A.I. Leshchankin
FGBOU VO "Moscow State
University. N.P. Ogaryov")

Summary: The simulation of the process of oil supply of a plain bearing TKR 6.1 was carried out in the Matlab Simulink software package. Values of liquid consumption – oil SAE 30 at a pressure of 0.3 MPa were obtained with a change in its temperature from 30 to 90°C (viscosity from 167.2 to 15.0 cSt) for various values of the total clearances of TKR 6.1, as well as the values of the liquid flow when modeling pressure in the unit from 0.1 to 0.4 MPa and oil temperature 90°C (viscosity 15.0 cSt). The presented results indicate the possibility of using this method to determine the total clearance of the turbocharger bearing assembly when building hardware and software systems for the study, diagnosis and examination of turbochargers and other similar units using the CIP method.

Key words: fluid flow, total clearance, bearing assembly, turbocharger.



УДК 631.3

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-36-40

Расчет производительности фрезерного измельчителя зерна

С.Ю. Булатов,

д-р техн. наук,
доц., проф. кафедры,
bulatov_sergey_urevich@mail.ru
(ГБОУ ВО НГИЭУ);

А.Ю. Исупов,

канд. техн. наук,
ст. науч. сотр.,
isupoff.aleks@yandex.ru
(ФАНЦ «НИИСХ Северо-Востока»);

В.Н. Нечаев,

канд. техн. наук,
доцент кафедры,
nechaev-v@list.ru

С.Л. Низовцев,

аспирант,
9910250@mail.ru
(ГБОУ ВО НГИЭУ);

А.Г. Сергеев,

канд. техн. наук,
ген. директор,
office@dozaagro.ru
(ООО «Доза-Агро»)

Аннотация. Предложена методика расчета теоретической производительности фрезерного измельчителя зерна. В графическом виде представлена сходимость теоретических расчетов и результатов эксперимента. Приведен трехмерный график, характеризующий изменения теоретической производительности измельчителя от частоты вращения фрезы и диаметра отверстий решета. Определены оптимальные параметры, при которых наблюдается максимальная производительность фрезерного измельчителя зерна.

Ключевые слова: зерно, измельчитель, расчет, сходимость, теоретическая производительность.

Постановка проблемы

Зерно является неотъемлемой частью рациона сельскохозяйственных животных и птицы [1-3]. В некоторых европейских странах, Америке зерновые подвергают обработке паром, так как, согласно исследованиям, в этом случае выделяется меньшее количество пыли [4-6]. В России зерно перед скормливанием традиционно подвергают измельчению в молотковых дробилках [7-12]. Изучению рабочего процесса таких машин посвящено большое количество работ, направленных главным образом на изучение конструктивных и технологических параметров [8-10, 13-15]. Однако дробилки, в которых измельчение зерна осуществляется резанием, облада-

ют меньшими удельными энергозатратами, а в готовом корме наблюдается меньшее количество пыли [16-18].

Предложена конструкция измельчителя зерна, рабочим органом которого является фреза [19]. Один из важных показателей работы измельчителя – производительность. Особенно актуальны теоретические зависимости, позволяющие спрогнозировать поведение данного показателя в зависимости от влияющих на него факторов.

Цель исследования – определение теоретической производительности фрезерного измельчителя в зависимости от его технологических и конструктивных параметров.

Материалы и методы исследования

Расчеты проводились для разработанного опытного образца фрезерного измельчителя [20]. При проведении расчетов введены следующие допущения и предположения:

- давление столба зернового материала на вертикальную стенку корпуса измельчителя имеет гидростатический характер;
- сепарируемый состав зернового материала, находящегося в межзубовом пространстве фрезы, однороден;
- сепарируемую частицу представим в виде шарика с эквивалентным диаметром d_3 ; внутренним трением частиц друг о друга пренебрегаем;
- считаем, что зерновой материал заполняет межзубовое пространство фрезы полностью, изменяется лишь высота его столба;
- насыпная плотность зернового материала постоянна;
- скважностью насыпного материала пренебрегаем;
- цилиндрическое решето с линейными размерами A и B будет иметь i вертикальных линий и j горизонтальных линий с отверстиями;
- ось вращения фрезы и ось цилиндрического решета соосны;
- зазор между ножом фрезы и стенкой корпуса (решетом) значительно меньше эквивалентного диаметра частиц d_3 , поэтому им можно пренебречь.

Рассмотрим межзубовое пространство фрезы, представляющее собой прямую треугольную призму высотой H , вращающуюся с постоянной угловой скоростью ω . Объем межзубового пространства фрезы заполнен зерновым материалом с эквивалентным диаметром частиц d_3 . Причем величина незаполненного объема призмы имеет высоту h . Основание призмы представляет собой сектор с центральным углом α и сторонами

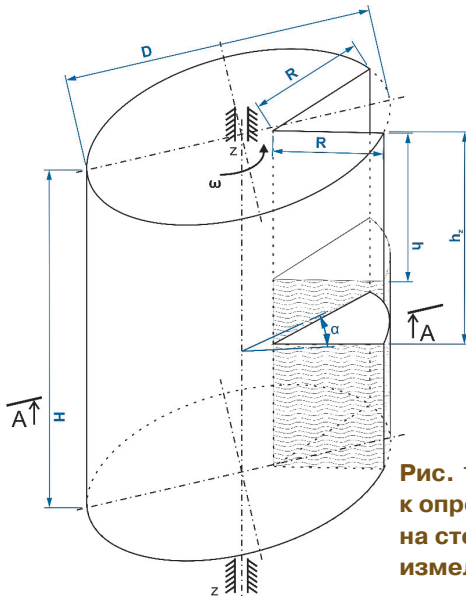


Рис. 1. Расчетная схема к определению силы давления на стенку (решето) корпуса измельчителя

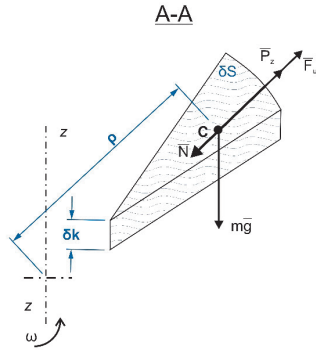


Рис. 2. Схема расположения частицы на решете измельчителя

(радиусом) R , центр C которого находится на расстоянии ρ от оси вращения фрезы (рис. 1).

Выделим в межузбовом пространстве элементарный слой зернового материала, находящийся на глубине $\Delta h = H - h_z$, и определим силу давления, оказываемую на элементарную площадку стенки:

$$N - (F_{CT} + F_{II}) = 0, \quad (1)$$

где $N = F_{д}$ – нормальная реакция стенки или сила давления на стенку (решето);

F_{CT} – сила гидростатического давления, действующая на стенку (решето);

F_{II} – центробежная сила слоя материала, действующая на стенку (решето).

Выразим силу давления на стенку (решето) и перепишем уравнение (1):

$$\begin{aligned} F_{д} &= \gamma g \Delta h \delta s + \gamma \omega^2 \rho \delta V = \\ &= \gamma \left(g \Delta h \frac{D}{2} \delta \alpha + \omega^2 \rho \left(\sqrt{R^4 \left(\left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^2 - \left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^4} \right) + \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \frac{D}{2} \left(\alpha - \frac{D}{4} \cos \frac{\alpha}{2} \right) \right) \right) \delta k, \end{aligned} \quad (2)$$

где γ – насыпная плотность зернового материала;

Δh – текущая глубина зернового материала;

δs – элементарная площадка на цилиндрической вертикальной стенке (решето);

ω – угловая скорость вращения фрезы;

ρ – расстояние от оси вращения до точки центра масс слоя зернового материала в межузбовом пространстве фрезы;

δV – объем элементарного слоя материала

$$\delta V = \delta S \delta k, \quad (3)$$

где δk – элементарная высота слоя материала;

δS – площадь сектора (межузбового пространства);

$$\begin{aligned} \delta S &= \sqrt{R^4 \left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^2 \left(1 - \left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^2 \right)} + \\ &+ \left(\frac{D}{2} \alpha - \frac{D^2}{8} \cos \frac{\alpha}{2} \right). \end{aligned} \quad (4)$$

Частица с эквивалентным диаметром $d_э$ соприкасается с поверхностью решета, имеющего отверстия диаметром D_p и шаг отверстий t согласно ГОСТ 58488-2019. Определим время, необходимое для прохождения частицы через отверстие. Варианты нахождения частицы представлены на рис. 2.

