



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

# ***АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ – РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ***

*Материалы научно-практической конференции,  
посвященной Дню российской науки  
(г. Благовещенск, 11 февраля 2026 г.)*

*Том 2*



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

***АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ –  
РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ***

*Материалы научно-практической конференции,  
посвященной Дню российской науки  
(г. Благовещенск, 11 февраля 2026 г.)*

*Том 2*

**Благовещенск  
Дальневосточный ГАУ  
2026**

*Публикуется по решению  
организационного комитета конференции*

**Состав организационного комитета конференции:**

- Председатель** *Селихова Ольга Александровна*, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, проректор по научной работе Дальневосточного государственного аграрного университета
- Заместитель председателя** *Косицына Ксения Сергеевна*, ассистент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы, эпизоотологии и микробиологии, специалист по научно-исследовательской работе с обучающимися, председатель совета молодых ученых и специалистов Дальневосточного государственного аграрного университета

*Бурмага Андрей Владимирович*, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой транспортно-энергетических средств и механизации АПК;

*Дубкова Елена Сергеевна*, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники;

*Корнилова Алена Владимировна*, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры патологии, морфологии и физиологии;

*Лапшакова Людмила Анатольевна*, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры геодезии и землеустройства;

*Решетник Екатерина Ивановна*, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой технологии переработки сельскохозяйственной продукции;

*Щегорец Ольга Викторовна*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры общего земледелия, растениеводства и селекции

**А43** **Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы :** материалы научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). [В 2 т.]. Т. 2. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. – 344 с.

**ISBN 978-5-9642-0634-7**

**ISBN 978-5-9642-0638-5**

Представлены результаты научных исследований обучающихся, охватывающие различные направления исследовательской деятельности. Рассмотрены актуальные проблемы инженерно-технического обеспечения агропромышленного комплекса в области механизации и энергетики. Приведены результаты исследований пищевых биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции.

Материалы сборника предназначены для всех интересующихся исследованиями в области агропромышленного производства.

УДК 001  
ББК 72

ISBN 978-5-9642-0634-7  
ISBN 978-5-9642-0638-5

© ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, 2026

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Инженерно-техническое обеспечение агропромышленного комплекса в области механизации и энергетики .....</b>	<b>8</b>
Абрамов Е. Н. Моделирование системы контроля параметров воздухообмена в коровнике .....	9
Аникеев Д. А. Моделирование системы контроля параметров теплообмена в телятнике .....	13
Бородин А. А. Связь качественных показателей растительного сырья с техническими характеристиками излучателей при сушке .....	17
Борщ Н. А. Разработка системы мониторинга и диспетчеризации энергетических ресурсов. Аппаратная составляющая .....	24
Бучинский Е. Р. Анализ показателей производства картофеля в Амурской области .....	28
Веденев И. Н. Роботизированное устройство для корректировки работы почвообрабатывающих машин секционного типа .....	32
Ветохин И. И. Анализ технических устройств для автоматической регулировки направления движения зерноуборочных комбайнов .....	38
Волков А. А., Чуванов В. А. Анализ систем разгрузки сельскохозяйственных автопоездов .....	42
Гайдаш С. Д. Особенности применения беспилотных летательных аппаратов в сельскохозяйственном производстве.....	50
Григорьев Л. В. Сравнительный анализ программных средств моделирования систем контроля качества воздуха в промышленных помещениях .....	56
Давыдов Д. С. Повышение эффективности использования нижней направляющей жатки CLAAS Maxflex 930 .....	61

Егачина А. П. Снижение техногенного уплотнения почвы дискаторным разуплотнителем следа колесного трактора .....	66
Елисеев М. В. Исследование процесса доставки расходных материалов и комплектующих для устранения простоев техники при выполнении сельскохозяйственных работ .....	71
Зеленюк Е. А., Лагута Р. Я. Управление параметрами комковатости почвы в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур с применением цифровых технологий и робототехнических систем .....	80
Красовский А. И. Методика оценки влажности почвы аппаратным модулем беспилотного летательного аппарата .....	86
Кроха Д. Я. Сравнительный анализ различных типов дополнительных источников энергии для тракторов .....	93
Кузнецов Я. С. Совершенствование уборочно-транспортного комплекса на примере КФХ «Кабалык Н. Н.» .....	99
Кучер В. В. Эффективность применения роботизированного культиватора Agrokraft .....	106
Лагута Р. Я. Перспективы использования машинного зрения при эксплуатации роботизированных систем в АПК Амурской области....	112
Левадный А. С. Исследование процесса предпускового подогрева агрегатов автомобиля.....	117
Ляльченко К. В., Подтынов Н. А., Гайдаш С. Д., Тихонова А. С. Автономный проводной дрон-инспектор .....	122
Ляльченко К. В., Фу Цзигуан. Перспективы использования беспилотных тракторов в сельскохозяйственном производстве.....	128
Мазур В. В. Оценка экономической эффективности при междурядной обработке почвы.....	133
Мазур Л. А. Обзор рабочих органов, используемых в пропашных культиваторах.....	138
Мазур Л. А. Применение междурядной обработки в посевах сои .....	144

Маслов М. А. Совершенствование эксплуатации котельных агропредприятий на основе технологий цифровизации .....	150
Никифорова Т. А. Современные технологии и рабочие органы посевных комплексов как фактор повышения качества посева .....	155
Петренко П. А. Преимущества использования Unity и ML-Agents для симуляционного обучения нейросетей с экспортом в ONNX для аграрных систем на базе Raspberry Pi .....	161
Русяев В. А., Скибин И. В. Методы, используемые при дифференцированном подходе к почвообработке .....	170
Синицын Д. Д. Состояние и перспективы применения роевых беспилотных систем в АПК.....	175
Скибин И. В., Русяев В. А. Использование элементов цифровизации при адаптации средств механизации для использования в технологии возделывания сельскохозяйственных культур .....	182
Скобликов И. А., Соколов Д. С. Исследование работы уборочно-транспортного комплекса на примере Агрофирмы «Партизан» .....	187
Соловьев В. Р. Разработка системы автоматизированного управления культиватором для оптимизации междурядной обработки почвы.....	192
Третьяк Д. С. Применение полиамидов при эксплуатации и ремонте двигателей мобильных энергетических средств .....	197
Ус С. С., Соколов Д. С., Лебедев Д. О. Выбор ответственных факторов 3D-печати и исследование прочностных характеристик аддитивного изделия .....	202
Фальчевская Ю. А. Проведение экспериментальных исследований в шкафу искусственного климата.....	209
Фисенко А. В. Повышение эффективности предпосевной обработки почвы за счет применения комбинированной бороны.....	215
Фисенко А. В. Сравнительный анализ зубовых борон по воздействию на физические свойства почвы .....	220

Ходаковский Д. Ю. Система мониторинга и диспетчеризации энергетических ресурсов Амурской области: состояние, проблемы и перспективы развития.....	227
Шиляев В. С. Адаптация транспортного средства для перевозки частично заполненной жидким грузом емкости.....	232
Шищенко Д. В. Применение методов машинного обучения для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур по метеоданным.....	236
Шишлов Д. С. Устойчивость российского рынка легковых автомобилей в 2025 году: стабильность брендов и адаптация к кризису .....	241
Щербаков Д. А. Обоснование критериев изменения технического состояния автомобильных шипованных шин.....	245
Яковлев В. А. Автоматизация селекционной сеялки СС-11 путем управления вариатором с помощью шагового двигателя.....	251
Яковлев В. А., Чжу Лидун. Адаптация работы селекционной сеялки СС-11 к плодородию почвы.....	255
Якушкин Е. А. Анализ уборки сои зерноуборочными комбайнами в Бурейском муниципальном округе.....	260
<b>Пищевые биотехнологии и современные подходы к решению проблем переработки сельскохозяйственной продукции .....</b>	<b>266</b>
Аверьянов Р. В. Исследование способов сушки ягод и соевого белка для получения белково-витаминного комплекса .....	267
Бочарникова В. Н. Аспекты деятельности малых форм хозяйствования в области переработки сельскохозяйственной продукции .....	273
Иванова К. Л., Денисова Е. А. Возможность использования функциональных ингредиентов растительного происхождения при производстве кисломолочных продуктов.....	280

Калинина О. В. Региональные биокорректоры Дальнего Востока: перспективы создания функциональных хлебобулочных изделий.....	284
Ковалева Е. Д., Есина М. Е. Биохимические свойства активизированных моноштаммов <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	291
Кувшинова В. С. Теоретические аспекты использования арабиногалактана в производстве замороженного десерта на молочно- растительной основе .....	296
Матвеева Т. В. Технологические аспекты применения пектина для повышения механической устойчивости и текстурной целостности снеков.....	302
Неустроев А. О. Анализ потребительских предпочтений как основа разработки новых функциональных продуктов .....	308
Николаенко С. Е., Денисова Е. А. Перспективы использования растительных компонентов в сывороточных напитках .....	315
Нышта В. С. Влияние параметров технологического процесса на качество творожного продукта .....	320
Оленева А. А. Крапива двудомная ( <i>Urtica dioica</i> ) как перспективный фитокомпонент в технологии творожных паст .....	325
Плаксин Д. С., Хунбо Ван. Применение экстракта коры березы в пищевых продуктах.....	329
Солдатченкова Е. Н. Научное обоснование выбора растительного сырья для формирования витаминно-ликопинового комплекса .....	334
Шкодырева Т. О. Перспективы применения растительных компонентов при производстве мягкого мороженого .....	340

**ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА  
В ОБЛАСТИ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИКИ**

Научная статья  
УДК 631.223.2:631.171  
EDN JVNHLР

### **Моделирование системы контроля параметров воздухообмена в коровнике**

**Евгений Николаевич Абрамов<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Андрей Станиславович Ижевский<sup>2</sup>**,  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [evgen8bit@gmail.com](mailto:evgen8bit@gmail.com)

**Аннотация.** Рассмотрены современные подходы к моделированию систем контроля параметров воздухообмена в коровнике. Особое внимание уделено интеграции датчиков и программных средств, обеспечивающих стабильное поддержание оптимальных параметров воздушной среды. Использование методов моделирования позволяет прогнозировать поведение воздушной среды и оптимизировать режимы работы вентиляции, что способствует снижению энергопотребления и повышению продуктивности молочного скота.

**Ключевые слова:** коровник, микроклимат, воздухообмен, вентиляция, моделирование, автоматизированная система

**Для цитирования:** Абрамов Е. Н. Моделирование системы контроля параметров воздухообмена в коровнике // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 9–12.

Original article

### **Modeling of the air exchange control system in a cowshed**

**Evgeny N. Abramov<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Andrey S. Izhevsky<sup>2</sup>**,  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[evgen8bit@gmail.com](mailto:evgen8bit@gmail.com)

**Abstract.** Modern approaches to modeling systems for monitoring air exchange parameters in a cowshed are considered. Special attention is paid to the integration of sensors and software tools that ensure stable maintenance of optimal air parameters. The use of modeling methods makes it possible to predict the behavior of the

air environment and optimize ventilation modes, which helps to reduce energy consumption and increase the productivity of dairy cattle.

**Keywords:** cowshed, microclimate, air exchange, ventilation, modeling, automated system

**For citation:** Abramov E. N. Modeling of the air exchange control system in a cowshed. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 9–12), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Микроклимат животноводческих помещений является одним из ключевых факторов, определяющих уровень продуктивности и состояние здоровья крупного рогатого скота. Температура, относительная влажность воздуха, скорость его движения и концентрация вредных газов оказывают прямое влияние на физиологическое состояние животных. Нарушение нормативных параметров микроклимата приводит к снижению надоев, росту заболеваемости и увеличению эксплуатационных затрат.

В этой связи системы воздухообмена рассматриваются как важнейший элемент обеспечения благоприятных условий содержания животных. В научных исследованиях последних лет отмечается, что традиционные системы вентиляции не всегда способны эффективно реагировать на динамически изменяющиеся условия эксплуатации. Поэтому возрастает значимость применения математического и имитационного моделирования, позволяющего учитывать влияние климатических факторов, тепловыделение животных, конструктивные особенности зданий и режимы работы вентиляционного оборудования.

Современные коровники оснащаются различными типами вентиляционных систем, включая естественную, механическую и комбинированную вентиляцию. Эффективность их функционирования во многом зависит от корректного управления режимами воздухообмена. Использование моделирования позволяет учитывать тепловыделение животных, конструктивные особенности зданий и влияние внешних климатических факторов на процессы вентиляции. Имитационные

модели дают возможность анализировать различные сценарии эксплуатации вентиляционных установок без вмешательства в реальный производственный процесс. Моделирование систем контроля параметров воздухообмена рассматривается как инструмент повышения точности управления микроклиматом.

Автоматизированные системы контроля параметров воздухообмена включают датчики температуры, влажности, концентрации газов, контроллеры и программные комплексы управления. Такие системы обеспечивают непрерывный мониторинг микроклимата и автоматическую коррекцию режимов вентиляции в режиме реального времени. Применение интеллектуальных алгоритмов управления позволяет повысить точность регулирования и снизить энергозатраты на вентиляцию.

В последние годы особое внимание уделяется вопросам энергоэффективности систем воздухообмена в животноводстве. Оптимизация вентиляционных процессов на основе моделей способствует снижению потребления электроэнергии и повышению устойчивости предприятий агропромышленного комплекса. Исследования показывают, что внедрение автоматизированных систем управления микроклиматом позволяет сократить энергопотребление на 15–25 % без ухудшения условий содержания животных. В ряде работ подчеркивается эффективность применения интеллектуальных алгоритмов управления, основанных на адаптивных и прогнозных моделях.

В дальнейших исследованиях нами планируется произвести автоматизацию коровника с помощью nanoCAD BIM «Вентиляция». Данная программа учитывает параметры при проектировании систем вентиляции и кондиционирования зданий и сооружений. Это программное решение предназначено для автоматизированного проектирования и информационного моделирования систем вентиляции и кондиционирования и в нем реализованы функции для работы с параметрами.

Моделирование систем контроля параметров воздухообмена в коровниках является эффективным инструментом повышения продуктивности и энергоэффективности животноводческих предприятий. Использование современных методов математического моделирования и автоматизации обеспечивает устойчивое функционирование вентиляционных систем и создание оптимального микроклимата для содержания крупного рогатого скота.

© Абрамов Е. Н., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.2:536.24:004.9  
EDN KIVRBN

### **Моделирование системы контроля параметров теплообмена в телятнике**

**Даниил Александрович Аникеев<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Андрей Станиславович Ижевский<sup>2</sup>**,  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [anikeevdaniil0369@yandex.ru](mailto:anikeevdaniil0369@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности теплообмена в животноводческих помещениях, а также необходимость моделирования системы контроля микроклиматических параметров в телятнике. Обоснована роль математического и имитационного моделирования в повышении эффективности управления тепловыми процессами.

**Ключевые слова:** телятник, микроклимат, теплообмен, система контроля, моделирование

**Для цитирования:** Аникеев Д. А. Моделирование системы контроля параметров теплообмена в телятнике // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 13–16.

Original article

### **Modeling of a system for monitoring heat exchange parameters in a calf house**

**Daniil A. Anikeev<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Andrey S. Izhevsky<sup>2</sup>**,  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[anikeevdaniil0369@yandex.ru](mailto:anikeevdaniil0369@yandex.ru)

**Abstract.** The article discusses the features of heat exchange in livestock facilities, as well as the need to model a control system for microclimatic parameters in a calf house. The role of mathematical and simulation modeling in improving the efficiency of thermal process control is substantiated.