Второй закон Ньютона для рассматриваемой схемы имеет вид:

$$m \bar{a}_r = \bar{F}_{д}, \quad (5)$$

где $\bar{F}_{д}$ – сила давления слоя материала на частицу, определяемая по выражению

$$m \left(\frac{v_k^2}{2} - \frac{v_0^2}{2} \right) = \Sigma A (F^e) = F_{д} l, \quad (6)$$

где l – перемещение слоя материала через отверстие $l = d_э$;

v_k – скорость, приобретаемая слоем материала при перемещении на расстояние l ;

$v_0 = 0$ – начальная скорость материала.

Преобразуем выражение (6):

$$\begin{aligned} \gamma V \frac{v_k^2}{2} &= \\ &= \gamma \left(g \Delta h \frac{D}{2} \alpha + \omega^2 \rho \left(\sqrt{R^4 \left(\left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^2 - \left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^4} \right) + \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + \frac{D}{2} \left(\alpha - \frac{D}{4} \cos \frac{\alpha}{2} \right) \right) \right) d_э^2. \end{aligned} \quad (7)$$

Из выражения (7) выразим конечную скорость частицы:

$$v_k = \sqrt{\frac{2d_3 \left(g\Delta h \frac{D}{2} \alpha + \omega^2 \rho \left(\sqrt{R^4 \left(\left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^2 - \left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^4} \right) + \frac{D}{2} \left(\alpha - \frac{D}{4} \cos \frac{\alpha}{2} \right) \right)}{\sqrt{R^4 \left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^2 \left(1 - \left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^2 \right) + \left(\frac{D}{2} \alpha - \frac{D^2}{8} \cos \frac{\alpha}{2} \right)}}} = \sqrt{2d_3 \left(\frac{g\Delta h \frac{D}{2} \alpha}{S} + \omega^2 \rho \right)}. \quad (8)$$

Положение отверстия решета в начале сектора межзубового пространства по ходу движения (точка А), т.е. над перемычкой решета или над отверстием, можно определить исходя из положения точки В:

$$L = R\alpha, \quad (9)$$

где L – длина дуги окружности межзубового пространства.

Длина перемычки определяется исходя из известных конструктивных параметров решета:

$$l_{\Pi} = t - l_{от}, \quad (10)$$

где l_{Π} – длина перемычки в решете с круглыми и продолговатыми отверстиями;

t – шаг отверстий;

$l_{от}$ – длина продолговатого или диаметр круглого отверстия.

Если точка В попадает на отверстие, то длина L определяется исходя из условия

$$\begin{cases} \lim_{m \rightarrow +\infty} Ml_{\Pi} + Nl_{от} = L \\ n \rightarrow +\infty \\ Z \in \{M, N\} \\ N - 1 \leq M \leq N \end{cases}, \quad (11)$$

где M, N – количество перемычек и отверстий соответственно, представляющее собой целые числа.

Если точка В попадает на перемычку, то длина L находится из условия

$$\begin{cases} \lim_{m \rightarrow +\infty} Ml_{\Pi} + Nl_{от} = L \\ n \rightarrow +\infty \\ Z \in \{M, N\} \\ M - 1 \leq N \leq M \end{cases}, \quad (12)$$

Время, необходимое для прохождения пути до последнего отверстия, составит

$$T_{пов} = \frac{Ml_{\Pi} + Nl_{от}}{\omega}. \quad (13)$$

Время, необходимое для прохода частицы через отверстие $T_{пр}$ найдем, воспользовавшись теоремой об изменении количества движения материальной точки, которое запишется как:

$$\begin{aligned} \gamma V v_k = \\ = \gamma \left(g\Delta h \frac{D}{2} \delta \alpha + \omega^2 \rho \left(\sqrt{R^4 \left(\left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^2 - \left(\cos \frac{\alpha}{2} \right)^4} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{D}{2} \left(\alpha - \frac{D}{4} \cos \frac{\alpha}{2} \right) \right) \right) \delta k T_{пр}. \end{aligned} \quad (14)$$

Причем должно выполняться условие $T_{пр} \geq T_{пов}$. Выразим из уравнения (13) время прохода частицы через отверстие:

$$T_{пр} = \frac{S v_k}{g\Delta h \frac{D}{2} \delta \alpha + \omega^2 \rho S}. \quad (15)$$

С учетом уравнения (7) выражение (14) примет вид:

$$T_{пр} = \frac{S \sqrt{2d_3 \left(\frac{g\Delta h \frac{D}{2} \alpha}{S} + \omega^2 \rho \right)}}{g\Delta h \frac{D}{2} \delta \alpha + \omega^2 \rho S}. \quad (16)$$

Время, необходимое для прохождения зубом пути АВ, составит

$$t_{\Pi} = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{30\alpha}{\pi n}, \quad (17)$$

где n – частота вращения фрезы.

Результаты исследований и обсуждение

Количество частиц, прошедших через отверстие, определится по выражению

$$M = \left\lfloor \frac{T_{пр}}{t_{\Pi}} \right\rfloor, \quad (18)$$

где $\lfloor \rfloor$ – математическая операция округления до ближайшего целого числа вниз.

Суммарное количество частиц, прошедших через решето, может быть найдено по формуле

$$\Sigma M = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{21} & \dots & M_{1j} \\ M_{21} & M_{22} & \dots & M_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ M_{i1} & M_{i2} & \dots & M_{ij} \end{bmatrix}, \quad (19)$$

где M_{ij} – количество частиц, прошедших через отверстие в i -м вертикальном и j -м горизонтальном ряду.

Так как измельчение осуществляется в результате защемления зерновки между лезвием фрезы и противорезом, то предположим, что измельчение зернового материала в измельчителе осуществляется в один слой. При этом определим наибольшее число частиц слоя измельченного материала N с округлением до ближайшего целого числа вниз при $N > 0$ с эквивалентным диаметром частиц d_3 .

$$N = \left\lfloor \frac{L - d_3/2}{d_3} \right\rfloor, \quad (20)$$

где L – наименьшая величина длины зуба фрезы или противореза.

При этом

$$\sum M \leq N. \quad (21)$$

Производительность измельчителя определим в результате подсчета количества просеявшихся частиц:

$$Q = m_{\text{ч}} K N \sum M, \quad (22)$$

где $m_{\text{ч}}$ – усредненная масса частицы, связанная с массой зерновки выражением

$$m_{\text{ч}} = m_3 \frac{V_{\text{ч}}}{V_3} = m_3 \left(\frac{d_{\text{ЭКВ.Ч}}}{d_{\text{ЭКВ.З}}} \right)^3, \quad (23)$$

где $V_{\text{ч}}$, V_3 – объемы частицы и зерновки с эквивалентными диаметрами $d_{\text{ЭКВ.Ч}}$ и $d_{\text{ЭКВ.З}}$ соответственно;

m_3 – усредненная масса зерновки;

K – количество зубьев фрезы.

По полученным теоретическим зависимостям (22) проведены расчеты при следующих принятых параметрах: фреза $\varnothing 90$ мм с 14 зубьями, решето $\varnothing 91$ мм, шириной 47,65 мм, высотой 95 мм. Расчеты проводились для ячменя, насыпная плотность зерна которого составила 650 кг/м³, эквивалентный диаметр зерновки 4,32 мм, масса 4,06 г. В расчетах учитывали тип решета (1а по ГОСТ 58488-2019), диаметр его отверстий 5,5 мм.

Предварительно были проведены опыты по изучению влияния частоты вращения фрезы на производительность измельчителя и эквивалентный диаметр частиц готового продукта. Далее значения эквивалентного диаметра подставлялись в выражение (23) и проводился расчет теоретической производительности измельчителя. Результаты расчетов, а также экспериментов представлены на рис. 3.

Как видно из графиков, кривая носит параболический характер, что объясняется соотношением влияния линейной скорости частицы и центробежной силы, действующей на нее. Минимальная теоретическая производительность измельчителя наблюдается при частоте вращения 2500-2700 мин⁻¹, максимальная – при минимальной частоте. Как видно из графиков, средняя сходимость теоретических и опытных данных составляет 92 %.

Подставляя данные эквивалентного диаметра для решета с диаметром отверстий 5,5 мм, определена теоретическая производительность измельчителя при использовании решет с отверстиями диаметрами от 3 до 6 мм. Результаты расчетов представлены в виде графика (рис. 4).

Анализ построенной поверхности показывает, что производительность измельчителя растет с уменьшением диаметра отверстий. Это объясняется тем, что с уменьшением диаметра отверстий растет их количество. Теоретическая производительность измельчителя в рассматриваемом диапазоне изменяется от 25 до 65 кг/ч.

Для увеличения производительности измельчителя с теоретической точки зрения необходимо увеличивать количество противорезов с выполнением после них решет, а измельчение проводить при частоте вращения 1500-1800 мин⁻¹.

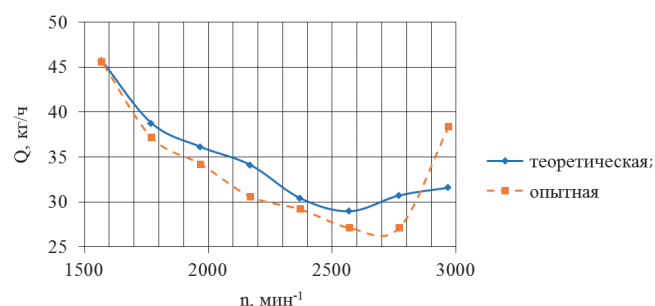


Рис. 3. Изменение теоретической и опытной производительности измельчителя зерна в зависимости от частоты вращения фрезы при диаметре отверстий решета 5,5 мм

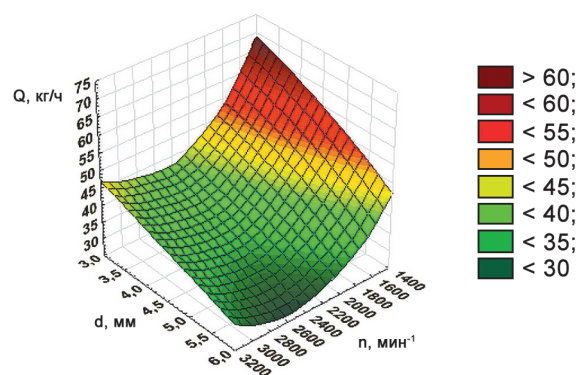


Рис. 4. Теоретическая зависимость пропускной способности решета

Выводы

1. Предложена методика по определению теоретической производительности фрезерного измельчителя зерна в зависимости от конструктивных и технологических параметров его фрезы.

2. Проведенные исследования показали, что производительность фрезерного измельчителя растет со снижением частоты вращения фрезы и уменьшением диаметра отверстий решета.

3. Получены следующие результаты: расчетная производительность фрезерного измельчителя при диаметре отверстий решета от 3 до 6 мм и частоте вращения фрезы от 1400 до 3000 мин⁻¹ изменяется в пределах 25-65 кг/ч.

Список

использованных источников

1. Nikkhah A. Postmodern management of starchy grains for ruminants: A barley grain perspective // Rus Agric Sci, 2012. 38:14-21.
2. National Research Council: Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th edition. Washington, D.C: National Academy Press, 2000.
3. Nikkhah A. Barley grain for rumen and ruminants: Over-modernized uses of an inimitable fuel // In Barley: Production, Cultivation and Uses. Edited by Elfson SB. NY, USA: Nova Science Publishers, Inc; 2011:247-258.

4. **Yang W.Z., Beauchemin K.A., Rode L.M.** Effects of barley grain pro-cessing on extent of digestion and milk production of lactating cows. J Dairy Sci. 2000; 83:554-568.

5. **Zinn R.A.** Influence of processing on the comparative feeding value of barley for feedlot cattle. J AnimSci. 1993; 71:3-10.

6. **Anderson V., Schroeder J.W.** Feeding barley to dairy cattle. Fargo, North Dakota: North Dakota State University Extension Service. 2010.

7. **Яровой М.Н.** Молотковая дробилка для фуражного зерна с конусным сепаратором // Технологии и товароведение с.-х. продукции. 2021. № 2 (17). С. 97-101.

8. Обоснование конструкции молотковой дробилки с возможностью регулирования параметров искусственно создаваемой рабочей атмосферы / Ф.А. Киприянов [и др.] // Вестн. АПК Верхневолжья. 2021. № 4 (56). С. 76-82.

9. **Искаков Р.М., Исенов С.С., Заичко Г.А.** Системный анализ ударно-раскалывающего измельчения в молотковой дробилке / Тр. Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова. 2021. № 3 (84). С. 54-60.

10. Nitrogening hammers of the grain crusher of the aknar poultry factory / V.S. Portnov [и др.] // Material and Mechanical Engineering Technology. 2021. Т. 1. № 1. С. 9-13.

11. **Широбоков В.И., Фёдоров О.С., Ипатов А.Г.** Анализ качества измельчённого зерна при использовании дробилок открытого и закрытого типов // Вестн. Ижевской ГСХА. 2019. № 2 (58). С. 69-74.

1. **Савиных П.А., Булатов С.Ю., Миронов К.Е.** Влияние конструктивно-технологических параметров дробилки зерна ударно-отражательного действия на ее энергетические показатели // Энергообеспечение и энергосбережение в сел. хоз-ве : тр. Междунар. науч.-техн. конф. 2014. Т. 3. С. 142-148.

12. **Садов В.В., Сорокин С.А.** Повышение эффективности измельчения зерновых компонентов за счет оптимальной загрузки молотковой дробилки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 3 (197). С. 100-106.

13. **Прейс В.В., Журавлев А.А.** Обоснование рационального скоростного режима работы молотковой дробилки по критерию удельной энергоемкости процесса измельчения // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. № 6. С. 23-28.

14. **Oded Ben-Nun and Itai Einav.** The role of self-organization during confined comminution of granular materials // Philosophical transactions of the royal society. Published 13 January 2010.

15. **Нанка О.В.** Способы механического воздействия при измельчении фуражного зерна и их энергетическая оценка // Агротехника и энергообеспечение. 2014. № 1 (1). С. 204-209.

16. **Острецов В.Н., Сухляев В.А.** Исследование энергосберегающего метода разрушения зерна // Молочнохозяйственный вестник. 2013. № 1 (9). С. 2936.

17. **Сыроватка В.И., Сергеев Н.С.** Исследование процесса динамического резания семян рапса и фуражного зерна // Вестн. МГАУ. 2008. № 1 (26). С. 54-59.

18. **Сергеев А.Г., Булатов С.Ю., Нечаев В.Н., Низовцев С.Л.** Фрезерный измельчитель зерна // Сел. механизатор. 2022. № 5. С. 14-15.

19. **Миронов К.Е., Мансуров А.П., Низовцев С.Л.** Разработка конструкции стержневого измельчителя // Вестн. НГИЭИ. 2020. № 8 (111). С. 16-25.