**Keywords:** calf house, microclimate, heat exchange, control system, modeling

**For citation:** Anikeev D. A. Modeling of a system for monitoring heat exchange parameters in a calf house. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 13–16), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В современных условиях развития агропромышленного комплекса особое внимание уделяется вопросам повышения эффективности животноводства. Одним из ключевых факторов, влияющих на сохранность и продуктивность молодняка крупного рогатого скота, является микроклимат в животноводческих помещениях. Температура воздуха, влажность, скорость движения воздуха и уровень теплообмена оказывают непосредственное воздействие на физиологическое состояние телят и их рост.

Теплообмен в телятнике представляет собой сложный процесс взаимодействия между животными, окружающей средой и элементами здания. Организм теленка постоянно обменивается теплом с окружающим воздухом посредством конвекции, теплопроводности и излучения. Нарушение оптимальных параметров микроклимата может привести к переохлаждению или перегреву животных, снижению иммунитета и увеличению заболеваемости.

С целью поддержания благоприятных условий содержания возникает необходимость в создании эффективной системы анализа и контроля параметров теплообмена. Традиционные методы регулирования микроклимата зачастую не позволяют оперативно реагировать на изменения внешней среды. В этой связи особую актуальность приобретает моделирование системы контроля, позволяющее прогнозировать поведение тепловых процессов и контролировать их изменение.

Дополнительным преимуществом моделирования системы контроля параметров является возможность анализа различных сценариев эксплуатации телятника. С помощью компьютерных моделей можно оценить влияние сезон-

ных колебаний температуры наружного воздуха на изменение числа поголовья. Это позволяет заранее разрабатывать меры по предотвращению неблагоприятных условий и повышать устойчивость микроклимата в целом.

Моделирование теплообмена в телятнике основывается на использовании математических моделей (программа EnergyPlus), описывающих тепловые потоки, теплоемкость воздуха, тепловыделение животных и теплоотдачу через ограждающие конструкции. Такие модели дают возможность учитывать влияние различных факторов, включая климатические условия региона, плотность размещения животных и конструктивные особенности здания.

Система контроля параметров теплообмена, как правило, включает в себя датчики температуры и влажности, устройства сбора и обработки данных, а также исполнительные механизмы, регулирующие работу вентиляции и отопления. Использование имитационного моделирования позволяет оценить эффективность работы данной системы еще на этапе проектирования, снизить энергетические затраты и повысить надежность функционирования оборудования.

Следует отметить, что внедрение автоматизированных систем контроля микроклимата способствует не только улучшению условий содержания телят, но и повышению экономической эффективности хозяйства в целом. Снижение потерь молодняка, уменьшение затрат на лечение и рациональное использование энергоресурсов являются важными результатами применения современных методов моделирования.

Таким образом, моделирование системы параметров теплообмена в телятнике является важным инструментом управления микроклиматом в животноводческих помещениях. Оно позволит обеспечить оптимальные условия содержания молодняка, повысить его продуктивность и устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды. В перспективе развитие цифровых технологий и интеллектуальных систем управления может привести к созда-

нию универсальных автоматизированных решений, адаптирующихся к изменяющимся условиям эксплуатации.

Оптимизация теплообмена способствует улучшению условий содержания телят, снижению заболеваемости и повышению продуктивности. Внедрение интеллектуальных систем контроля микроклимата на основе моделей теплообмена является перспективным направлением развития современного животноводства.

© Анিকেев Д. А., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.563.2  
EDN KMFNNQ

**Связь качественных показателей растительного сырья  
с техническими характеристиками излучателей при сушке**

**Алексей Андреевич Бородин<sup>1</sup>**, аспирант

**Научный руководитель – Игорь Вячеславович Алтухов<sup>2</sup>**,

доктор технических наук, профессор

<sup>1,2</sup> Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского  
Иркутская область, Молодежный, Россия, [Lyoxa.borodin.2012@gmail.com](mailto:Lyoxa.borodin.2012@gmail.com)

**Аннотация.** Исследованиями установлено, что применение карбоновых инфракрасных нагревателей с длиной волны 3–10 мкм позволяет проводить щадящую сушку растительного сырья при температуре 45–60 °С. При этом обеспечивается сохранение биологически активных веществ и снижение энергетических затрат.

**Ключевые слова:** сушка растительного сырья, карбоновые инфракрасные нагреватели, качественные показатели сырья, спектр излучения, энергоэффективность, термолабильные соединения

**Для цитирования:** Бородин А. А. Связь качественных показателей растительного сырья с техническими характеристиками излучателей при сушке // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 17–23.

Original article

**The relationship of the quality indicators of plant raw materials  
with the technical characteristics of the infrared emitters during drying**

**Aleksey A. Borodin<sup>1</sup>**, Postgraduate Student

**Scientific advisor – Igor V. Altukhov<sup>2</sup>**, Doctor of Technical Sciences, Professor

<sup>1,2</sup> Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Yezhevsky

Irkutsk region, Molodezhny, Russia, [Lyoxa.borodin.2012@gmail.com](mailto:Lyoxa.borodin.2012@gmail.com)

**Abstract.** Studies have shown that the use of carbon infrared emitters with a wavelength of 3–10 microns allows gentle drying of vegetable raw materials at a temperature of 45–60 °C. At the same time, biologically active substances are preserved and energy costs are reduced.

**Keywords:** drying of plant raw material, carbon infrared heaters, quality parameters of raw, emission spectrum, energy efficiency, thermolabile compounds

**For citation:** Borodin A. A. The relationship of the quality indicators of plant raw materials with the technical characteristics of the infrared emitters during drying. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 17–23), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

**Введение.** Сушка растительного сырья – обязательный этап его подготовки к длительному хранению или переработке. Однако именно на этом этапе часто теряется значительная часть ценных компонентов: витамины, эфирные масла, флавоноиды, алкалоиды. Особенно чувствительно к нагреву лекарственное сырье (например, листья мяты, цветки ромашки, трава зверобоя). Уже при температуре выше 60 °С начинается интенсивное разрушение термолабильных веществ [1].

Традиционные конвективные сушилки работают за счет горячего воздуха. Тепло передается от поверхности к центру продукта медленно, из-за чего внешние слои перегреваются, а внутренние остаются влажными. Это приводит не только к потерям качества, но и к неравномерной сушке, что снижает выход товарной продукции.

В последние годы все шире применяются инфракрасные (ИК) технологии, где энергия передается напрямую от излучателя к продукту без участия промежуточной среды. Такой способ позволяет ускорить процесс и снизить рабочую температуру. Но важно понимать, что не все ИК-нагреватели одинаково полезны. Эффективность и щадящий эффект зависят от их технических характеристик – в первую очередь, от спектра излучения, мощности и конструктивного исполнения.

Особый интерес представляют карбоновые инфракрасные нагреватели. Они излучают преимущественно в диапазоне 3–10 мкм, что совпадает с основными полосами поглощения воды и органических молекул. Благодаря этому

энергия поглощается не поверхностно, а равномерно по объему, что исключает локальный перегрев [1, 2].

**Цель исследований** – показать влияние параметров инфракрасных излучателей на ключевые качественные показатели высушенного сырья и обосновать преимущества карбоновых нагревателей.

*Качественные показатели как критерий эффективности сушки.* Качество высушенного растительного сырья оценивается не только по остаточной влажности (обычно 8–14 %), но и по целому ряду других параметров:

1. Химический состав: содержание витамина С, каротиноидов, полифенолов, эфирных масел. Так, в плодах шиповника при правильной сушке должно сохраняться не менее 80 % исходного количества аскорбиновой кислоты.

2. Органолептические свойства: цвет (зеленый или светло-зеленый для трав, не бурый), запах (характерный, без посторонних нот), текстура (не рассыпающаяся, но ломкая).

3. Физико-механические характеристики: пористость, плотность, способность к повторному увлажнению.

Практика показывает, что при конвективной сушке мяты при температуре 60 °С потери эфирного масла достигают 40–45 %, тогда как при ИК-обработке лишь 12–18 % [2]. Для зверобоя разница еще заметнее: при температуре 70 °С гипериксин (основной действующий компонент) разрушается почти наполовину, а при ИК-сушке при температуре 50 °С – менее чем на 15 % [3]. Это говорит о том, что выбор технологии должен основываться не на скорости или стоимости оборудования, а на ее влиянии на конечный продукт.

*Технические характеристики ИК-излучателей и их влияние на процесс.* Известны следующие типы нагревателей для сушки сырья:

1. *Кварцевые (галогенные) лампы* отличаются коротковолновым излучением в пределах 0,75–1,4 мкм; очень высокой температурой поверхности (до 2 200 °С), но излучение поглощается только верхним слоем. Часто вызывают

обугливание и потерю аромата.

2. *Керамические излучатели.* Для них характерны средневолновое излучение (1,4–3 мкм); температура – 300–700 °С. Лучше подходят для промышленной сушки, но все еще могут перегреть поверхность.

3. *Карбоновые нагреватели.* Такие нагреватели имеют длинноволновое излучение (3–10 мкм), рабочую температуру – 80–120 °С, коэффициент излучения – 0,95. Излучение глубоко проникает в ткани растений и поглощается водой, что обеспечивает равномерное испарение без перегрева [1, 2].

Современные установки (в том числе разрабатываемые в Иркутском государственном аграрном университете) имеют 4 и более независимых секций. Это позволяет задавать разные режимы на разных этапах: интенсивное удаление свободной влаги в начале и мягкое досушивание в конце [2, 4].

*Анализ взаимосвязи параметров и качества продукции.* В исследованиях В. Д. Очирова, И. В. Алтухова показано, что при использовании карбоновых нагревателей температура поверхности сырья не превышает 55 °С даже при высокой скорости сушки. В экспериментах с плодами шиповника это позволило сохранить 88–92 % витамина С, тогда как в конвективной сушилке при 70 °С оставалось лишь 55–60 % [1].

И. Ю. Шелехов подробно исследовал конструктивные особенности инфракрасных сушилок. Он отмечает, что равномерность прогрева напрямую зависит от расстояния между излучателями и продуктом, а также от наличия отражателей. В его опытной установке с четырьмя секциями удалось снизить разброс влажности по партии с плюс (минус) 4 до плюс (минус) 1,2 %, что критично для стандартизованного сырья [2].

Также длинноволновое ИК-излучение не содержит ультрафиолетовой компоненты, которая разрушает пигменты и вызывает окисление эфирных масел. Поэтому цвет и аромат высушенных трав остаются ближе к естественным.

Важно и то, что карбоновые нагреватели почти мгновенно выходят на рабочий режим (за 1–2 минуты) и также быстро остывают. Это дает возможность точно управлять временем воздействия, что особенно важно для тонких материалов вроде цветков или листьев.

При проектировании сушильных установок необходимо учитывать не только конструкцию излучателей, но и тепломассообменные процессы в слое сырья. Как показано А. С. Гинзбургом, расчет времени сушки должен основываться на диффузионных моделях, учитывающих изменение влагопроводности по мере высыхания [5]. Современные исследования подтверждают актуальность этих подходов при адаптации к ИК-технологиям [4].

**Практические рекомендации и перспективы.** На основе анализа можно сформулировать несколько рекомендаций для проектирования и эксплуатации инфракрасных сушилок:

1. Использовать именно карбоновые нагреватели – они обеспечивают оптимальное сочетание щадящего режима и энергоэффективности.
2. Обеспечить модульное управление – минимум 2–4 независимые зоны для ступенчатой сушки.
3. Контролировать расстояние до продукта – обычно 15–25 см для листового сырья, 20–30 см для плодов.
4. Избегать прямого контакта с воздухом (лучше работать в закрытой камере с минимальной циркуляцией, чтобы не выдувать летучие компоненты).

Перспективным направлением является интеграция таких систем с программными комплексами, которые автоматически подстраивают режим под тип сырья на основе датчиков влажности и температуры. Это особенно актуально в условиях цифровизации АПК и внедрения «умных» технологий.

**Заключение.** Качество высушенного растительного сырья напрямую зависит от технических характеристик применяемых инфракрасных излучателей. Карбоновые нагреватели, благодаря своему спектральному составу (3–10 мкм),

высокому коэффициенту излучения и возможности точного регулирования, обеспечивают щадящую сушку при низких температурах (45–60 °С) и высокой скорости удаления влаги. Это позволяет сохранять до 85–90 % биологически активных веществ, что недостижимо при традиционных методах. Дополнительное преимущество дает модульная конструкция сушильных камер, снижающая неравномерность прогрева.

Таким образом, применение карбоновых ИК-технологий представляет обоснованное решение для повышения качества и конкурентоспособности растительной продукции в пищевой и фармацевтической отраслях.

### **Список источников**

1. Очиров В. Д., Алтухов И. В. Энергоэффективные технологии сушки лекарственного растительного сырья // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2 (84). С. 54–61.
2. Шелехов И. Ю. Применение инфракрасных нагревателей в технологиях сушки растительного сырья // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4 (86). С. 67–73.
3. Афонькина В. А. Инфракрасная сушка лекарственных растений // Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 6. С. 40–44.
4. Очиров В. Д., Алтухов И. В., Федотов В. А., Цыдыпова О. Н. Обработка сельскохозяйственного сырья инфракрасным нагревом // Актуальные проблемы развития АПК : материалы междунар. науч.-практ. конф. Иркутск : Иркутский государственный аграрный университет, 2020. С. 112–118.
5. Гинзбург А. С. Расчет процессов сушки. М. : Агропромиздат, 1988. 368 с.

### **References**

1. Ochirov V. D., Altukhov I. V. Energy-efficient technologies for drying medicinal plant raw materials. *Vestnik Irkutskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2021;2(84):54–61 (in Russ.).
2. Shelekhov I. Yu. Application of infrared heaters in plant raw material drying technologies. *Vestnik Irkutskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2021;4(86):67–73 (in Russ.).
3. Afonkina V. A. Infrared drying of medicinal herbs. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*, 2019;6:40–44 (in Russ.).

4. Ochirov V. D., Altukhov I. V., Fedotov V. A., Tsydyпова O. N. Infrared heating in agricultural raw material processing. Proceedings from Actual problems of agro-industrial complex development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 112–118), Irkutsk, Irkutskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2020 (in Russ.).

5. Ginzburg A. S. *Calculation of drying processes*, Moscow, Agropromizdat, 1988, 368 p. (in Russ.).

© Бородин А. А., 2026

Статья поступила в редакцию 22.01.2026; одобрена после рецензирования 02.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 22.01.2026; approved after reviewing 02.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 621.317.7:004.896  
EDN HMCXZB

**Разработка системы мониторинга и диспетчеризации  
энергетических ресурсов. Аппаратная составляющая**

**Никита Андреевич Борщ<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Сергей Николаевич Воякин<sup>2</sup>**,  
доктор технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [borsch.na@drkk.amurobl.ru](mailto:borsch.na@drkk.amurobl.ru)

**Аннотация.** Предложена архитектура системы мониторинга и диспетчеризации энергетических ресурсов. Приведено описание аппаратной реализации стенда. Показана целесообразность системы и ее соответствие требованиям нормативных документов.

**Ключевые слова:** энергетические ресурсы, мониторинг, диспетчеризация, архитектура системы, соответствие нормативным требованиям

**Для цитирования:** Борщ Н. А. Разработка системы мониторинга и диспетчеризации энергетических ресурсов. Аппаратная составляющая // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 24–27.

Original article

**Development of a system for monitoring  
and dispatching energy resources. Hardware component**

**Nikita A. Borshch<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Sergey N. Voyakin<sup>2</sup>**,  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[borsch.na@drkk.amurobl.ru](mailto:borsch.na@drkk.amurobl.ru)

**Abstract.** The architecture of the energy resources monitoring and dispatching system is proposed. The description of the hardware implementation of the stand is given. The expediency of the system and its compliance with the requirements of regulatory documents are shown.

**Keywords:** energy resources, monitoring, dispatching, system architecture, compliance with regulatory requirements

**For citation:** Borshch N. A. Development of a system for monitoring and dispatching energy resources. Hardware component. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 24–27), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В условиях роста требований к энергоэффективности и цифровизации жилищно-коммунального хозяйства актуальной задачей становится создание доступных, но функциональных систем мониторинга и диспетчеризации энергоресурсов. Основным барьером для их внедрения в малых и средних организациях, а также в учебных заведениях остается высокая стоимость коммерческих решений и их ориентация на программные платформы, игнорирующие аппаратную простоту и автономность.

**Целью исследований** стала разработка аппаратно-ориентированной системы, основанной на использовании тепловычислителя ТВ-7.

*Тепловычислитель ТВ-7 обладает характеристиками [1]:*

- 1) поддерживает двухконтурную систему учета (отопление и горячее водоснабжение);
- 2) оснащен интерфейсом RS-485;
- 3) работает по промышленному протоколу ModBus RTU;
- 4) внесен в Государственный реестр средств измерений РФ;
- 5) имеет ограниченную стоимость, что делает его пригодным для бюджетных проектов.

В качестве методологической основы был применен анализ требований к системам учета тепловой энергии, предъявляемым в соответствии со сводом правил СП 60.13330.2016 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» [2]. Установлено, что ключевым элементом является тепловычислитель, способный одновременно обрабатывать данные от двух независимых контуров и передавать их по внешнюю систему без привязки к облачным платформам

или AI-решениям.

*Предлагаемая аппаратная система включает следующие компоненты:*

1. Тепловычислитель ТВ-7.
2. Расходомеры с импульсным выходом (например, ВПХ-15).
3. Термопреобразователи сопротивления (типа Pt100).
4. GSM-модем с поддержкой ModBus-мастера (например, МОХА MB3180 или аналог).
5. Защитный шкаф (напряжение 24 вольт).

*Алгоритм работы.* Тепловычислитель ТВ-7 собирает данные с датчиков по обоим контурам, вычисляет потребленную тепловую энергию и мощность, а затем передает эти данные по линии RS-485 в GSM-модем. Модем, в свою очередь, отправляет информацию в локальный онлайн-сервис мониторинга (например, на базе ThingsBoard или собственного сервера) с использованием протокола HTTP/HTTPS.

*Преимущества данного подхода:*

- 1) полная автономность от Интернет-платформ в процессе измерения;
- 2) соответствие требованиям Государственного реестра РФ;
- 3) поддержка многоконтурности;
- 4) простота обслуживания и диагностики;
- 5) отсутствие зависимости от зарубежного программного обеспечения.

Экономический эффект проявляется в снижении затрат на энергетический аудит, повышение точности расчетов и возможности оперативного реагирования на утечки или нештатные режимы. Срок окупаемости решения в рамках муниципального объекта оценивается в 1–2 года.

**Заключение.** *Предложенная система представляет собой практически значимое, экономически обоснованное и технически реализуемое решение, позволяющее создать функциональный стенд мониторинга энергоресурсов при жестких финансовых ограничениях.*

### **Список источников**

1. Тепловычислитель ТВ-7. Руководство по эксплуатации. ООО «Теплоком», 2022.
2. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха // Кодекс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573697256> (дата обращения: 10.12.2025).

### **References**

1. *TV-7 thermal calculator. User manual*, ООО "Теплоком", 2022 (in Russ.).
2. Heating, ventilation and air conditioning. (2020) *SP 60.13330.2020. Docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/573697256> (Accessed 10 December 2025) (in Russ.).

© Борщ Н. А., 2026

Статья поступила в редакцию 27.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 27.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.356.4(571.61)  
EDN GMCRSR

### **Анализ показателей производства картофеля в Амурской области**

**Егор Романович Бучинский<sup>1</sup>**, аспирант  
**Научный руководитель – Вячеслав Анатольевич Сенников<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [egorbuchinski1@gmail.com](mailto:egorbuchinski1@gmail.com)

**Аннотация.** Проведен анализ посадочных площадей, урожайности и валового сбора картофеля по Амурской области в целом, а также основным картофелеводческим муниципальным образованиям. Обозначены технологические проблемы, связанные с уборкой картофеля в регионе.

**Ключевые слова:** картофель, показатели производства, урожайность, технология уборки

**Для цитирования:** Бучинский Е. Р. Анализ показателей производства картофеля в Амурской области // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 28–31.

Original article

### **Analysis of potato production indicators in the Amur region**

**Egor R. Buchinsky<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Vyacheslav A. Sennikov<sup>2</sup>**,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[egorbuchinski1@gmail.com](mailto:egorbuchinski1@gmail.com)

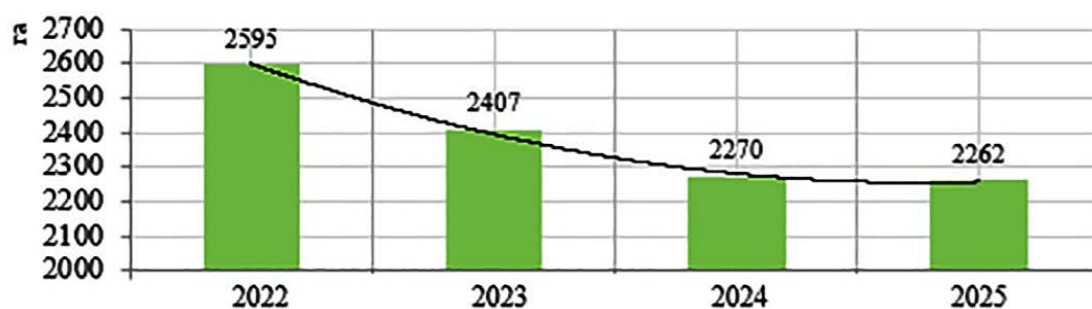
**Abstract.** The analysis of planting areas, yields and gross harvest of potatoes in the Amur region as a whole, as well as the main potato-growing municipalities, is carried out. The technological problems associated with potato harvesting in the region are outlined.

**Keywords:** potatoes, production indicators, yield, harvesting technology

**For citation:** Buchinsky E. R. Analysis of potato production indicators in the Amur region. Proceedings from Current research by young scientists – results and

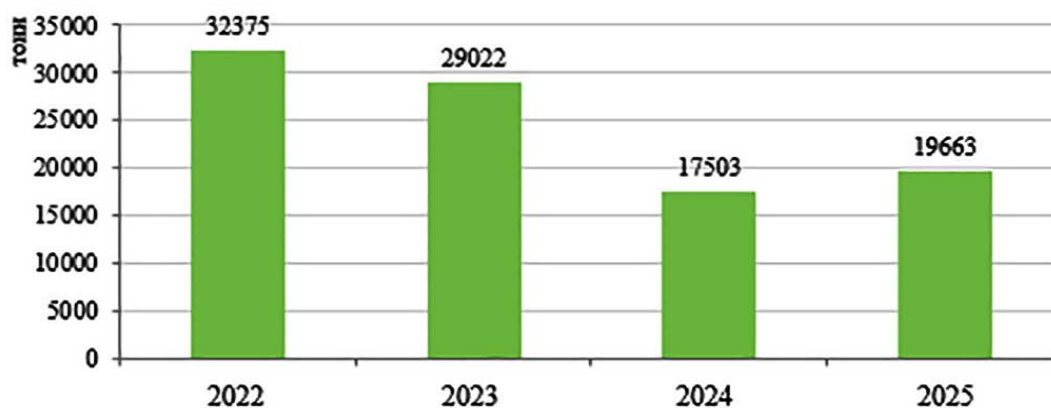
prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 28–31), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

**Анализ картофелеводства Амурской области.** Амурская область, известная своим сельскохозяйственным профилем, обусловленным благоприятным климатом, столкнулась с тенденцией к сокращению площадей под картофелем за последние четыре года. Эта негативная динамика, наглядно представленная на рисунке 1, связана с комплексом факторов. Основными причинами являются высокие риски, связанные с возможными подтоплениями низменных территорий, расположенных в поймах рек, а также общая неустойчивость погодных условий, которые создают непредсказуемость для аграриев.

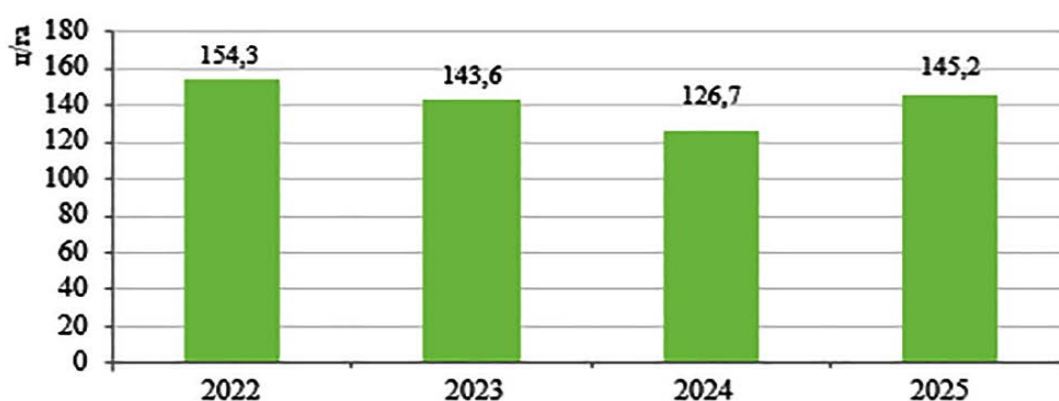


**Рисунок 1 – Динамика посадочных площадей картофеля в Амурской области за период 2022–2025 гг.**

Данные о валовых сборах и урожайности картофеля на основе материалов государственной статистики приведены на рисунках 2, 3.



**Рисунок 2 – Динамика валовых сборов картофеля в Амурской области за период 2022–2025 гг.**



**Рисунок 2 – Динамика урожайности картофеля  
в Амурской области за период 2022–2025 гг.**

Изучение статистических данных свидетельствует, что за прошедшее десятилетие площади, отведенные под картофель, уменьшились на 10 %, однако производство за тот же период выросло на 12 %. Это означает, что средняя урожайность картофеля увеличилась более чем на 20 %. Однако в 2025 г. урожайность картофеля снизилась на 9,1 ц/га по сравнению с 2022 г.

Основная доля посадочных площадей картофеля приходится на Благовещенский муниципальный округ (57,2 %), так как здесь преобладает пойменный тип почв, обладающий высокой урожайностью. Валовой сбор картофеля здесь также держится на относительно высоком уровне по сравнению с другими муниципальными образованиями области.

**Анализ уборочного процесса и задачи совершенствования его технологии.** Из 2 168 га посадочных площадей картофеля Амурской области по состоянию на 30 сентября 2025 г. было убрано лишь 771 га. Таким образом, можно сделать вывод, что в хозяйствах не укладываются в агротехнические сроки, затягивая процесс уборки до наступления морозов.

Это происходит по причине малого количества современной и адаптированной под соответствующие условия техники и низкой производительности имеющихся технических средств. Анализ показал, что существующие картофелеуборочные машины, такие как КТН-2В, не обеспечивают должного качества очистки клубней и наносят им значительные повреждения, что негативно

сказывается на сохранности продукции.

В результате проведенного нами анализа методов уборки картофеля в Амурской области сделаны следующие **выводы**:

1. *Используемые машины в определенных условиях не способны обеспечить необходимую очистку клубней картофеля.*

2. *Некоторые из представленных моделей машин наносят чрезмерные повреждения клубням, что негативно влияет на их сохранность.*

3. *Картофелеуборочные машины, применяемые в хозяйствах Амурской области, являются морально устаревшими.*

В этой связи определены **задачи дальнейших научных исследований**:

1. *Теоретически обосновать конструктивные и технологические параметры аппарата для улучшения процесса очистки картофеля.*

2. *Собрать опытный образец, провести полевые проверки для определения уровня его производительности.*

3. *Оценить результативность применения предложенного аппарата.*

© Бучинский Е. Р., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.171:004.89  
EDN GMJVLР

**Роботизированное устройство для корректировки работы  
почвообрабатывающих машин секционного типа**

**Илья Николаевич Веденев<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Алексей Александрович Кислов<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [vwwerty1450@gmail.com](mailto:vwwerty1450@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассматривается актуальность разработки роботизированных систем для повышения точности и эффективности работы сельскохозяйственной техники. Предлагается концепция устройства для автоматической корректировки рабочих органов почвообрабатывающих машин секционного типа в зависимости от локальных характеристик почвы. Основной целью является обеспечение стабильного качества обработки поля и снижение непроизводительных затрат энергии.

**Ключевые слова:** роботизация, точное земледелие, почвообрабатывающие машины, адаптивное управление, микропроцессорные системы

**Для цитирования:** Веденев И. Н. Роботизированное устройство для корректировки работы почвообрабатывающих машин секционного типа // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 32–37.

Original article

**Robotized device for adjusting the operation  
of sectional-type soil tillage machines**

**Ilya N. Vedenev<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Alexey A. Kislov<sup>2</sup>**,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[vwwerty1450@gmail.com](mailto:vwwerty1450@gmail.com)

**Abstract.** The article discusses the relevance of developing robotic systems to improve the accuracy and efficiency of agricultural machinery. A concept is proposed for a device that automatically adjusts the working tools of sectional-type soil tillage

machines depending on local soil characteristics. The main goal is to ensure consistent tillage quality across the field and reduce unproductive energy consumption.

**Keywords:** robotics, precision farming, soil tillage machines, adaptive control, microprocessor systems

**For citation:** Vedenev I. N. Robotized device for adjusting the operation of sectional-type soil tillage machines. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 32–37), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Современное сельское хозяйство активно переходит к принципам точного земледелия, где ключевую роль играет способность техники адаптироваться к пространственной неоднородности поля [1]. Почвообрабатывающие машины секционного типа, несмотря на свою распространенность, часто работают в режиме усредненных параметров, что приводит к избыточной обработке на одних участках и недостаточной на других [2]. Это снижает общую эффективность агротехнологий и увеличивает себестоимость продукции.

Анализ существующих решений показывает, что в мировой практике уже активно внедряются электронные системы автоматического контроля глубины обработки и усилия на рабочих органах. Развитие агроробототехники (Agribot) направлено на решение комплексных задач, включая мониторинг состояния почвы и регулирование параметров обработки в реальном времени.

Основной проблемой традиционных почвообрабатывающих агрегатов является их неспособность оперативно реагировать на изменение физико-механических свойств почвы в пределах одного поля. Например, при прохождении через участок с повышенной влажностью или плотностью вся секция продолжает работать с заданной глубиной, что приводит к перегрузке трактора, увеличению тягового сопротивления и, как следствие, к росту удельного расхода топлива. В то же время, на более рыхлых участках происходит недостаточная обработка, что негативно сказывается на последующем посеве и развитии культур [3].

Для решения этой проблемы требуется переход от централизованного управления к децентрализованной, интеллектуальной системе, где каждый рабочий орган принимает решения автономно на основе данных, полученных с локальных датчиков.

На сегодняшний день на рынке представлены различные системы автоматизации для сельскохозяйственной техники. Одним из ярких примеров является система «РСМ Контроль глубины» от компании «Ростсельмаш», которая позволяет поддерживать заданную глубину обработки за счет гидравлического регулирования положения рамы агрегата. Однако такая система корректирует работу всего агрегата в целом, не учитывая различия между отдельными секциями. Более продвинутое решение, такие как *ультразвуковые датчики глубины* от компаний Resurs Control или «ФМетр», обеспечивают точный замер глубины, но не имеют встроенной функции обратной связи для автоматического изменения режима работы.