Calculation of the Performance of a Milling Grinder

S.Yu. Bulatov
(GBOU VO NGIEU)

A.Yu. Isupov
(FANTS "NIISH of the North-East")

V.N. Nechaev, S.L. Nizovtsev
(GBOU VO NGIEU)

A.G. Sergeev
(LLC Doza-Agro)

Summary: A method for calculating the theoretical performance of a milling grain grinder is proposed. The graphical representation shows the convergence of theoretical calculations and experimental results. A three-dimensional graph is given that characterizes the change in the theoretical performance of the grinder while changing the speed of the cutter and the diameter of the sieve holes. The optimal parameters are determined at which the maximum productivity of the milling grain grinder is observed.

Key words: grain, grinder, calculation, convergence, theoretical performance.



УДК 631.348.8: 621.318.373

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-41-44

О влиянии спектральной чистоты электромагнитного поля на результат обеззараживания зерна

А.И. Пахомов,

д-р техн. наук,

AlivPx@mail.ru

(ФГБНУ «Аграрный научный центр
«Донской»)

Аннотация. Показаны преимущества спектрально чистых электромагнитных полей для целей обеззараживания, проанализированы возможные источники паразитных составляющих в спектре, оценено их влияние на клеточные биопроцессы. Критичность показателя спектральной чистоты по коэффициенту гармоник доказана в сравнительном эксперименте. Предложен фильтр, обеспечивающий снижение коэффициента гармоник и высокий результат обеззараживания.

Ключевые слова: монохроматическое поле, паразитные составляющие, коэффициент гармоник, стимуляция фитопатогенов, обеззараживающий эффект.

Постановка проблемы

В электрофизических методах обеззараживания – СВЧ-, ИК- и других используются несинусоидальные электромагнитные поля (ЭМП), спектр которых содержит множество гармоник и комбинационных составляющих [1]. По аналогии с оптикой можно говорить об отсутствии спектральной чистоты обеззараживающего поля, что критично для объекта воздействия – клеточных микроорганизмов. Действие не одной, а множества спектральных составляющих, частота и амплитуда которых отличаются на порядки, не позволяет рассчитывать на однозначный отклик живых клеток. Одни частоты обладают ингибирующими свойствами, другие – стимулирующими, третьи – индифферентны [1, 2].

Общий интегральный результат плохо предсказуем и, даже если в нём преобладает ингибирование, для получения значимого эффекта нужны длительные экспозиции (минуты, часы) и большие энергозатраты [1].

С целью преодоления указанных недостатков разработан и запатентован метод резонансно-низкочастотного (РНЧ) подавления фитопатогенов [3]. Он использует монохроматическую частоту из диапазона 0,3–1 кГц, совпадающую с собственной частотой гидратированных ионов микробных клеточных сред, в частности, K^+ , Na^+ [3, 4]. Принцип резонансного возбуждения ионов позволяет обеззараживать секундными экспозициями (2–5 с) с высокой производительностью и малыми энергозатратами. При этом комплексный показатель – коэффициент эффективности обеззараживания – на порядки превышает СВЧ и другие способы [1, 5].

Методы, использующие монохроматические низкочастотные поля в целях обеззараживания, неизвестны в мировой практике, в связи с чем патент [3] и биофизическая модель [4] представляют собой инновационный пионерский проект. Соответственно, исследования, относящиеся к данному проекту, обладают высокой новизной и актуальностью для создания действительно эффективных «зелёных» агротехнологий.

К важнейшему показателю метода РНЧ относится спектральная чистота рабочего поля. Нарушение этого показателя в виде различных побочных (паразитных) составляющих чревато отрицательными последствиями, упомянутыми для известных методов. Однако полу-

чить поле абсолютной спектральной чистоты в сельскохозяйственном оборудовании проблематично из-за неидеальности технических средств и прочих факторов. Практически достижимым решением следует считать снижение уровня паразитных составляющих до того минимума, когда их отрицательное влияние на результат уже не проявляется. Это определяет задачу и направление настоящего исследования.

Исходя из изложенного, объектом исследования выбрано монохроматическое низкочастотное поле, предметом – показатели его спектральной чистоты в их влиянии на результат обеззараживания.

Цель исследования – выявить источники высокочастотных паразитных составляющих спектра, оценить их влияние на результат обеззараживания, предложить технические решения для повышения спектральной чистоты резонансно-низкочастотного поля.

Материалы и методы исследования

Материалами для исследования послужили патент на способ подавления фитопатогенов [3], биофизическая модель резонансно-низкочастотного ингибирования [4], основные и некоторые специальные сведения из биологии и биофизики, литературные данные о воздействии ЭМП на микроорганизмы [6, 7], зерновой материал и населяющая его патогенная микрофлора, экспериментальные данные, полученные на предыдущих этапах исследований [2, 3, 5].

Методы исследования включали в себя оценку влияния электромаг-

нитных полей на живые микроорганизмы, факторный анализ возможных источников нарушения спектральной чистоты ЭМП, компьютерный спектральный анализ по методу БФП, лабораторный эксперимент по обеззараживанию зерна пшеницы, фитоэкспертизу по действующим госстандартам [8], разработку схемотехнических решений фильтра для устройства Е-поля.

Результаты исследований и обсуждение

Как установлено на предыдущих этапах исследований, наиболее эффективной реализацией метода РНЧ является устройство на основе электрической составляющей ЭМП, так называемого Е-поля [1, 5]. Способ создания Е-поля прост (рис. 1) и выгодно отличается от соленоида прямым и равномерным воздействием на гидратированные ионы [5]. Исходя из этого, дальнейший анализ целесообразно сосредоточить именно на Е-поле, имеющем свои особенности с точки зрения паразитных составляющих.

Две токопроводящие (медные) пластины устройства (см. рис. 1) имеют определённую аналогию с радиоантенной в виде двух синфазных полуволновых или четвертьволновых вибраторов. Разумеется, подобная «антенна» не имеет никакой точной настройки и согласования, но простейший расчёт показывает, что эта конструкция чувствительна к частотам в сотни мегагерц. За счёт достаточно большой площади пластин 1, 2 она, кроме того, способна «принимать» сигналы с вертикальной и горизонтальной поляризацией, а также кросс-поляризацией, используемой сотовыми станциями.

Таким образом, в зоне нахождения зерна и населяющих его фитопатогенов присутствуют наведённые поля ультрасверхвысокой частоты: радио и сотовой связи, помехи от импульсных источников питания, тиристорных преобразователей и т.п. Они спектрально загрязняют основное поле и ухудшают результат обеззараживания. Один из интересных механизмов подобного воз-

действия обнаружен в исследовании [6].

С помощью электронной микроскопии установлено, что радиоволновое облучение (2375 МГц) вызывает появление бактериальных клеток различного размера: нормального, но с разрушенной клеточной стенкой и наноклеток, как с клеточной стенкой, так и без неё. Наноклетки в дальнейшем не гибнут, а возвращаются к нормальному размеру: таким путём бактерии обеспечивают своё воспроизводство и рост [6]. Не исключено, что при малых уровнях воздействия сохраняются и обычные клетки, и образуются новые наноклетки, что усиливает негативный эффект стимуляции.

Стимулирующая активность низкочастотных СВЧ-полей находит подтверждение и в других исследованиях. Так, в работе [7] поток микроволнового излучения плотностью $0,4 \text{ мВт/см}^2$ вызывал рост штамма кишечной палочки *E. coli K12 TG1*. Авторы объясняют это изменением подвижности протонов и адсорбцией молекул воды на биополимерах и клетках. Весьма вероятно, что подобные процессы расширения адсорбированной фазы воды и «набухания» протекают в клетках фитопатогенов и

стимулируют их рост в зоне УВЧ-СВЧ наводок (см. рис. 1).