Зарубежные производители (LEMKEN или Agro Lead) предлагают *почвообрабатывающие орудия с индивидуальной подвеской каждого рабочего органа*, что частично решает проблему адаптации к рельефу. Однако эти системы являются пассивными и не используют данные о состоянии почвы для принятия решений. Они лишь механически повторяют контуры поверхности, не корректируя глубину или угол атаки в зависимости от плотности или влажности.

Исследования в области адаптивного управления сельскохозяйственными машинами, представленные в научной литературе, подтверждают высокую эффективность такого подхода. В работе [4] показано, что применение адаптивных алгоритмов управления позволяет повысить точность выполнения операций на 15–20 % и снизить энергозатраты на 10–12 %. Таким образом, создание активной, роботизированной системы, объединяющей в себе функции мониторинга, анализа и исполнения, является логичным и перспективным шагом в развитии инженерно-технического обеспечения АПК.

**Конструкция и принцип работы предлагаемого устройства.** Предлагаемое роботизированное устройство представляет собой модульную систему, интегрируемую в конструкцию секции почвообрабатывающего агрегата. Каждая секция оснащается собственным блоком управления, датчиками и исполнительным механизмом.

*Устройство функционирует по следующему алгоритму:*

1. *Сбор данных.* Датчики (например, датчики тягового сопротивления, глубины или оптические (электромагнитные) датчики для оценки плотности почвы) в реальном времени передают информацию о текущих условиях обработки. Современные беспроводные датчики способны точно измерять глубину обработки и положение орудия, передавая данные в центральную платформу.

2. *Обработка сигнала.* Микропроцессорный контроллер, установленный на каждой секции, сравнивает полученные данные с заданными эталонными значениями (например, целевой глубиной обработки или оптимальным тяговым усилием). Адаптивные системы управления позволяют сельскохозяйственной технике эффективно реагировать на изменяющиеся условия, повышая точность и производительность [4].

3. *Корректировка.* При отклонении параметров от нормы контроллер подает сигнал на исполнительный механизм (гидравлический или электромеханический привод), который изменяет положение или угол атаки рабочего органа (лемеха, долота) данной секции.

Такой подход позволяет каждой секции машины работать автономно, адаптируясь к локальным условиям. Например, при прохождении через участок с повышенной плотностью почвы секция автоматически уменьшит глубину заглубления, чтобы не перегружать трактор и не вызывать чрезмерное уплотнение почвы. Наоборот, на рыхлых участках глубина может быть увеличена для обеспечения качественной обработки. Эта концепция напрямую связана с идеей создания инновационных адаптивных систем для сельскохозяйственных машин,

которые позволяют оптимизировать их работу в зависимости от меняющихся внешних факторов.

**Преимущества и ожидаемые результаты внедрения.** Разработка и внедрение подобных роботизированных устройств является перспективным направлением в создании интеллектуальной сельскохозяйственной техники. Такая система позволит достичь нескольких важных целей:

1. Повысить равномерность качества обработки почвы по всей площади поля, что положительно скажется на всхожести семян и урожайности.
2. Снизить удельный расход топлива за счет исключения избыточной работы и оптимизации тягового режима трактора.
3. Уменьшить износ рабочих органов и ходовой части трактора, так как агрегат будет работать в более щадящем режиме без резких перегрузок.
4. Обеспечить более бережное отношение к почве, предотвращая ее переуплотнение и сохраняя структуру, что является одним из ключевых принципов устойчивого земледелия.

Экономический эффект от внедрения подобной системы может быть значительным. Снижение расхода топлива на 10 % и увеличение срока службы рабочих органов на 15–20 % позволят окупить затраты на модернизацию техники в течение одного – двух сезонов.

**Заключение.** Разработка предложенного роботизированного устройства является логичным ответом на вызовы современного АПК, стремящегося к цифровизации и повышению эффективности ресурсов.

Дальнейшие исследования будут направлены на выбор оптимального набора датчиков, разработку надежного алгоритма управления и проведение полевых испытаний опытного образца устройства. Особое внимание будет уделено вопросам совместимости с существующими бортовыми компьютерами тракторов и возможностям интеграции в общую систему точного земледелия фермерского хозяйства.

### Список источников

1. Альт В. В. Концепция развития почвообрабатывающих машин и способ снижения затрат на глубокую обработку почвы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 10–2 (128). С. 106–110.
2. Брусенцов А. С. Исследование влияния конструктивных особенностей рабочих органов почвообрабатывающих машин на качество выполняемой операции // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2020. № 5 (152). С. 108–113.
3. Вороненко А. С. Анализ внедрения почвообрабатывающих агрегатов в системе точного земледелия с использованием энергонасыщенных тракторов // Перспективная техника и технологии в АПК : материалы междунар. науч. конф. Минск : Белорусский государственный аграрный технический университет, 2023. С. 119–122.
4. Design recommendations for an adaptive control system in agricultural tractors // Open Access Proceedings Journal. 2023. Vol. 9. P. 189–195.

### References

1. Alt V. V. Concept of development of soil tillage machines and a method for reducing costs for deep tillage. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015;10–2(128):106–110 (in Russ.).
2. Brusentsov A. S. Study of the influence of design features of working bodies of soil tillage machines on the quality of the operation performed. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020;5(152):108–113 (in Russ.).
3. Voronenko A. S. Analysis of the implementation of soil tillage aggregates in a precision farming system using high-power tractors. Proceedings from Promising equipment and technologies in the agricultural sector: *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya*. (PP. 119–122), Minsk, Belorusskii gosudarstvennyi agrarnyi tekhnicheskii universitet, 2023 (in Russ.).
4. Design recommendations for an adaptive control system in agricultural tractors. *Open Access Proceedings Journal*, 2023;9:189–195.

© Веденев И. Н., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.354.2  
EDN DTJWVE

**Анализ технических устройств для автоматической регулировки  
направления движения зерноуборочных комбайнов**

**Илья Игоревич Ветохин<sup>1</sup>**, студент магистратуры

**Научный руководитель – Алексей Александрович Кислов<sup>2</sup>,**

кандидат технических наук, доцент

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия, [ilavetohin862@gmail.com](mailto:ilavetohin862@gmail.com)

**Аннотация.** В статье выполнен комплексный анализ технических устройств автоматической регулировки направления движения зерноуборочных комбайнов китайского производства. Проведено сравнительное исследование систем YTO и Foton Lovol с использованием эксплуатационных и навигационных параметров.

**Ключевые слова:** автоматическое рулевое управление, зерноуборочный комбайн, GNSS-навигация, RTK-коррекция, точное земледелие

**Для цитирования:** Ветохин И. И. Анализ технических устройств для автоматической регулировки направления движения зерноуборочных комбайнов // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 38–41.

Original article

**Analysis of technical devices for automatic adjustment  
of the direction of grain harvesters**

**Ilya I. Vetokhin<sup>1</sup>**, Master's Degree Student

**Scientific advisor – Alexey A. Kislov<sup>2</sup>,**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

[ilavetohin862@gmail.com](mailto:ilavetohin862@gmail.com)

**Abstract.** The article provides a comprehensive analysis of the technical devices for automatic adjustment of the direction of movement of Chinese-made grain harvesters. A comparative study of the YTO and Foton Lovol systems was conducted using operational and navigation parameters.

**Keywords:** automatic steering, combine harvester, GNSS navigation, RTK correction, precision farming

**For citation:** Vetokhin I. I. Analysis of technical devices for automatic adjustment of the direction of grain harvesters. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 38–41), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Интенсивное развитие технологий точного земледелия приводит к активному внедрению автоматизированных систем управления сельскохозяйственной техникой. По данным отраслевых исследований, применение автоматического рулевого управления позволяет сократить перекрытия проходов на 8–15 %, снизить расход топлива на 5–10 % и увеличить сменную производительность зерноуборочных комбайнов на 6–12 %. В этой связи особый интерес представляют технические решения китайских производителей, активно использующих навигационные системы BeiDou и ГЛОНАСС [1].

Автоматическое рулевое управление (АРУ) основывается на принципах теории автоматического регулирования, включающих использование отрицательной обратной связи и математических моделей движения машины. Современные системы АРУ функционируют с частотой обновления управляющих сигналов 10–20 Гц, что обеспечивает устойчивость траектории при рабочих скоростях комбайна 5–8 км/час. Точность позиционирования при использовании стандартных GNSS-режимов составляет  $\pm 20$ –30 см, в то время как применение RTK-коррекции  $\pm 2$ –5 см. Для компенсации динамических отклонений применяются PID-регуляторы с адаптивной настройкой коэффициентов [2].

YTO (*Yituo*) – один из крупнейших китайских брендов агротехники. В последние годы YTO активно интегрирует системы автоматического управления в свои зерноуборочные комбайны [3]. Техническими особенностями выступают: GNSS-модуль высокой точности (RTK); автопилот на основе CAN-шины; интеграция с весовым контролем жатки.

*Foton Lovol International Heavy Industry* позиционирует свои навигационные системы как доступные по цене, но оснащенные современными системами автоматизации. Характеристики системы: GNSS-приемники с поддержкой BeiDou и ГЛОНАСС; интеграция с мобильными приложениями; поддержка параллельного вождения. Особенности системы являются: упрощенная архитектура контроллера; применение дешевых модулей для снижения стоимости; возможности использования электронных карт полей. Системы отличаются низкой стоимостью внедрения; доступность для мелких и средних хозяйств; простота эксплуатации. Однако для них характерна меньшая точность по сравнению с премиальными системами, а также не всегда стабильная работа при слабом GNSS-сигнале.

В таблице 1 представлено сравнение рассмотренных систем.

**Таблица 1 – Сравнительный анализ навигационных систем**

<b>Параметры</b>	<b>УТО</b>	<b>Foton Lovol</b>
Точность позиционирования, см	±2–5	±10–20
Рабочая скорость, км/час	5–8	4–7
Частота коррекции, Гц	15–20	10–15
Экономия топлива, л	8–10	5–7
Окупаемость, лет	1–2	2–3

Анализ данных таблицы показывает, что системы УТО обеспечивают более высокую точность управления и быструю окупаемость за счет применения RTK-коррекции, в то время как решения Foton Lovol отличаются доступностью и меньшими капитальными затратами. Расчеты показывают, что при сезонной нагрузке 800–1 000 га экономия топлива может достигать 600–900 л, что в денежном выражении составляет до 60–90 тыс. руб. Снижение утомляемости оператора приводит к уменьшению количества технологических ошибок и повышению общей надежности уборочного процесса [3].

**Заключение.** Таким образом, расширенный анализ подтвердил высокую эффективность применения систем автоматического рулевого управления

*китайского производства. Использование количественных показателей позволяет обоснованно выбирать оптимальные технические решения для конкретных условий эксплуатации.*

#### **Список источников**

1. Гольтяпин В. Я., Федоренко В. Ф., Балабанов В. И. Современные тенденции интеллектуализации тракторов и машин сельскохозяйственного назначения : аналитический обзор. М. : Росинформагротех, 2024. 92 с.
2. Шишкин И. В., Курдюков Д. В., Харлашин Д. А. Вспомогательные системы управления сельскохозяйственной техникой // Проблемы и перспективы цифровизации агропромышленного комплекса : материалы II междунар. науч.-практ. конф. Саратов : Саратовский государственный аграрный университет, 2024. С. 150–153.
3. Голоцуцких В. И., Ветчинова А. С. Использование спутниковых систем глобального позиционирования в сельском хозяйстве // Инновационная деятельность в модернизации АПК : материалы междунар. науч.-практ. конф. Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. С. 205–207.

#### **References**

1. Golytyapin V. Ya., Fedorenko V. F., Balabanov V. I. *Modern trends in the intellectualization of tractors and agricultural machinery: Analytical review*, Moscow, Rosinformagrotekh, 2024, 92 p. (in Russ.).
2. Shishkin I. V., Kurdyukov D. V., Kharlashin D. A. Auxiliary control systems for agricultural machinery. Proceedings from Problems and prospects of digitalization of the agro-industrial complex: *II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 150–153), Saratov, Saratovskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).
3. Golotsutskikh V. I., Vetchinova A. S. Application of global satellite positioning systems in agriculture. Proceedings from Innovative activity in the modernization of the agro-industrial complex: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 205–207), Kursk, Kurskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2017 (in Russ.).

© Ветохин И. И., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья

УДК 656.137

EDN FFHSFU

### **Анализ систем разгрузки сельскохозяйственных автопоездов**

**Артем Александрович Волков<sup>1</sup>**, студент магистратуры

**Валентин Александрович Чуванов<sup>2</sup>**, соискатель

**Научный руководитель – Евгений Евгеньевич Кузнецов<sup>3</sup>**,

доктор технических наук, профессор

<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия, [arhivolk5644@gmail.com](mailto:arhivolk5644@gmail.com)

**Аннотация.** В статье представлен сравнительный анализ основных систем разгрузки, используемых в конструкции автопоездов при перевозке сельскохозяйственных грузов: самосвальной (наклонной), принудительной (шнековой, скребковой) и пневматической (нагнетательной). Определены ключевые технико-эксплуатационные характеристики, преимущества и недостатки каждой системы для обоснованного выбора в зависимости от типа груза и условий работы.

**Ключевые слова:** автопоезд, сельскохозяйственные перевозки, система разгрузки, самосвальная разгрузка, шнековая разгрузка, пневматическая разгрузка, технико-эксплуатационные характеристики

**Для цитирования:** Волков А. А., Чуванов В. А. Анализ систем разгрузки сельскохозяйственных автопоездов // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 42–49.

Original article

### **Analysis of agricultural road trains unloading systems**

**Artem A. Volkov<sup>1</sup>**, Master's Degree Student

**Valentin A. Chuvanov<sup>2</sup>**, Degree Seeker

**Scientific advisor – Evgeny E. Kuznetsov<sup>3</sup>**,

Doctor of Technical Sciences, Professor

<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

[arhivolk5644@gmail.com](mailto:arhivolk5644@gmail.com)

**Abstract.** The article presents a comparative analysis of the three main unloading systems used in the design of articulated trucks for transporting agricultural

goods: the tipping (tipper) system, the forced (auger, scraper) system, and the pneumatic (blowing) system. The key technical and operational characteristics, advantages, and disadvantages of each system have been identified to make an informed choice based on the type of cargo and operating conditions.

**Keywords:** articulated truck, agricultural transportation, unloading system, tipper unloading, auger unloading, pneumatic unloading, technical and operational characteristics

**For citation:** Volkov A. A., Chuvanov V. A. Analysis of agricultural road trains unloading systems. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 42–49), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Эффективность транспортировки сельскохозяйственной продукции определяется не только грузоподъемностью и безопасностью движения автопоезда, но и скоростью, а также сохранностью грузов во время погрузки-разгрузки. В условиях сжатых сроков уборочной кампании время оборота транспортной единицы становится критически важным условием, ответственным за производительность агрегата. Ключевую роль в этом играет система разгрузки, выбор которой напрямую зависит от свойств перевозимого груза, требований к точности выгрузки и экономических возможностей предприятия по покупке наиболее оптимальных средств перевозки.

Рассмотрим основные конструктивные и технологические характеристики систем разгрузки сельскохозяйственных автопоездов:

1. *Самосвальная система разгрузки.* Гидравлические самосвалы-прицепы работают по принципу наклона грузовой платформы под углом 45–60 град. с помощью гидроцилиндров, что позволяет выгружать сыпучие, навалочные или штучные грузы под действием силы тяжести, а их конструкция для автопоездов, включающая прямой задний или боковые варианты наклона, обеспечивает разгрузку в стесненных условиях складов и полей.

Преимущества самосвальной системы: – высокая скорость разгрузки; полная выгрузка 30–40 тонн груза занимает 2–4 минуты;

– простота и надежность конструкции; минимум подвижных узлов в контакте с грузом, что снижает стоимость технического обслуживания;

– низкие энергетические затраты; энергия требуется только для работы гидронасоса, поднимающего платформу.

– достижение полной выгрузки в любых климатических условиях; при правильном угле наклона и состоянии груза кузов очищается практически полностью;

– универсальность для всей номенклатуры грузов; один и тот же самосвальный автопоезд может перевозить зерно, удобрения и прочие материалы.

Недостатки самосвальной системы:

– жесткие требования к месту разгрузки; необходима ровная, твердая площадка с запасом высоты и пространства для наклона платформы; невозможна разгрузка в низкие наземные бункеры;

– ограничение по типу груза; не подходит для малосыпучих, влажных, слежавшихся грузов (комбикорм, мука, жом, свежий навоз);

– неконтролируемое ударное и истирающее воздействие на груз; падение с высоты может приводить к повреждению (дроблению зерна, растрескиванию и микроповреждениям); следует отметить, что проблема повреждения деликатной продукции, такой как овощи или фрукты, является предметом специальных научных исследований и конструкторских разработок; в частности, предлагаются усовершенствованные самосвальные кузова с системой поперечных перегородок, обеспечивающие порционную и более управляемую выгрузку, что снижает динамические нагрузки на перевозимый груз и минимизирует его повреждение [1];

– пылеобразование; интенсивное высыпание создает облако пыли, что приводит к потерям и требует соблюдения экологических норм;

– повышенные требования к устойчивости; при разгрузке на неровной поверхности или с нарушением технологии существует риск опрокидывания.

2. *Принудительная (механическая) система разгрузки.* Принцип действия саморазгружающихся прицепов-конвейеров основан на перемещении груза механическими устройствами (продольными скребковыми или поперечными шнековыми конвейерами), что обеспечивает универсальность и особую эффективность для малосыпучих, слеживающихся или специальных грузов, позволяя осуществлять точную и бережную выгрузку в целевые приемные устройства.

Преимущества принудительной системы:

- высокая точность и управляемость; возможность подачи груза в конкретную точку (люк, окно, бункер) на расстоянии до 5–7 м по горизонтали;
- независимость от условий расположения разгрузочной площадки; разгрузка возможна на любом рельефе, и даже в условиях отсутствия свободного пространства вокруг автомобиля;
- сохранность груза; мягкое, дозированное перемещение минимизирует повреждение и дробление; стоит отметить, что наряду с серийными шнековыми и скребковыми конвейерами, существуют также разработки, направленные на решение смежных задач сельскохозяйственного транспорта; в частности, актуальными являются исследования в области создания универсальных транспортных средств с навесными перегрузочными устройствами конвейерного типа, которые позволяют механизировать погрузочно-разгрузочные работы с тарно-штучными и некоторыми видами сельскохозяйственной продукции, снижая ее повреждение [2];
- отсутствие пылеобразования; закрытый процесс выгрузки снижает потери и загрязнение окружающей среды;
- эффективность для сложных грузов; позволяет разгружать влажные и слежавшиеся материалы.

Недостатки принудительной системы:

- низкая скорость разгрузки; выгрузка всего объема занимает 15–30 мин;

– высокая сложность и стоимость; наличие системы конвейеров (шнеков), редукторов, карданных валов значительно увеличивает цену техники и затраты на ее обслуживание и ремонт;

– повышенные энергозатраты; требуется отбор мощности от двигателя автомобиля или установка автономного дизель-генератора;

– неполная выгрузка (остаточный налипший слой); часть груза, особенно влажного, может оставаться на стенках и дне;

– ограниченная универсальность; специализированный кузов (тентованный или цельнометаллический с системой конвейеров) часто предназначен только для определенных типов грузов.

3. *Пневматическая система разгрузки.* Принцип действия пневматических разгрузчиков основан на взрыхлении груза и его последующей транспортировке высокоплотным воздушным потоком по гибкому рукаву на значительные расстояния, что делает их незаменимыми для работы с мелкодисперсными, пылящими и высококачественными сыпучими грузами, а также для точной загрузки зерна в элеваторные силосы.

Преимущества пневматической системы:

– максимальная дистанция разгрузки и гибкость подающего рукава; возможность разгрузки в труднодоступные места без заезда автомобиля на территорию объекта (например, напрямую в силос высотного элеватора);

– высокая сохранность и гигиеничность; полностью закрытый цикл исключает контаминацию груза и потери;

– отсутствие пылеобразования и экологичность; идеальна для работы в населенных пунктах и на предприятиях пищевой промышленности;

– качественная очистка кузова; система обеспечивает высокий процент выгрузки (до 99,9 %);

– автономность; наличие собственного двигателя для привода компрессора делает процесс независимым от ходового двигателя автомобиля.

Недостатки пневматической системы:

- наиболее низкая скорость разгрузки; процесс может занимать 40–60 минут и более;
- наибольшая сложность, стоимость и масса; система включает компрессор, нагнетательные камеры, сложную сеть воздухопроводов, что делает автопоезд очень дорогим и тяжелым;
- высокие энергозатраты; потребление энергии на перемещение тонны груза пневмотранспортом в разы выше, чем у других систем;
- чувствительность к свойствам груза; крайне критична к влажности (груз мажет) и крупности частиц (ограничения по размеру);
- высокий уровень шума от работы компрессора.

Анализ систем разгрузки сельскохозяйственных автопоездов представлен в таблице 1.

**Таблица 1 – Анализ систем разгрузки сельскохозяйственных автопоездов**

<b>Критерий</b>	<b>Самосвальная</b>	<b>Принудительная (шнековая)</b>	<b>Пневматическая</b>
Скорость разгрузки	очень высокая	низкая	очень низкая
Стоимость техники	низкая	средняя	очень высокая
Эксплуатационные затраты	низкие	средние	высокие
Универсальность	средняя	высокая (в рамках сыпучих грузов)	низкая (специализированная)
Сохранность груза	низкая	высокая	очень высокая
Требования к месту	высокие	низкие	минимальные
Дальность подачи	нет	до 5–7 м	до 50–100 м
Энергозатраты	низкие	средние	очень высокие
Подходящие грузы	зерно, удобрения	комбикорм, мука, зерно, жмых	мука, ценные семена, зерно

Проведенный анализ доказательно свидетельствует, что выбор системы разгрузки является важным решением для организаций, ответственно определяющих специализацию, качественный уровень и насыщение механизмами транспортного подразделения [3].

*Для крупных зерновых хозяйств, работающих с собственными токами и элеваторами, где важна скорость и низкая стоимость перевозок, наиболее оптимальны самосвальные автопоезда высокой грузоподъемности.*

*Для предприятий, перевозящих комбикорма, продукты переработки или работающих с сетью ферм и небольших приемных пунктов, где важны точность и независимость от принимающей инфраструктуры, наиболее выгодны автопоезда с принудительной (шнековой) разгрузкой.*

Пневматические системы – высококачественный инструмент для решения специфических задач: работа с высоколиквидными пищевыми продуктами или подача зерна напрямую в силосы крупных элеваторов. Их использование экономически оправдано в крупных логистических или перерабатывающих компаниях, для которых необходима наибольшая сохранность грузов.

**Заключение.** *Эффективность использования автопоезда на сельскохозяйственных перевозках закладывается на этапе его покупки [4]. Правильный выбор системы разгрузки, основанный на анализе структуры грузопотоков и инфраструктуры предприятия, является ключевым фактором минимизации логистических издержек в АПК.*

#### **Список источников**

1. Колупаев С. В., Юхин И. А., Успенский И. А., Аникин Н. В., Зейналов Э. А., Ахмедов Р. К. [и др.]. Анализ процесса выгрузки сельскохозяйственной продукции из усовершенствованного кузова тракторного прицепа // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 112. № 8. С. 1–24.

2. Бышов Н. В., Борычев С. Н., Успенский И. А., Юхин И. А., Рябчиков Д. С. Универсальные транспортные средства для выполнения транспортно-погрузочных работ при внутрихозяйственных перевозках плодово-овощной продукции // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 93. № 9. С. 1–12.

3. Марков С. Н., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В., Кривуца З. Ф. Методы совершенствования транспортно-технологического обеспечения уборочных ра-

бот в сельском хозяйстве : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. 144 с.

4. Кузнецов Е. Е., Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Кушнарев А. Н., Шуравин А. А. Повышение эффективности перевозок тракторным транспортом в сельском хозяйстве : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. 218 с.

### References

1. Kolupaev S. V., Yukhin I. A., Uspensky I. A., Anikin N. V., Zeinalov E. A., Akhmedov R. K. [et al.]. Analysis of the process of unloading agricultural products from an improved tractor trailer body. *Nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015;112;8:1–24 (in Russ.).

2. Byshov N. V., Borychev S. N., Uspensky I. A., Yukhin I. A., Ryabchikov D. S. Universal vehicles for transport and loading operations during intra-farm transportation of fruit and vegetable products. *Nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013;93;9:1–12 (in Russ.).

3. Markov S. N., Kuznetsov E. E., Shchitov S. V., Krivutsa Z. F. *Methods of improving transport and technological support for harvesting in agriculture: monograph*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024, 144 p. (in Russ.).

4. Kuznetsov E. E., Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Kushnarev A. N., Shuravin A. A. *Improving the efficiency of tractor transportation in agriculture: monograph*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024, 218 p. (in Russ.).

© Волков А. А., Чуванов В. А., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.3:631.5  
EDN EVKQWL

### **Особенности применения беспилотных летательных аппаратов в сельскохозяйственном производстве**

**Сергей Дмитриевич Гайдаш<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Андрей Владимирович Бурмага<sup>2</sup>**,  
доктор технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [sergey.gaidash@mail.ru](mailto:sergey.gaidash@mail.ru)

**Аннотация.** В статье анализируются возможности использования беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве Амурской области. Автором выявлены сезонные ограничения и необходимость повышения низкотемпературной надежности соответствующих объектов.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, точное земледелие, эксплуатационные ограничения, климатические факторы, надежность, Амурская область

**Для цитирования:** Гайдаш С. Д. Особенности применения беспилотных летательных аппаратов в сельскохозяйственном производстве // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 50–55.

Original article

### **Features of using unmanned aerial vehicles in agricultural production**

**Sergey D. Gaidash<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Andrey V. Burmaga<sup>2</sup>**,  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[sergey.gaidash@mail.ru](mailto:sergey.gaidash@mail.ru)

**Abstract.** The article analyzes the possibilities of using unmanned aerial vehicles in agriculture in the Amur region. The author identifies seasonal restrictions and the need to increase the low-temperature reliability of relevant facilities.

**Keywords:** unmanned aerial vehicles, precision farming, operational restrictions, climatic factors, reliability, Amur region

**For citation:** Gaidash S. D. Features of using unmanned aerial vehicles in agricultural production. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 50–55), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В современном мире развитие технологий и техники происходит очень быстро, и сельское хозяйство не исключение. В частности активно наблюдается внедрение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в сферу агропромышленного производства. Современные беспилотные системы решают следующие задачи [1]:

1. Оценка качества и густоты посевов.
2. Выявление механических повреждений или гибели культур.
3. Подсчет сохранности всходов на поле.
4. Инвентаризация земель сельскохозяйственного назначения и контроль их использования.
5. Определение проблемных участков почвы.
6. Мониторинг соблюдения севооборота и ротации культур.
7. Выявление отклонений и нарушений, допущенных при проведении агротехнических мероприятий.
8. Обследование территорий и фиксация нарушений режима выпаса сельскохозяйственных животных.
9. Сопровождение строительства систем мелиорации.
10. Контроль температурно-влажностного режима хранения корнеплодов в полевых буртах.

Технологично оснащенные беспилотники в сельском хозяйстве способны выполнять операции [2, 3]:

1. *Аэрофотосъемка* – необходима для картирования зон неравномерного развития культур, очагов деградации посевов после воздействия неблагопри-

ятных природных факторов, а также иных нарушений, требующих своевременного устранения. Аэрофотосъемка с БПЛА, выполняемая на малых высотах, обеспечивает более высокую детализацию изображений по сравнению со спутниковой съемкой.

2. *Видеосъемка.* Производительность съемки с беспилотного летательного аппарата составляет 30 км<sup>2</sup>/час, что обеспечивает сокращение временных и финансовых затрат по сравнению с наземными методами обследования пилотируемой авиацией.

3. *3D-моделирование* – позволяет идентифицировать переувлажненные и засушливые территории, участки открытой выемки грунта, а также формировать картографическую основу для планирования осушительных, оросительных, рекультивационных и мелиоративных мероприятий.

4. *Лазерное сканирование.* Метод применим для исследования труднодоступных территорий. Он обеспечивает построение высокодетализированной цифровой модели рельефа с большой плотностью точек, позволяя отображать микроформы даже под пологом загущенных насаждений.

5. *Тепловизионная съемка.* При ее проведении используются все основные диапазоны инфракрасной области спектра – коротковолновый, средневолновый и длинноволновый. Исследование с БПЛА дает возможность определить сроки дифференцирования точек роста, что напрямую влияет на урожайность и сохранение продуктивных свойств растений.

6. *Опрыскивание.* Благодаря возможности оснащения дополнительным оборудованием, БПЛА используются для локальной химической обработки растений, плодовых кустарников и деревьев. Такой подход позволяет проводить адресное внесение пестицидов только на пораженные участки, минимизируя контакт препаратов со здоровыми растениями.

Также важно учитывать, что при эксплуатации беспилотника могут возникнуть следующие проблемы:

1. *Сложность управления.* У начинающих операторов возникают сложности в освоении пилотирования БПЛА, требующих развитой координации и продолжительной практики. Ограничением является дефицит квалифицированных кадров, способных не только к эффективному управлению техникой, но и к обслуживанию автоматизированных систем.

2. *Ограниченный функционал предлагаемых БПЛА* – нехватка высокопроизводительных и мощных летающих дронов. Дроны не справляются с применением контактных инсектицидов, использованием сложных баковых смесей, работой с гербицидами сплошного действия и обработкой густых посевов.

3. *Проблемы с аккумулятором.* Износ батареи может проявляться в полете, в результате чего БПЛА не выполняет построенное полетное задание или батарея отключается до начала работ.

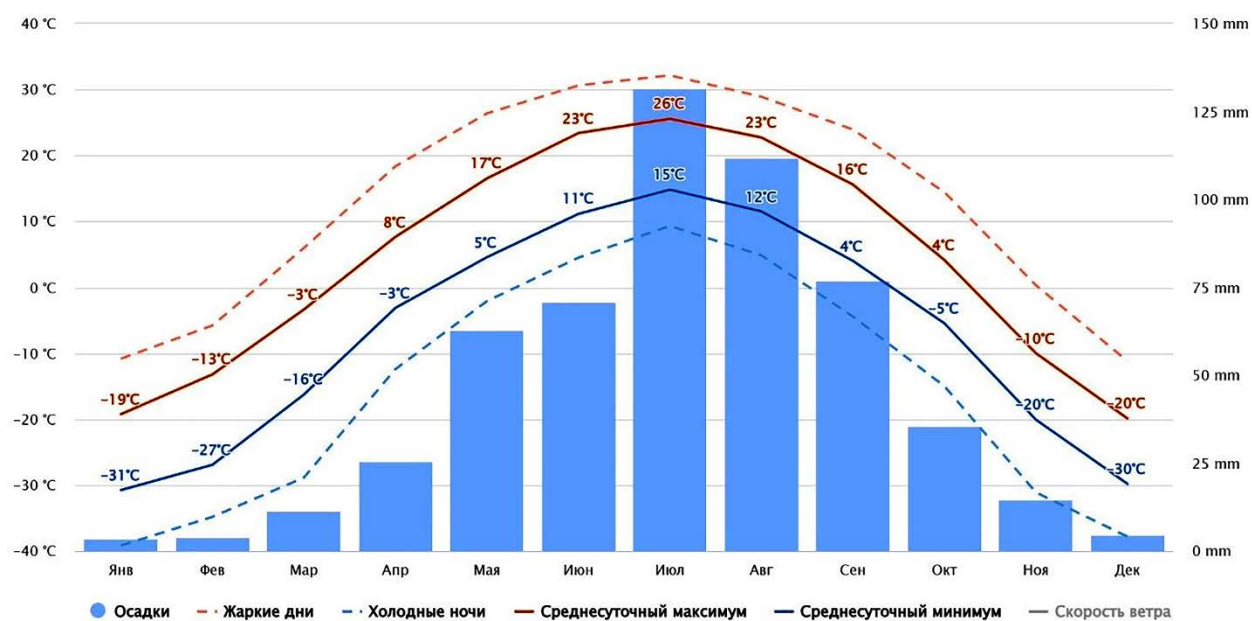
4. *Ограниченные условия применения.* Практически невозможная эксплуатация при отрицательных температурах, порывистом ветре и осадках.