Наведённые извне поля – во многом случайный фактор, тогда как существуют и стабильные внутренние источники паразитных колебаний. К ним относятся генератор G (см. рис. 1) и усилитель низкой частоты (в составе генератора или отдельный) – устройства с неидеальной линейностью, продуцирующие собственные гармоники. Уровень последних оценивают по коэффициенту THD, который для современных генераторов и усилителей НЧ, в том числе цифровых, составляет десятые доли процента. Это означает, что паразитные колебания весьма малы, на три порядка меньше основной частоты по среднеквадратичным значениям амплитуд, но при основной частоте до 1 кГц [3] они затрагивают область высокой биологической чувствительности микроорганизмов – десятки килогерц. Так, известно, что частоты 30-100 кГц оказывают влияние на агрессию палочковидных бактерий и усиливают их размножение [6].

Обобщая изложенное, можно сделать два взаимосвязанных вывода:

- эффект стимуляции фитопатогенов возможен в разных полосах частот: от десятков килогерц до нескольких гигагерц;
- стимулирующие частоты в качестве паразитных помех присутствуют в монохроматическом Е-поле и способны противодействовать ингибированию основной частотой.

Негативное влияние паразитных составляющих неоднократно наблюдалось в обеззараживающих опытах, когда без принятия специальных мер содержание патогенной микрофлоры в зерне не уменьшалось, а росло. Чтобы выявить причину этого проводились спектральные измерения и разрабатывались фильтры, очищающие сигнал и создаваемое им Е-поле от нежелательных компонентов. Накопленные данные имеют смысл проиллюстрировать на характерном примере с одинаковым обрабатываемым материалом и параметрами воздействия, отличающимися только коэффициентом THD.

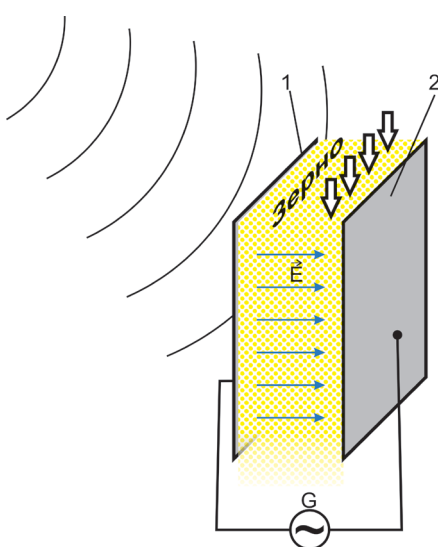


Рис. 1. Обеззараживающее Е-поле и внешние наводки:

1, 2 – токопроводящие пластины;
G – генератор синусоидальных колебаний

Эксперимент, о котором идёт речь, представлял собой поточную обработку зерна пшеницы Крса Дона [8] производительностью 400 кг/ч при частоте рабочего поля 600 Гц и температуре 20°C. Варьируемым параметром служил коэффициент гармоник THD, выходной функцией – общая заражённость материала грибково-бактериальной микрофлорой. Указанная заражённость определялась фитоанализом по стандартной методике с необходимой статистикой [9]. Измерения проводились программным пакетом SpectraLab v.4.32, использующим быстрое преобразование Фурье (БФП).

Варьирование коэффициента THD реализовывалось на двух уровнях: 0,241 и 0,117%. В первом случае

выход электронного тракта подключался к устройству по рис. 1 непосредственно, во втором – через специально разработанный фильтр. Эти режимы условно названы **обработка 1** и **обработка 2** и представлены на рис. 2.

В центре рис. 2 круговой диаграммой показана исходная заражённость зерна (контроль), составляющая 31%. Слева и справа – диаграммы заражённости после обработки в указанных режимах. При **обработке 1** с соответствующим спектром и THD = 0,241% доля заражённого зерна не только не уменьшилась, но и возросла на 1%, т.е. стерилизация как таковая отсутствует. При **обработке 2** с более чистым спектром и коэффициентом THD = 0,117 % кар-

тина иная: доля заражённого зерна уменьшилась до 10%, т.е. в 3,1 раза, что говорит о высоком обеззараживающем эффекте.

Максимальный пик на спектрограммах принадлежит основной частоте 600 Гц, пики гармоник лежат ниже на 60-70 дБ (см. рис. 2). Это говорит о том, что реальный уровень паразитных составляющих действительно меньше основной частоты в 1000 раз и более, что согласуется с анализом. Инновационным является тот факт, что эти весьма малые колебания играют решающую роль в результате обеззараживания, проявляя себя на уровне десятых долей процента THD.

Как уже упоминалось, критичность фактора спектральной чистоты была замечена во многих опытах. Этот фактор, первоначально скрытый, ухудшал результат обеззараживания и искажал влияние других исследуемых параметров. Благодаря настоящему исследованию он получает теоретическое обоснование и экспериментальное доказательство. Также наблюдается хорошее согласование с результатами ранее выполненной аналитической оценки [1].

Практическое создание полей необходимой спектральной чистоты может быть осуществлено высококачественными генераторами и усилителями НЧ, а также полной экранировкой обеззараживающей установки. Эти меры, однако, существенно усложняют и удорожают установку и вряд ли могут быть признаны целесообразными. Более рациональным решением являются фильтры нижних частот (ФНЧ) и именно этим путём получен высокий результат при **обработке 2**.

Схема фильтра, о котором идёт речь, разработана с учётом широкого диапазона паразитных частот (рис. 3). Фильтр представляет собой ФНЧ первого порядка, в котором высшие гармоники электронного тракта подавляются специальными помехоподавляющими конденсаторами класса X2 C1, C3, C5 общей ёмкостью в десятые доли микрофард (мкФ). Внешние УВЧ-СВЧ помехи эффективно шунтируются безиндуктивными

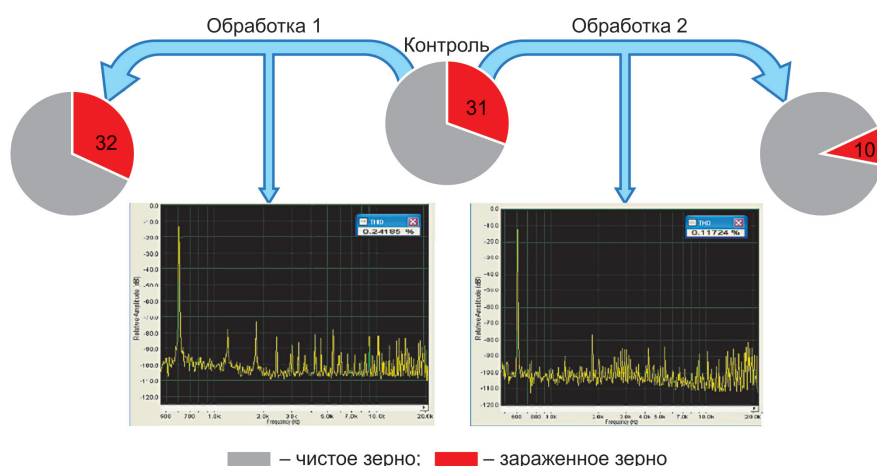


Рис. 2. Заражённость зерна и спектрограммы Е-поля

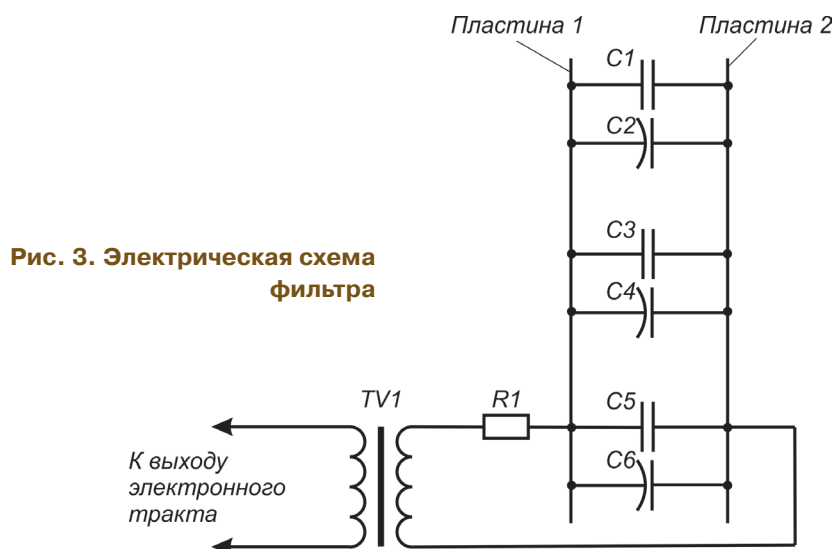


Рис. 3. Электрическая схема фильтра

проходными конденсаторами С2, С4, С6 ёмкостью в несколько нанофард (нФ). Указанные конденсаторы соединены в пары С1-С2, С3-С4, С5-С6, равномерно распределены по длине пластин 1, 2 устройства по рис. 1 и припаяны непосредственно к ним. Отдельно расположен повышающий трансформатор TV1, который помимо функции увеличения напряжения также ограничивает ряд гармоник.

Конкретные номиналы фильтра и его порядок зависят от электронных устройств и внешней электромагнитной обстановки. Крутизна спада АЧХ настоящего фильтра в полосе подавления составляет -6 дБ/октаву, что достаточно для двойного снижения коэффициента гармоник и высокого результата обеззараживания (см. рис. 2). В других случаях порядок фильтра может быть увеличен с целью увеличения крутизны спада АЧХ и подавления более значительных помех. Ориентиром при этом служит конечный THD, который не должен превышать 0,12 %.

Выводы

1. Слабые ЭМП в определённых в полосах частот, принадлежащих ВЧ-УВЧ-СВЧ-диапазонам, обладают стимулирующими свойствами для фитопатогенов и препятствуют ингибированию.

2. Указанные поля присутствуют в монохроматическом Е-поле как паразитные помехи, негативно проявляя себя при весьма малом коэффициенте гармоник THD. По результатам эксперимента допустим $THD < 0,12\%$, тогда как его повышение до 0,24% приводит к полному отсутствию обеззараживающего эффекта.

3. Необходимая спектральная чистота Е-поля может быть получена с помощью разработанного фильтра, снижающего коэффициент THD вдвое. Для подавления более значительных паразитных составляющих порядок фильтра может быть увеличен.

Список

использованных источников

1. **Пахомов А.И.** Аналитическая оценка и учёт свойств электромагнитных полей в устройствах агрообеззараживания // Техника и оборудование для села. 2022. № 9. С. 44-48.
2. **Пахомов А.И.** Биофизика и экспериментальный поиск ингибирующих гармоник магнитообеззараживающего оборудования // Техника и оборудование для села. 2021. № 6 (288). С. 32-35. DOI: 10.33267/2072-9642-2021-6-32-35.
3. **Патент № 2781897 С1, МПК А01С 1/06.** Способ подавления фитопатогенов / А.И. Пахомов, В.И. Пахомов; заявитель и патентообладатель: ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской». № 2021118919, заявл. 28.06.21, опубл. 19.10.22, бюл. № 29.
4. **Пахомов А.И.** Метод резонансно-низкочастотного обеззараживания зерна: биофизическое обоснование и инновационные преимущества // Техника и оборудование для села. 2022. № 1 (295). С. 30-34.
5. **Пахомов А.И.** Разработка эффективных устройств обеззараживания зерна на основе анализа биоэлектромагнитных взаимодействий // Агроинженерия. Т. 25. 2023. № 2. С. 57-62.
6. **Абашина Т.Н.** Изменение структурной организации бактериальных клеток при стрессовых воздействиях : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пущино, 2007. 25 с.

7. **Кузнецов Д.Б., Миронов А.Ю., Несчислаев В.А., Вольхин И.Л., Королук А.М., Орлова Е.В., Шилина А.Д.** Основы разработки микроволновой интенсификации upstream process на примере *Escherichia coli* // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2021;10(4). С. 72-80. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2021-10-4-72-80.7>.

8. **Копусь М.М., Ионова Е.В., Дорохова Д.П., Мирошников К.А.** Пшеница Дона: урожайность и качество зерна – конкуренция и сортовое разнообразие // Зерновое хозяйство России. 2018. № 2. С. 42-46. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2018-56-2-42-46>.

9. Методы анализа: сб. М.: Стандартинформ (Национальные стандарты). 2011. 246 с.

On the Influence of the Spectral Purity of the Electromagnetic Field on the Result of Grain Disinfection

A.I. Pakhomov

(FGBNU "Agrarian Scientific Center "Donskoy")

Summary: The advantages of spectrally pure electromagnetic fields for disinfection purposes are shown, possible sources of parasitic components in the spectrum are analyzed, and their influence on cellular bioprocesses is assessed. The critical character of the spectral purity index in terms of the harmonic coefficient was proved in a comparative experiment. A filter is proposed that provides a reduction in the harmonic coefficient and a high disinfection result.

Key words: monochromatic field, parasitic components, harmonic coefficient, stimulation of phytopathogens, disinfecting effect.



УДК 33.061

DOI: 10.33267/2072-9642-2023-9-45-48

Оценка эффективности цифровизации АПК на примере экосистемы «Россельхозбанка»

О.С. Рудакова,

д-р экон. наук,
проф. Департамента банковского дела
и монетарного регулирования,
olrud@yandex.ru

(ФГБОУ ВО «Финансовый университет
при Правительстве
Российской Федерации»);

А.О. Солдатова,

канд. экон. наук,
доц. кафедры инфраструктуры
финансовых рынков,
annasoldatova@yandex.ru
(НИУ ВШЭ)

Аннотация. Рассмотрены экономические аспекты преимуществ цифровизации для АПК с точки зрения сокращения потерь на промежуточных этапах производства. Приведены сведения о практической инфраструктурной цифровизации АПК на примере экосистемы «Россельхозбанка».

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровое сельское хозяйство, диджитализация, Digital, экосистема, Россельхозбанк.

Постановка проблемы

Международные агропромышленные предприятия применяют цифровые решения практически во всей технологической цепочке создания продукта, по всем управленческим процессам. В России в настоящее время только единичные крупные сельскохозяйственные товаропроизводители обладают достаточными ресурсами для цифровой модернизации своих производств, использования цифровых продуктов, технологий и платформ. Вопрос инвестирования в цифровые технологии не только сложный с точки зрения технической реализации, но и весьма дорогостоящий [1].

В 2017 г. утверждена «Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на

2017-2030 годы» [2], принята Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», заданы направления для цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов России на период до 2030 г. [3]. В 2019 г. Минсельхозом России [4] разработан ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» (далее – Проект) [5].

По замыслу Минсельхоза России к 2024 г. за счет Проекта 100% данных АПК будет консолидироваться на единой платформе, все производители сельскохозяйственной продукции станут использовать цифровые сервисы, а доля прослеживаемой сельхозпродукции достигнет 80% [4].

По данным экспертов, из 100 крупнейших отечественных агрохолдингов «цифровой фундамент» есть только у 30% предприятий [6]. Средним и тем более малым сельхозтоваропроизводителям (далее – СХТП) и фермерским хозяйствам не обойтись без государственной поддержки. Речь идет о финансово-имущественной поддержке отрасли (субсидирование процентной ставки, льготные программы лизинга, механизмы гарантийной поддержки) на техническую модернизацию и диджитализацию отрасли [7-8], получение льготного сервисно-технического обслуживания производства, наконец, компетентного информационно-справочного сопровождения, в первую очередь, малых сельскохозяйственных предприятий. Согласно амбициозным целям Проекта, доля инвестиций в цифровизацию АПК должна вырасти с 3 до 20-25% уже в 2024 г. [5].