5. *Проблемы со связью.* Непрерывный сеанс связи возможен только в зоне действия радиоаппаратуры управления. В условиях закрытой местности сигнал может затухать и БПЛА теряет связь с аппаратурой.

6. *Высокая стоимость.* Современные беспилотники при ограниченном наборе реализуемых функций обладают высокой стоимостью, что является сдерживающим фактором их широкого применения в сельском хозяйстве.

В ходе исследований нами был проведен анализ температуры и количества осадков в Амурской области. График температуры и осадков представлен на рисунке 1.

Из графика видно, что в рассматриваемом регионе практически половину года сохраняется отрицательная температура, а в летний период выпадает большое количество осадков. Это значительно сокращает возможности применения беспилотных летательных аппаратов.



**Рисунок 1 – График температуры и осадков в Амурской области**

**Закключение.** При отрицательных температурах (в Амурской области на протяжении пяти месяцев года), а в летнее время из-за большого количества осадков, БПЛА практически не эксплуатируются. В результате имеют место простои техники и занятость складского хозяйства для хранения беспилотников, что влечет за собой дополнительные расходы.

Одним из направлений повышения эффективности работы беспилотных летательных аппаратов является повышение их технологической надежности при эксплуатации в условиях низких температур (от минус 10 °C и ниже).

#### Список источников

1. Зубарев Ю. Н., Фомин Д. С., Чащин А. Н., Заболотнова М. В. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. 2019. № 2.

2. Савин И. Ю., Вернюк Ю. И., Фараслис И. Возможности использования беспилотных летательных аппаратов для оперативного мониторинга продуктивности почв // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. 2015. № 8.

3. Абрамов Н. В., Семизоров С. А., Шерстобитов С. В., Гунгер М. В., Петухов Д. А. Использование беспилотного летательного аппарата для мониторинга за состоянием агроценозов и составления электронных карт полей // Земледелие. 2021. № 8.

### References

1. Zubarev Yu. N., Fomin D. S., Chashchin A. N., Zabolotnova M. V. The use of unmanned aerial vehicles in agriculture. *Vestnik Permskogo federal'nogo issledovatel'skogo tsentra*, 2019;2 (in Russ.).
2. Savin I. Yu., Vernyuk Yu. I., Faraslis I. Possibilities of using unmanned aerial vehicles for operational monitoring of soil productivity. *Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V. V. Dokuchaeva*, 2015;8 (in Russ.).
3. Abramov N. V., Semizorov S. A., Sherstobitov S. V., Gunger M. V., Petukhov D. A. Using an unmanned aerial vehicle for monitoring the state of agroecosystems and creating electronic field maps. *Zemledelie*, 2021;8 (in Russ.).

© Гайдаш С. Д., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 004.94  
EDN DQZKWL

### **Сравнительный анализ программных средств моделирования систем контроля качества воздуха в промышленных помещениях**

**Леонид Владимирович Григорьев<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Палина Павловна Проценко<sup>2</sup>**, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [mts2003daty@gmail.com](mailto:mts2003daty@gmail.com)

**Аннотация.** Статья представляет обзор и сравнительный анализ программных средств моделирования, которые применяются при разработке систем контроля параметров воздуха на промышленных объектах. Рассматриваются особенности использования отечественных программных платформ «Этюд» и Engee, позволяющих моделировать параметры воздушной среды и выполнять анализ работы систем контроля. Сделано обоснование выбора платформы Engee в качестве основной для последующих исследований.

**Ключевые слова:** моделирование, контроль качества воздуха, программное обеспечение, промышленная безопасность, цифровые технологии

**Для цитирования:** Григорьев Л. В. Сравнительный анализ программных средств моделирования систем контроля качества воздуха в промышленных помещениях // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 56–60.

Original article

### **Comparative analysis of software tools for modeling air quality control systems in industrial premises**

**Leonid V. Grigoriev<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Palina P. Protsenko<sup>2</sup>**, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[mts2003daty@gmail.com](mailto:mts2003daty@gmail.com)

**Abstract.** The article provides an overview and comparative analysis of modeling software tools used in the development of air parameter control systems at industrial facilities. It examines the features of using the domestic software platforms Etude and Engee, which allow for modeling air parameters and analyzing the

performance of control systems. The article justifies the choice of the Engee platform as the primary tool for subsequent research.

**Keywords:** modeling, air quality control, software, industrial safety, digital technologies

**For citation:** Grigoriev L. V. Comparative analysis of software tools for modeling air quality control systems in industrial premises. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 56–60), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В настоящее время проблемы контроля качества воздушной среды имеют особую значимость при эксплуатации промышленных объектов. Превышение допустимых концентраций вредных веществ представляет опасность как для персонала, так и для оборудования, что указывает на необходимость применения систем мониторинга и контроля состояния воздушно-газовой среды на производстве [1, 2].

В ходе подготовке статьи нами проведен анализ публикаций, посвященных цифровым технологиям в инженерных системах, а также обзоров, связанных с оценкой и моделированием качества воздуха. Это позволило сформировать общее представление о подходах к моделированию и определить программные средства, целесообразные для дальнейшего рассмотрения.

Системы контроля воздуха, в основной своей массе, основываются на использовании измерительных датчиков, фиксирующих концентрации опасных и вредных веществ. Полученные данные поступают в программную среду, где происходит обработка, анализ и сравнение с нормативными значениями предельно допустимых концентраций. В зависимости от условий эксплуатации и средств производства параметры воздушной среды могут существенно изменяться. Данные изменения требуют применения моделей, учитывающих пространственные и временные факторы [3].

В инженерии при моделировании процессов движения веществ применяются численные методы, позволяющие учитывать изменение параметров во

времени и пространстве. Также используются элементы вычислительной гидродинамики, которые обеспечивают более точное описание движения потоков воздуха и перемещения примесей в замкнутых и открытых пространствах [4]. Такие подходы повышают точность моделирования и дают возможность учитывать реальные условия работы промышленных объектов.

Программный комплекс «Этюд» представляет собой инструмент для моделирования технологических процессов и систем, широко применяемый для образовательного процесса и инженерии [5]. При изучении возможностей данного комплекса стоит отметить, что он отличается наглядностью интерфейса и логичной структурой построения моделей. Использование «Этюд» позволяет визуализировать основные процессы и наглядно показать взаимосвязь параметров в системе. Это делает данную программную среду удобным для первоначального анализа и демонстрации принципов функционирования моделируемых объектов.

Платформа Engee представляет веб-ориентированную среду для инженерных и научных расчетов, которая ориентирована на решение прикладных задач [6]. В ходе проведенного анализа функциональных возможностей этой платформы установлено, что она обеспечивает более широкий набор инструментов для работы с математическими моделями и массивами данных. Отдельно стоит отметить возможность расширения моделей и интеграции дополнительных и внешних алгоритмов обработки информации. Такой подход позволяет учитывать особенности конкретного объекта и адаптировать систему контроля под реальные условия эксплуатации. В современных исследованиях подобные решения рассматриваются как перспективное направление развития цифровых систем мониторинга.

При сравнении программных средств «Этюд» и Engee было установлено, что оба инструмента могут применяться для создания моделей инженерных систем. Но их функционал различается. «Этюд» целесообразно использовать

для наглядного представления процессов и предварительного анализа. Engee, в свою очередь, более подходит для детальной и глубокой проработки моделей и выполнения вычислительных экспериментов.

Использование выбранных цифровых платформ мониторинга и моделирования, ориентированных на анализ данных с датчиков, позволяет повысить эффективность системы контроля качества воздуха и своевременно выявлять отклонения от заданных значений. В рамках проведения дальнейших исследований предпочтение целесообразно отдать платформе Engee, как более гибкому инструменту для развития модели.

**Заключение.** *В результате проведенного обзора и сравнительного анализа программных платформ «Этюд» и Engee выявлено, что обе отечественные платформы обладают практической ценностью при решении задач моделирования. Вместе с тем для задач, связанных с разработкой и развитием системы контроля качества воздушной среды на промышленном объекте, платформа Engee представляет более широкие возможности для моделирования. Это делает ее более предпочтительным инструментом для практического применения.*

#### **Список источников**

1. Егоркин А. А., Шишкин Ю. Е. Разработка прототипа автономной мобильной системы контроля качества атмосферного воздуха // Системы контроля окружающей среды. 2025. № 3 (61). С. 59–66.
2. Киселев А. В., Федоров В. И. Современные методы мониторинга и моделирования загрязнения атмосферного воздуха // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25. № 4. С. 36–41.
3. Мальцев С. А., Сидоров Д. Н. Цифровые технологии в системах экологического мониторинга промышленных объектов // Информационные технологии. 2022. № 8. С. 45–50.
4. Розенберг Г. С., Краснов П. А. Математическое моделирование процессов распространения загрязняющих веществ в атмосфере // Вестник Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана. Серия: Естественные науки. 2020. № 2. С. 112–120.

5. Этюд : [сайт]. URL: <https://etude.org> (дата обращения: 20.12.2025).
6. Engee : [сайт]. URL: <https://start.engee.com> (дата обращения: 20.12.2025).

### References

1. Egorkin A. A., Shishkin Yu. E. Development of a prototype autonomous mobile air quality monitoring system. *Sistemy kontrolya okruzhayushchei sredy*, 2025;3(61):59–66 (in Russ.).
2. Kiselev A. V., Fedorov V. I. Modern methods of monitoring and modeling atmospheric air pollution. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2021;25;4:36–41 (in Russ.).
3. Maltsev S. A., Sidorov D. N. Digital technologies in environmental monitoring systems for industrial facilities. *Informatsionnye tekhnologii*, 2022;8:45–50 (in Russ.).
4. Rozenberg G. S., Krasnov P. A. Mathematical modeling of pollutant dispersion processes in the atmosphere. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni N. E. Baumana. Seriya: Estestvennye nauki*, 2020;2:112–120 (in Russ.).
5. Etude. *Etude.org*. Retrieved from <https://etude.org> (Accessed 20 December 2025) (in Russ.).
6. Engee. *Engee.com*. Retrieved from <https://start.engee.com> (Accessed 20 December 2025) (in Russ.).

© Григорьев Л. В., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.354  
EDN DRHKOJ

### Повышение эффективности использования нижней направляющей жатки CLAAS Maxflex 930

Денис Сергеевич Давыдов<sup>1</sup>, аспирант

Научный руководитель – Алексей Иванович Гончарук<sup>2</sup>,

кандидат технических наук, доцент

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия, [davidoff1996202000@gmail.com](mailto:davidoff1996202000@gmail.com)

**Аннотация.** Установлены проблемы, возникающие при уборке зерновых культур жатками CLAAS Maxflex 930. Приведен порядок действий для восстановления поврежденной нижней направляющей жатки. Проведен сравнительный анализ финансовых затрат на ее ремонт и покупку.

**Ключевые слова:** уборка зерновых культур, жатка комбайна, нижняя направляющая жатки, проведение ремонта

**Для цитирования:** Давыдов Д. С. Повышение эффективности использования нижней направляющей жатки CLAAS Maxflex 930 // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 61–65.

Original article

### Increasing the efficiency of the lower guide CLAAS Maxflex 930 header

Denis S. Davydov<sup>1</sup>, Postgraduate Student

Scientific advisor – Alexey I. Goncharuk<sup>2</sup>,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

[davidoff1996202000@gmail.com](mailto:davidoff1996202000@gmail.com)

**Abstract.** The problems that occurs when harvesting crops with CLAAS Maxflex 930 headers has been identified. The procedure for restoring the damaged lower guide of the header has been provided. A comparative analysis of the financial costs of repairing and purchasing the header has been conducted.

**Keywords:** harvesting of grain crops, combine harvester, lower guide of the combine harvester, repair work

---

**For citation:** Davydov D. S. Increasing the efficiency of the lower guide CLAAS Maxflex 930 header. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 61–65), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В процессе уборки зерновых культур с использованием жатки CLAAS Maxflex 930 нередко случаи выхода из строя ее нижней направляющей. Происходит это по причине работы в условиях переувлажненной почвы, попадания в лиманы, ошибок управления оператора, удара о предмет (камни, корни деревьев, пни, различные инородные тела).

Нижняя направляющая, также называемая рессора, служит для обеспечения плавного движения жатки по полю и предотвращения изменения высоты среза. Она является важной частью жатки и обеспечивает бесперебойную работу всего механизма. В результате поломки нижней направляющей возникают следующие проблемы:

- потери при скашивании; при нарушении угла крепления направляющей изменяется высота среза жатки, из-за чего часть зерна остается на поле;
- изменение прямолинейности режущего аппарата;
- временные простои, которые задерживают уборку и увеличивают себестоимость урожая;
- изменение погодных условий за время простоя, что может потребовать дополнительных затрат на сушку зерновых культур;
- снижение производительности, поскольку неисправная техника работает менее эффективно и это приводит к увеличению времени на уборку одного и того же объема зерна.

В этой связи необходим ремонт данного изделия для решения перечисленных проблем, включая сокращение срока простоя и уборки урожая.

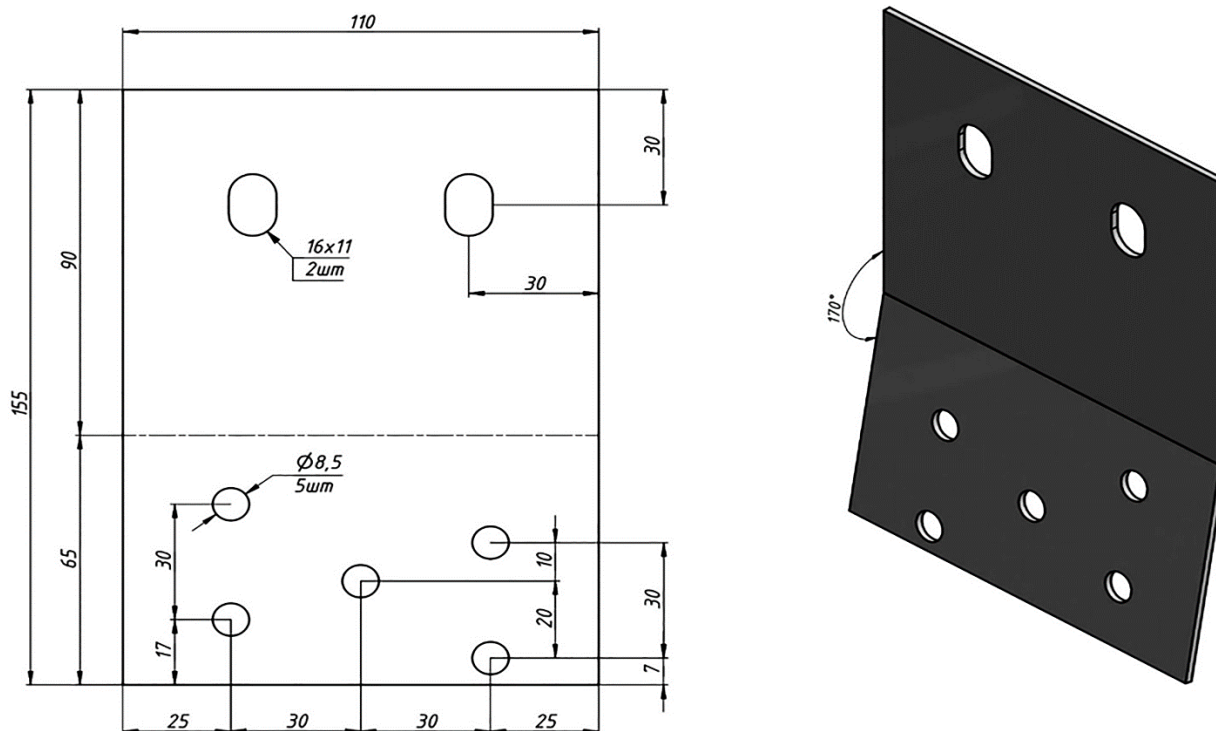
Основная проблема заключается в ломе места крепления направляющей к жатке, что показано на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Неисправная направляющая жатки CLAAS Maxflex 930**

Ремонт детали путем приваривания отломанного участка положительных отзывов не дал. Сварка перегревает сталь и изделие теряет свои пружинные свойства. В дальнейшем лом происходит рядом в 5 мм от сварочного шва.

Для исправления данного дефекта предлагается следующее решение проблемы. Из стали марки 65Г изготавливается переходная пластина, которая будет соединять жатку и направляющую (рис. 2).



**Рисунок 2 – Переходная пластина  
для соединения жатки с направляющей**

Изготовление данной пластины происходит при помощи станка лазерной резки металла и гибочного станка с числовым программным управлением.

Далее необходимо подготовить неисправную направляющую для соединения с переходной пластиной. Для этого срезаем пластик в месте лома направляющей (рис. 3). С помощью пяти винтов с полусферической головкой М8×12 мм и гайки М8 со стопорным кольцом соединяем пластину с направляющей (рис. 4). Направляющая готова к установке на жатку.



**Рисунок 3 – Направляющая, подготовленная к установке пластины**



**Рисунок 4 – Направляющая с установленной переходной пластиной**

Произведем сравнительный анализ цен на покупку новой направляющей и затрат на проведение ее ремонта (табл. 1).

**Таблица 1 – Сравнительный анализ стоимости покупки и ремонта направляющей жатки**

<b>Покупка</b>	<b>Ремонт</b>
45 000 руб. с доставкой в г. Благовещенск	заготовка из стали марки 65Г (120×165 мм): – цена листа 2 000×1 000 мм – 39 000 руб. – доставка в г. Благовещенск – 5 000 руб. затраты – 435,6 руб.
	резка детали станком из расчета стоимости резки одного метра (750 руб.) – 508 руб.
	гибка детали – 150 руб.
	винт полусфера М8×12 мм (5,1 руб × 5 шт.) – 25,5 руб.
	гайка М8 (1,3 руб. × 5 шт.) – 6,5 руб.
	слесарные работы по установке пластины на направляющую – 1 500 руб.
<i>Итого – 45 000 руб.</i>	<i>Итого – 2 625,6 руб.</i>

**Таблица 2 – Сведения о внедрении предлагаемого решения на предприятиях**

<b>Организация</b>	<b>Количество восстановленных жаток, шт.</b>
ООО «Иркутский масложиркомбинат»	70
ООО «Амур Агро Холдинг»	30
АО «Луч»	20

Таким образом, цена ремонта в десятки раз ниже, чем стоимость покупки новой детали. Экономия затрат составляет 42 374,4 рубля.

**Закключение.** *Учитывая отзывы сельскохозяйственных предприятий, где применена данная технология ремонта (табл. 2), полевые испытания прошли успешно. Срез зерновых не нарушен, прочность переходной пластины превышает показатели оригинальной детали, что обеспечивает более стабильное поведение в условиях мягкого грунта, а также устойчивость к повреждениям от различных препятствий во время уборки урожая.*

© Давыдов Д. С., 2026

Статья поступила в редакцию 29.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 29.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.732  
EDN ДКАЕАТ

**Снижение техногенного уплотнения почвы  
дискаторным разуплотнителем следа колесного трактора**

**Анастасия Петровна Егачина<sup>1</sup>**, аспирант  
**Научный руководитель – Ирина Александровна Лонцева<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [egachina@list.ru](mailto:egachina@list.ru)

**Аннотация.** Интенсификация растениеводства приводит к усилению техногенного уплотнения почвы ходовыми системами техники, что вызывает деградацию ее агрофизических свойств и значительные потери урожая. В статье в качестве эффективного решения данной проблемы рассматривается дискаторный разуплотнитель следа на базе сферических дисков. Обоснован принцип его комбинированного воздействия (резание, сдвиг, крошение) на уплотненный пласт. Показано, что его интеграция в состав комбинированных агрегатов соответствует задачам ресурсосберегающего земледелия, сокращая число проходов по полю и минимизируя антропогенную нагрузку.

**Ключевые слова:** техногенное уплотнение почвы, дисковый рабочий орган, ресурсосберегающие технологии, плодородие почвы

**Для цитирования:** Егачина А. П. Снижение техногенного уплотнения почвы дискаторным разуплотнителем следа колесного трактора // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 66–70.

Original article

**Reduction of anthropogenic soil compaction  
by disc-type decompaction of the wheel tractor track**

**Anastasia P. Egachina<sup>1</sup>**, Postgraduate Student  
**Scientific advisor – Irina A. Lontseva<sup>2</sup>**,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[egachina@list.ru](mailto:egachina@list.ru)

**Abstract.** The intensification of crop production leads to increased anthropogenic compaction of the soil by running machinery systems, which causes degradation of its agrophysical properties and significant crop losses. The article considers a diskator track decomposer based on spherical disks as an effective solution of problem. The principle of its combined effect (cutting, shearing, crumbling) on the compacted layer is substantiated. It has been shown that of its integration into combined units meets the requirements of resource-saving farming, reducing the number of passes over the field and minimizing the anthropogenic load.

**Keywords:** technogenic soil compaction, disc working tool, resource-saving technologies, soil fertility

**For citation:** Egachina A. P. Reduction of anthropogenic soil compaction by disc-type decompaction of the wheel tractor track. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 66–70), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Интенсификация растениеводства сопровождается ростом массы и мощности используемой техники. При возделывании культур по традиционным технологиям движителями тракторов и колесами сельхозмашин может уплотняться свыше 60 % площади поля, а отдельные участки подвергаются многократному воздействию. Это вызывает деградацию почвенного покрова: снижается способность к фильтрации, нарушаются водно-воздушный режим и развитие корневых систем. Уплотнение носит накопительный характер и может распространяться на глубину до одного метра и более, приводя к потерям урожайности на 40–70 %. В условиях необходимости сохранения и воспроизводства плодородия почв, особенно при внедрении ресурсосберегающих технологий (No-Till, Mini-Till), задача оперативного и эффективного устранения колесных следов становится первостепенной.

Для снижения уплотнения применяются различные подходы: использование шин низкого давления, сдвоенных колес, гусеничных движителей, а также отдельные операции глубокого рыхления специализированными орудиями. Однако многие из этих способов увеличивают площадь контакта с почвой или

требуют дополнительных энергоемких проходов по полю. Применяемые передненавесные орудия для создания разрыхленного слоя перед трактором не всегда обеспечивают необходимую демпфирующую способность и полноценно не снижают уплотнение всего горизонта. В последние годы широкое увлечение тяжелыми дискаторами без чередования с глубинным рыхлением усугубило проблему, расширив и углубив уплотненный слой.

Источником уплотнения являются динамические нагрузки от ходовых систем. Нормальные сжимающие напряжения передаются в глубину, разрушая почвенную структуру. В средней полосе России на тяжелых суглинках формируется сплошной уплотненный горизонт на глубине 20–35 см.

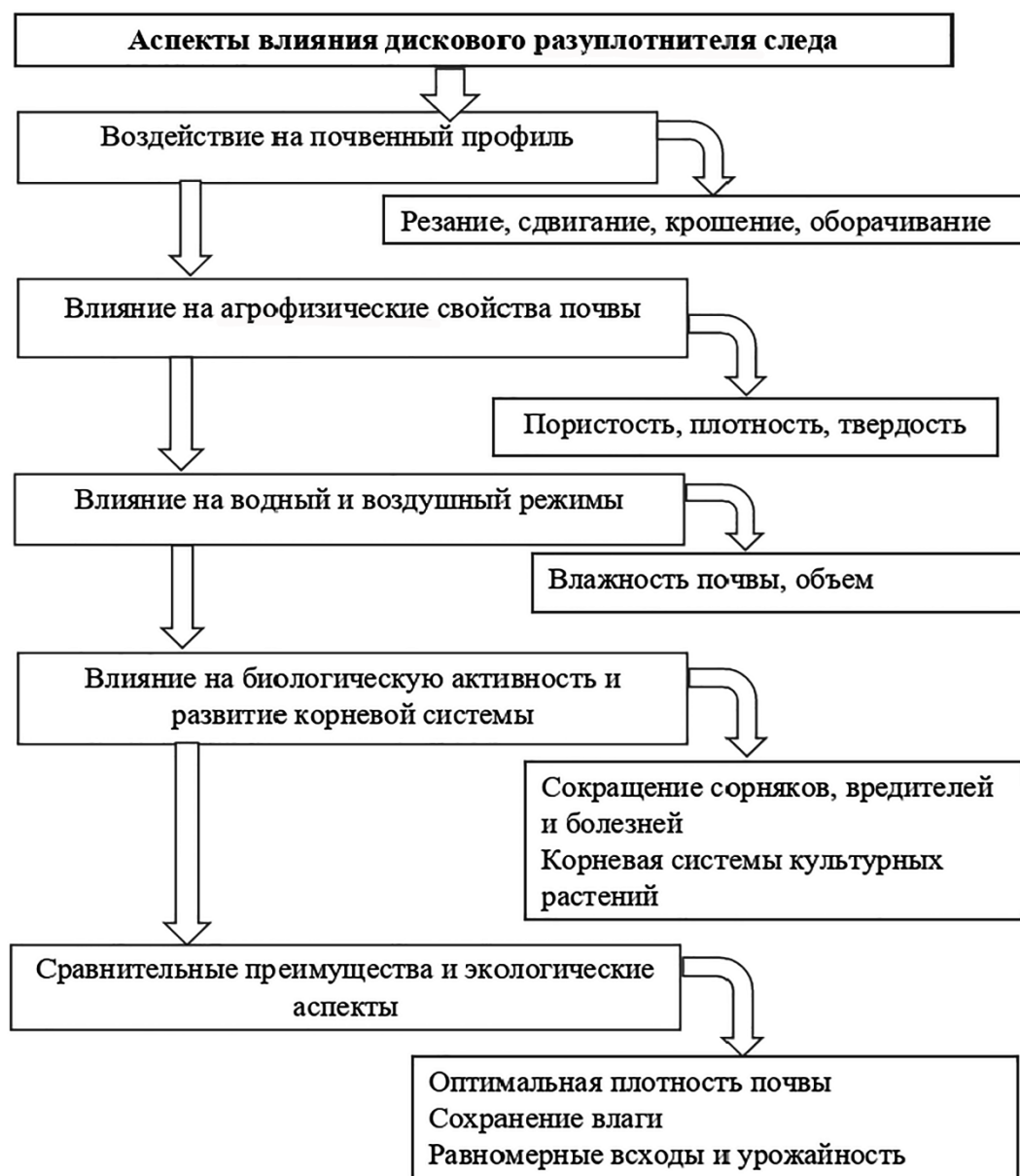
Определение уплотнения проводится как простыми методами (щуп, нож), так и с помощью цифровых пенетрометров, позволяющих строить карты полей. Оптимальная плотность для суглинистых почв находится в пределах 1,0–1,3 г/см<sup>3</sup>, а ее превышение уровня 1,3 г/см<sup>3</sup> критично для развития растений.

В качестве базового решения применяют дисковые рабочие органы, используемые в дискаторных разуплотнителях следа; оказывают комплексное воздействие на уплотненную почву, принципиально отличающееся от работы пассивных лап или активных роторов. Их влияние можно рассмотреть по нескольким ключевым аспектам (рис. 1).

В отличие от пассивных лап или активных роторов, сферические дисковые рабочие органы воздействуют на почву комбинированно. Острая кромка диска под определенным углом атаки разрезает уплотненный пласт, создавая трещину. За счет кривизны поверхности и поступательного движения агрегата происходит подъем и сдвиг разрезанного слоя, что приводит к его деформации, растрескиванию и разрушению на отдельные структурные агрегаты.

Диски менее склонны к забиванию растительными остатками, обеспечивают лучшее крошение почвы и имеют более высокую износостойкость. Интегрированное решение исключает необходимость дополнительного прохода

специального орудия, сокращая топливные затраты, уплотнение от лишних проездов и эрозионную опасность. Это соответствует тенденции к комбинированию операций для снижения числа проходов по полю.



**Рисунок 1 – Ключевые аспекты влияния дискового разуплотнителя следа**

**Заключение.** Воздействие дисковых рабочих органов на уплотненный след является комплексным (резание, сдвиг, крошение) и эффективно восстанавливает агрофизические свойства почвы: плотность, пористость, водопроницаемость. Внедрение подобных устройств соответствует стратегии

*развития точного и ресурсосберегающего земледелия, направленной на сохранение почвенного плодородия как основы продовольственной безопасности.*

*Дальнейшее развитие и адаптация конструкций дисковаторных разуплотнителей для различных типов тракторов и почвенно-климатических условий является актуальной научно-технической задачей, решение которой будет способствовать устойчивой интенсификации сельского хозяйства.*

© Егачина А. П., 2026

Статья поступила в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.3:656.073  
EDN DLULKK

**Исследование процесса доставки расходных материалов  
и комплектующих для устранения простоев техники  
при выполнении сельскохозяйственных работ**

**Максим Викторович Елисеев<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Владимир Анатольевич Мунгалов<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [maksimkavai@yandex.ru](mailto:maksimkavai@yandex.ru)

**Аннотация.** В работе рассмотрен процесс доставки расходных материалов и запасных частей при устранении простоев сельскохозяйственной техники в период полевых работ. На основе хронометражных данных весеннего и осеннего периодов установлено, что из-за ожидания доставки малогабаритных деталей среднее время простоя техники превышает 5 часов и в основном связано с ожиданием комплектующих. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования системы материально-технического обеспечения предприятий.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, логистика, доставка запасных частей, простои техники, хронометражные наблюдения

**Для цитирования:** Елисеев М. В. Исследование процесса доставки расходных материалов и комплектующих для устранения простоев техники при выполнении сельскохозяйственных работ // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 71–79.

Original article

**Study of the process of delivering consumables and components  
to reduce machinery downtime during agricultural operations**

**Maksim V. Eliseev<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Vladimir A. Mungalov<sup>2</sup>**, Candidate of Technical Sciences  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[maksimkavai@yandex.ru](mailto:maksimkavai@yandex.ru)

**Abstract.** The paper examines the process of delivering consumables and spare parts to eliminate downtime of agricultural machinery during field operations. Based on time-study data from the spring and autumn periods, it was found that despite the delivery of small and lightweight components, the average machinery downtime exceeds 5 hours and is mainly associated with waiting for spare parts. The results obtained can be used to improve the material and technical support system of agricultural enterprises.