Цель исследования – количественная оценка эффективности цифровизации в различных отраслях АПК в рамках реализации ведом-

ственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» на примере развития экосистемы «Россельхозбанка».

Материалы и методы исследования

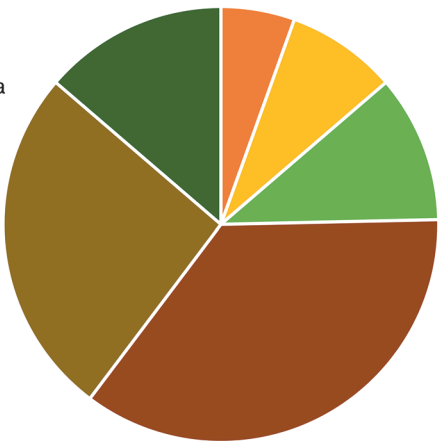
В качестве исходных материалов для проведения исследований использованы результаты экспертного анализа по оценке реализации технологических трендов в 2019-2030 гг., проведенного ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ имени И.Т. Трубилина» в рамках Проекта Минсельхоза России [4].

В ходе исследования выполнены сквозной анализ фактической и ожидаемой отдачи от цифровизации по ключевым отраслям сельского хозяйства, количественная оценка потерь на каждом этапе производственного цикла. Эффект от применения технологий точного земледелия оценен с точки зрения оптимизации структуры расходов при производстве зерна до и после цифровизации.

Результаты исследований и обсуждение

Указом Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20 принята Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации [9]. В условиях текущей геополитической обстановки данный программный документ стратегического планирования имеет особую актуальность. Одно из принципиальных направлений в сфере обеспечения продовольственной безопасности – достижение независимости в техническом оснащении села и обеспечение результативной автоматизации бизнес-процессов в целях повышения производительности и снижения потерь. Решением задачи может стать плановая трансформация АПК с последовательной цифровизацией составляющих ее элементов.

- ПРЕДШЕСТВЕННИК. Черный пар по сравнению с сидеральным и занятым повышает урожайность зерна на 0,13-0,17 т/га; 10%
- ГИБРИДЫ. Потенциал урожайности пшеницы значительно превышает 10 т/га, благодаря эффекту гетерозиса; 19%
- АЗОТ. Улучшение условий азотного питания растений позволяет повысить сбор зерна яровой мягкой пшеницы на 5-7,7 ц/га; 26%



- РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА. Предпосевная обработка растений для обеспечения полноты всходов; 4%
- МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ. Механизмы улучшения плодородия почвы; 6%
- ГУСТОТА ПОСЕВА. В среднем в странах Западной Европы сужение ряда на 1 см дает прирост сбора зерна с 1 га около 0,7-1%; 8%

Факторы повышения урожайности
Источники:
по данным Аналитического центра Минсельхоза России.

Согласно данным Правительственной Программы «Цифровая экономика Российской Федерации», Россия занимает 41-е место по готовности к цифровой экономике со значительным отрывом от десяти лидирующих стран, таких как Сингапур, Финляндия, Швеция, Норвегия, США, Нидерланды, Швейцария, Великобритания, Люксембург и Япония [6].

К 2050 г. потребности населения в продукции АПК увеличатся на 70%. С учетом возрастающих экологических рисков новые ресурсы для растениеводства и животноводства могут оказаться недоступными. При ведении АПК с текущими показателями продуктивности ресурсов уже в 2030 г. дефицит продуктов питания станет критичным [7]. Последовательное внедрение элементов цифрового управления в АПК – своевременное решение для обеспечения должного уровня «бережливого» производства в агробизнесе.

По оценкам Аналитического центра Минсельхоза России, при производстве сельскохозяйственной продукции на разных этапах теряется до 40%. Доля неиспользуемой пашни – порядка 15%, что оказывается потерями для бюджетов всех уровней. Цифровизация позволит снизить эти потери.

Около 40% семян на рынке некачественно сертифицированы. Увеличить урожайность на 20-30% возможно путем использования качественных сертифицированных семян. Селекция позволит повысить урожайность еще на 15-20%, т.е.

потенциально возможный рост урожайности при этом может достигать 40%. В рамках импортозамещения продукции АПК необходимо развивать отечественное семеноводство и селекцию.

За счет цифровизации можно обеспечить контроль 2/3 самых важных факторов влияния на урожайность (оперативный сбор объективной информации). По оценкам Аналитического центра Минсельхоза России, комплексное внедрение только трех элементов позволяет экономить от 20 до 40% средств, затрачиваемых на эти операции, по сравнению с традиционными методами возделывания сельхозкультур (см. рисунок).

Применение инструментов точного земледелия, включая дифференцированные подходы в области посева, внесения удобрения, опрыскивания сорняков, в общей сложности результируется в повышении урожайности и снижении соответствующих статей расходов. Внедрение технологий цифровой экономики, по оценкам Минсельхоза

России, позволяет снизить затраты не менее чем на 23% при внедрении комплексного подхода (табл. 1).

Технологии точного земледелия применяются уже в более 20 регионах России. Согласно данным Центра прогнозирования и мониторинга научно-технического развития АПК в области точного сельского хозяйства, автоматизации и роботизации, в рейтинге регионов по количеству хозяйств лидируют Липецкая, Орловская, Самарская области [1].

Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» предусматривает цифровую трансформацию сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК и достижения роста производительности труда на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях в 2 раза к 2024 г. [5].

Проект выстраивает траектории цифровой трансформации отрасли:

- на национальном уровне: функционирование цифровых платформ

Таблица 1. Структура расходов при производстве зерна, %

Расходы	До цифровизации	После цифровизации
Оплата труда	13,2	7,8
Удобрения	8,7	4,5
Посадочный материал	16,2	11,4
Нефтепродукты	15,6	10,2
Содержание основных средств	18,3	15,7
Химизация	5,1	3,2
Расходы на ИТ	0,1	5
Прочие расходы	22,8	19,2
Всего	100	77

Минсельхоза России, предиктивная аналитика на основе больших данных с инструментами распределенного реестра, искусственного интеллекта;

- на региональном уровне: «умное» отраслевое планирование, «умные» контракты;

- на уровне агробизнеса: массовое внедрение комплексных цифровых агорешений и получение цифровых компетенций специалистами сельскохозяйственных предприятий.

В рамках управления большими данными (Big Data) создана центральная информационно-аналитическая система сельского хозяйства (ЦИАС СХ) – банк информации, интегрированный с информационными системами Минсельхоза России, Росстата, Федеральной таможенной службы, Росгидромета, с функциями анализа для оперативного мониторинга состояния и развития объектов АПК.

АО «Россельхозбанк» как лидер по банковскому обслуживанию агропромышленного комплекса [10] разработал цифровую экосистему «Свое» по поддержке бизнеса сельскохозяйственных предприятий путем создания единой среды цифровых данных, которая обеспечивает следующие направления работы:

- автоматизацию бизнес-процессов купли-продажи оборудования, удобений, поиск рынков сбыта (платформа «Свое Фермерство»);

- оптимизацию логистики и сбыта продукции (маркетплейс «Свое Родное»);

- организацию поиска сельской недвижимости и переезда в сельскую местность (единый агрегатор «Свое Жилье» – для вторичной недвижимости и «Свое Село» – для первичного рынка);

- поиск сотрудников с помощью рекрутингового сервиса «Работа в сельском хозяйстве».

На сегодняшний день более 90% клиентов банка пользуются услугами в цифровом формате, численность пользователей экосистемы «Свое» – 3 млн человек; в состав входят 7 цифровых платформ [11]:

1. «Я в Агро» – нацелена на предоставление услуг в сфере обра-

зования, повышения квалификации или переквалификации, а также поиск работы в сельском хозяйстве;

2. «Все Свое» – маркетплейс собственной продукции для владельцев личных подсобных хозяйств и сельских жителей;

3. «Свое Село» – поддержка развития сельских территорий;

4. «Свое Жилье» – по развитию ипотечного кредитования;

5. «Свое Родное» – обеспечивает доступ к цифровым каналам сбыта для фермерских хозяйств (создание фермерских витрин, размещение каталогов продукции, настройка способов оплаты и доставки заказов). Для клиентов платформы – возможность приобретения натуральной фермерской продукции. В 2022 г. с платформой взаимодействовали 9,5 тыс. фермеров и 400 тыс. клиентов;

6. «Свое Родное. За городом» – первый в России агрегатор сельского туризма, база агро- и сельских туров в России;

7. «Свое Фермерство» – комплексный цифровой ресурс для фермера (покупка и продажа товаров на платформе «Свое Родное», банковские сервисы, программы обучения в «Школе Фермера», информационные платформы «Агромнение» и «Агровики», площадки агротуризма «Свое за городом») [12].

На пути цифровизации АПК имеется ряд барьеров и сложностей:

- *дефицит цифровых решений, учитывающих специфику отрасли.* Одним из барьеров в цифровизации сельского хозяйства России на сегодня является ограниченная возможность закупки современной техники российскими СХТП. В части обеспеченности техникой Россия отстает не только от ведущих западных стран, но и от Казахстана и Республики Беларусь. Если в Германии на 1000 га пашни приходится 65 тракторов, а на 1000 га посевов зерновых культур – 11 зерноуборочных комбайнов, то в России – только 2 трактора и 1 комбайн соответственно. При этом 70% техники – иностранного производства;

- *недостаточный уровень развития инфраструктуры (низкая пропускная способность каналов связи, отсутствие доступа к мобильному интернету, недостаток центров обработки данных и т.п.)* [10];

- *ресурсные ограничения и человеческий фактор.* Высокая стоимость проектов по применению цифровых технологий, недостаточные бюджеты, которые СХТП может выделить на проекты с использованием цифровых технологий, высокие затраты на эксплуатацию систем, использующих цифровые технологии [7-8]. Недостаток осведомленности о преимуществах цифровых технологий, нежелание сотрудников менять привычные формы работы, недостаток квалификации у персонала, использующего цифровые технологии и внедряющего и обслуживающего цифровые технологии.

Цифровые технологии способны обеспечить рост эффективности агробизнеса, но пока в российском АПК они внедряются не так активно, как в других отраслях [6]. В частности, управление хранением сырья (датчики, сенсоры и программное обеспечение для мониторинга) позволит сократить потери сельхозпродукции до 20-25% (в том числе из-за неоптимальных условий хранения). Цифровизация способствует снижению рисков в сельском хозяйстве, своевременному планированию полевых работ, повышению урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животных, снижению затрат на производство и транзакционных издержек на куплю-продажу, упрощению цепочек поставок продукции от поля до потребителя.

В среднем, по оценкам, на 15% могут быть снижены затраты на этапе производства сельхозпродукции и на столько же сокращены потери при ее хранении. Цифровизация способна значительно улучшить показатели, если будет задействована в процессе мониторинга земель, при реализации продукции, в том числе в экспортных поставках, селекционной сфере (табл. 2).

Результаты проведенного анализа показали, что уровень инфра-

Таблица 2. Оптимизация расходов при цифровизации, %

Расходы	До цифровизации	После цифровизации
Оплата труда	13,2	7,8
Электроэнергия	1,5	1,5
Химические средства	5,1	3,2
Удобрения минеральные	8,7	4,5
Удобрения органические	0,7	0,7
Нефтепродукты	15,6	10,2
Страхование	0,1	0,1
Содержание основных средств	18,3	15,7
Посадочный материал	16,2	16,2
Элитные семена	1,9	1,9
Прочие расходы	18,6	18,6

Источник: по данным Минсельхоза России.

структурной подготовленности еще недостаточный для обеспечения эффективной цифровизации отраслей сельского хозяйства.

Выводы

1. Очень низок уровень фактического проникновения процессных инноваций в реальные технологические циклы в сельском хозяйстве – индекс инновационности АПК, который рассчитывается на основании анкетирования представителей отрасли, составляет всего 0,13, что ниже среднего уровня инновационности российского бизнеса [6].

2. Механизм точного земледелия носит точечный характер с сильной региональной привязкой. Порядка 25% предприятий заявляют о наличии в их хозяйствах «умных» ферм. Вместе с тем под «умным» производством зачастую понимается базовая технологическая автоматизация. Отсутствует сформированная цифровая экосистема, которая отличает цифровизацию от простой автоматизации.

3. Интеграция малых сельскохозяйственных предприятий в цифровую экономику осложнена высокой стоимостью инструментов диджитализации. Повышение экономической эффективности производства за счет грамотной цифровизации ключевых сельскохозяйственных процессов возможна с использованием механизмов комбинированной государственной поддержки на цели цифровой трансформации бизнеса.

4. Цифровизация оказывает значительное влияние на процессы

трансформации в агробизнесе, затрагивая все производственные процессы. В цифровой экосистеме аккумулируются огромные массивы данных, позволяющие фермерам в режиме реального времени принимать грамотные управленческие решения, повышающие эффективность, производительность и устойчивость сельского хозяйства.

Список

использованных источников

1. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: офиц. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 80 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/28f/28f56de9c3d40234dbdcfbac94787558.pdf> (дата обращения: 22.06.2023).

2. Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919> (дата обращения: 22.06.2023).

3. Распоряжение Правительства России от 29 декабря 2021 г. № 3971-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года».

4. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mcx.gov.ru> (дата обращения: 22.06.2023).

5. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.

6. Инновационное развитие агропромышленного комплекса России Agriculture 4.0 : доклад к XXI Агр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. М.: Издательский дом ВШЭ, 2020. 128 с.

7. Солдатова А.О. Проектное финансирование – источник капиталовложения в АПК // Техника и оборудование для села. 2018. № 12. С. 43-47.

8. Солдатова А.О. Лизинг как эффективная альтернатива банковскому кредиту при покупке техники и оборудования для сельского хозяйства // Техника и оборудование для села. 2018. № 11. С. 43-46.

9. Указ Президента Российской Федерации № 20 от 21.01.2020 «Об утверждении доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45106> (дата обращения: 22.06.2023).

10. Звонова Е.А., Бунич Г.А., Ярыгина И.З. Банковские услуги как фактор оптимизации экспортной ориентации агрокомплекса российской федерации // Банковские услуги. 2019. № 9. С. 16-22.

11. Презентация цифровой экосистемы АО «Россельхозбанк» [Электронный ресурс]. <https://clck.ru/34rLw4> (дата обращения: 28.06.2023).

12. Итоги бизнес-завтрака «Социальная ответственность бизнеса» [Электронный ресурс]. https://www.bsn.ru/news/event/spb/48221_itogi_bizneszavtraka_socialnaya_otvetstvennost_biznesa/ (дата обращения: 28.06.23).

Assessing the Effectiveness of Digitalization of the Agro-Industrial Complex Using the Example of the Rosselkhozbank Ecosystem

O.S. Rudakova

(FGOBU VO "Financial University under the Government of the Russian Federation")

A.O. Soldatova

(NRU HSE)

Summary: The economic aspects of the benefits of digitalization for the agricultural sector are considered from the point of view of reducing losses at intermediate stages of production. Examples of practical infrastructural digitalization of the agro-industrial complex are given using the example of the Rosselkhozbank ecosystem.

Keywords: digital economy, digital agriculture, digitalization, Digital, ecosystem, Rosselkhozbank.