**Keywords:** agricultural machinery, logistics, spare parts delivery, machinery downtime, time study

**For citation:** Eliseev M. V. Study of the process of delivering consumables and components to reduce machinery downtime during agricultural operations. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 71–79), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Существующая система логистического обеспечения агропредприятий ограничена удаленностью складов и ремонтных баз, недостаточной развитостью дорожной инфраструктуры и низкой эффективностью наземного транспорта в условиях бездорожья. В результате даже при незначительных поломках время доставки комплектующих существенно превышает продолжительность ремонтных работ.

**Цель работы** – анализ процесса доставки расходных материалов и запасных частей при устранении простоев сельскохозяйственной техники и оценка связанного с этим экономического ущерба.

**Гипотеза исследований.** Существующая система доставки запасных частей с использованием наземного транспорта не обеспечивает оперативного устранения поломок и приводит к длительным простоям техники при доставке малогабаритных комплектующих, что вызывает экономические потери.

**Методика исследований.** Сбор данных о доставке запасных частей осуществлялся в ходе весенне-осенних полевых работ 2025 г. Фиксировались: время возникновения поломки; наименование и масса требуемой детали; количество единиц, а также точное время поступления детали на место работ.

Доставка выполнялась автомобилем УАЗ-39094 от центральной ремонтной базы предприятия до поля. В результате был сформирован массив данных по 11 случаям простоев, вызванных ожиданием комплектующих.

В качестве основного метода исследований использовался хронометраж простоев сельскохозяйственной техники. Наблюдение велось за тракторным агрегатом Versatile Buhler 2375 с культиватором Salford 550. Хронометраж рабочего времени выполнялся методом непрерывных замеров (фотографии рабочего времени) с фиксацией начала и окончания каждого элемента рабочего процесса в течение полной смены в соответствии с общепринятой методикой анализа эффективности механизированных полевых работ [1]. Использование данного метода позволяет объективно выявлять структуру и причины непроизводительных затрат времени, в том числе простоев, связанных с ожиданием запасных частей.

При обработке полученных данных рассчитывались средние, минимальные и максимальные значения времени доставки и массы деталей. Для анализа структуры рабочей смены определялся удельный вес основных, вспомогательных операций и потерь рабочего времени.

**Результаты исследований.** Данные хронометража доставки запасных частей в весенний период представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Хронометраж поломок и доставки запчастей в весенний период**

Дата	Время поломки, час. мин.	Наименование и количество деталей	Время доставки час. мин.	Продолжительность доставки, час. мин.	Масса детали, кг
26.05	10-04	шпильки на транспортное колесо бороны – 5 шт.	17-54	7-50	1,2
30.05	08-14	зубья бороны – 8 шт.	16-29	8-15	12,0
04.06	13-46	гидравлический шланг S24 – 1 шт.	19-12	5-26	1,0
17.06	09-06	стальной трос (6 м) диаметр 20 мм – 1 шт.	15-26	6-20	15,0
07.06	15-08	моторное масло – 10 л	18-38	3-30	9,6
Средние значения				6-16	7,76

Анализ показывает, что время доставки комплектующих варьируется от 3 часов 30 минут до 8 часов 15 минут. При этом среднее время доставки составляет 6 часов 16 минут.

Следует отметить, что все доставляемые комплектующие относятся к категории малогабаритных и сравнительно легких деталей. Масса одной доставки не превышает 15 кг, средняя масса доставляемых комплектующих составляет 7,76 кг. Несмотря на это, фактическое время доставки существенно превышает продолжительность ремонтных работ, что приводит к длительным простоям сельскохозяйственной техники.

Таким образом, анализ показывает, что существующая система доставки не обеспечивает оперативного реагирования на поломки техники даже при необходимости доставки незначительных по массе и объему деталей.

Результаты хронометража доставки запасных частей в осенний период представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Хронометраж поломок и доставки запчастей в осенний период**

Дата	Время поломки, час. мин.	Наименование и количество деталей	Время доставки час. мин.	Продолжительность доставки, час. мин.	Масса детали, кг
09.10	09-05	моторное масло – 10 л	13-54	4-49	9,6
17.10	08-14	палец гидравлического цилиндра – 1 шт.	11-29	3-15	1,2
18.10	08-03	гидравлический шланг S24 – 1 шт.	15-12	7-09	1,0
20.10	11-06	лапа стрелчатая культиватора – 6 шт.	16-26	5-20	12,0
23.10	09-08	круглая стальная скоба U-образная 1/2" – 5 шт.	14-38	5-30	0,5
Средние значения				5-13	4,86

В отличие от весеннего периода, среднее время доставки снизилось и составило 5 часов 13 минут при минимальном времени доставки 3 часа 15 минут, максимальном – 7 часов 9 минут.

Средняя масса доставляемых деталей в осенний период равна 4,86 кг. Анализ массогабаритных характеристик показывает, что 80 % доставляемых комплектующих имеют массу менее 10 кг, а наиболее часто встречающийся диапазон массы составляет 0,5–1,2 кг. Это свидетельствует о том, что подавляющее большинство отказов устраняется с использованием легких и компактных деталей.

Проведенный анализ показал, что доставка даже малогабаритных запасных частей сопровождается значительными временными затратами, в результате чего средний простой сельскохозяйственной техники превышает 5 часов. Основные потери рабочего времени связаны не с ремонтом, а с ожиданием комплектующих (табл. 3).

**Таблица 3 – Результаты статистической обработки (весенний и осенний периоды)**

Показатели	Значения
Среднее время простоя, час.	5,21
Минимальное время простоя, час.	3,25
Максимальное время простоя, час.	7,15
Средняя масса детали, кг	6,31
Минимальная масса детали, кг	0,5
Максимальная масса детали, кг	15,0
Наиболее часто встречающаяся масса, кг	0,5–1,2

Влияние указанных простоев на структуру рабочей смены и производительность техники рассмотрено на основе хронометража выполнения работ, представленного в таблице 4.

**Таблица 4 – Хронометраж сменной работы Versatile Buhler 2375 + культиватор Salford 550**

Номер	Элементы рабочего процесса	Время, час. мин.	Продолжительность, час. мин. секунд	Шифр
1	принятие смены	7-07	0-09-30	1
2	техосмотр	7-16	0-06-45	2
3	гон	7-23	0-14-20	3
4	разворот	7-37	0-01-15	4
5	гон	7-38	0-15-40	3
6	разворот	7-54	0-01-10	4
7	гон	7-55	0-14-50	3
8	разворот	8-10	0-01-05	4

*Инженерно-техническое обеспечение агропромышленного комплекса  
в области механизации и энергетики*

Продолжение таблицы 4

<b>Номер</b>	<b>Элементы рабочего процесса</b>	<b>Время, час. мин.</b>	<b>Продолжительность, час. мин. секунд</b>	<b>Шифр</b>
9	гон	8-11	0-15-25	3
10	разворот	8-27	0-01-20	4
11	гон	8-28	0-14-10	3
12	разворот	8-42	0-00-55	4
13	гон	8-43	0-15-35	3
14	разворот	8-59	0-01-05	4
15	остановка на ремонт	9-00	0-00-55	5
16	ожидание запчастей	9-01	2-59-00	6
17	обед	12-00	0-20-00	7
18	замена стоек	12-20	0-14-30	8
19	гон	12-34	0-15-10	3
20	разворот	12-49	0-01-25	4
21	гон	12-51	0-14-55	3
22	разворот	13-06	0-01-10	4
23	гон	13-07	0-15-50	3
24	разворот	13-23	0-01-15	4
25	гон	13-24	0-14-45	3
26	разворот	13-39	0-01-20	4
27	гон	13-40	0-15-25	3
28	разворот	13-55	0-00-50	4
29	гон	13-56	0-14-35	3
30	разворот	14-11	0-01-15	4
31	остановка на ремонт	14-12	0-00-35	5
32	ожидание запчастей	14-13	2-00-00	6
33	ужин	16-13	0-09-30	7
34	замена гидравличе- ского шланга	16-22	00-58-30	8
35	гон	17-21	0-16-20	3
36	разворот	17-37	0-01-25	4
37	гон	17-38	0-14-15	3
38	разворот	17-53	0-01-10	4
39	гон	17-54	0-15-50	3
40	разворот	18-10	0-01-05	4
41	гон	18-11	0-14-55	3
42	разворот	18-26	0-01-20	4
43	ежесменное обслуживание	18-27	0-29-40	9
44	сдача смены	18-57	0-09-15	1
45	завершение смены	19-06	—	—

Анализируя данные видно, что смена длилась 11 часов 59 минут. Из них только 4 часа 42 минуты (39,2 %) ушло на полезную работу – гон и развороты. Простой заняли 6 часов 11 минут (51,6 %), из которых 5 часов – ожидание запасных частей и 1 час 13 минут – ремонт. Подготовка и техобслуживание заняли 1 час 56 минут (16,1 %), перерывы на питание – 30 минут (4,1 %).

За смену выполнено 18 рабочих циклов. Каждый цикл включает гон (14–16 минут) и разворот (около 1 минуты). Обработано примерно 44,5 га. При отсутствии простоев могло быть обработано около 90 га. Таким образом, потери составили 45,5 га. При этом эффективность использования времени достигала 80,5 %, а эффективность работы – только 37,3 %.

Можно сделать вывод что, основная проблема – организационная, поскольку 41,5 % времени смены потеряно на простои, главным образом из-за ожидания запасных частей (5 часов).

Ключом к решению выявленной проблемы может стать внедрение технологий, уже доказавших свою эффективность в решении схожих логистических задач в других отраслях.

Зарубежный и отечественный опыт демонстрирует успешное применение дронов для доставки медицинских грузов, почты, коммерческих заказов в труднодоступные районы (например, проекты компаний Zipline, Wing, DJI). В логистике дроны позволяют: сократить время доставки в 3–5 раз; снизить затраты на топливо и человеческие ресурсы; обеспечить доставку в условиях отсутствия дорог или их низкого качества.

В сельском хозяйстве использование дронов особенно актуально ввиду:

- большой площади полей и удаленности от ремонтных баз;
- сезонности и сжатых сроков выполнения работ;
- высокой стоимости простоев техники.

Внедрение дронов для доставки запасных частей, инструментов и расходных материалов может стать ключевым элементом повышения операционной

эффективности сельхозпредприятий, позволяющим сократить простои до 60–80 % и значительно увеличить производительность полевых работ [2].

Проведенный хронометраж и анализ рабочего дня подтвердили ключевую гипотезу: существующая система наземной логистики не обеспечивает оперативности, что приводит к длительным простоям даже при незначительных поломках.

**Заключение.** Для решения проблемы и сокращения простоев до целевых 1–2 часов требуются принципиально новые подходы:

- 1. Оптимизация наземной логистики через создание сети полевых распределительных пунктов.*
- 2. Внедрение беспилотных авиационных систем (дронов) для прямой доставки срочных грузов.*

Использование дронов является наиболее перспективным направлением, так как позволяет обеспечить необходимую оперативность независимо от состояния дорог и удаленности объектов, напрямую устраняя выявленную системную проблему.

Таким образом, подтверждена необходимость реорганизации системы материально-технического снабжения. Полученные результаты формируют основу для разработки практических мер по повышению операционной эффективности агротехнических работ.

### **Список источников**

1. Арютов Б. А., Важенин А. Н., Пасин А. В., Новожилов А. И. Методы повышения эффективности механизированных производственных процессов по условиям их функционирования в растениеводстве : учебное пособие. М. : Академия Естествознания, 2010.
2. Рогов А. С., Петров И. В. Беспилотные авиационные системы в агропромышленном комплексе // Транспортные системы. 2023. № 4. С. 45–52.

## References

1. Aryutov B. A., Vazhenin A. N., Pasin A. V., Novozhilov A. I. *Methods of increasing the efficiency of mechanized production processes under the conditions of their functioning in crop production: a study guide*, Moscow, Akademiya Estestvoznaniya, 2010 (in Russ.).
2. Rogov A. S., Petrov I. V. Unmanned aerial systems in the agro-industrial complex. *Transportnye sistemy*, 2023;4:45–52 (in Russ.).

© Елисеев М. В., 2026

Статья поступила в редакцию 27.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 27.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.43:004:631.171  
EDN ВТХСUW

**Управление параметрами комковатости почвы  
в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур  
с применением цифровых технологий и робототехнических систем**

**Евгений Александрович Зелениук<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Роман Ярославович Лагута<sup>2</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Владимир Анатольевич Мунгалов<sup>3</sup>**,  
кандидат технических наук

<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> [zelenuk.evgeniy2021@mail.ru](mailto:zelenuk.evgeniy2021@mail.ru), <sup>2</sup> [r-laguta@mail.ru](mailto:r-laguta@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлен интегрированный подход к управлению комковатостью почвы на основе цифровых технологий. Рассмотрено применение мультиспектральных датчиков и систем машинного зрения для экспресс-оценки гранулометрического состава почвы в реальном времени.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные культуры, технологии возделывания, комковатость почвы, цифровые технологии

**Для цитирования:** Зелениук Е. А., Лагута Р. Я. Управление параметрами комковатости почвы в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур с применением цифровых технологий и робототехнических систем // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 80–85.

Original article

**Managing soil clodiness parameters in crop cultivation technologies  
using digital technologies and robotic systems**

**Evgeny A. Zelenyuk<sup>1</sup>**, Master's Degree Student

**Roman Ya. Laguta<sup>2</sup>**, Master's Degree Student

**Scientific advisor – Vladimir A. Mungalov<sup>3</sup>**, Candidate of Technical Sciences

<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> [zelenuk.evgeniy2021@mail.ru](mailto:zelenuk.evgeniy2021@mail.ru), <sup>2</sup> [r-laguta@mail.ru](mailto:r-laguta@mail.ru)

**Abstract.** The article presents an integrated approach to soil clod management based on digital technologies. The application of multispectral sensors and machine vision systems for real-time rapid assessment of soil granulometric composition is considered.

**Keywords:** agricultural crops, cultivation technologies, soil clumping, digital technologies

**For citation:** Zelenyuk E. A., Laguta R. Ya. Managing soil clodiness parameters in crop cultivation technologies using digital technologies and robotic systems. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 80–85), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Проблема глыбистости и комковатости почвы является одной из ключевых в современной земледелии России. Согласно исследованиям российских ученых, образование крупных почвенных агрегатов (глыб размером, превышающим 10 см, и комков диаметром 2–10 см) приводит к значительному снижению урожайности основных сельскохозяйственных культур. Это явление особенно актуально для тяжелосуглинистых почв, характерных для основных земледельческих регионов страны.

*Приведем основные факторы, влияющие на образование глыбистости:*

1. Гранулометрический состав почвы. Исследования, проведенные учеными ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, показали, что тяжелосуглинистые почвы Центрального Черноземья особенно подвержены глыбообразованию. При неправильной обработке доля глыб может достигать 40–45 % от общей массы пахотного слоя [1].

2. Влажность почвы при обработке. Данные некоторых исследований демонстрируют, что обработка почвы при влажности ниже 50 % от наименьшей влагоемкости увеличивает количество комков в 1,8–2,3 раза по сравнению с оптимальной влажностью (60–65 %) [2].

3. Агротехнические факторы: использование изношенных рабочих органов (рост глыбистости на 30–35 %); превышение скорости обработки более

чем 9 км/час (рост комковатости на 20–25 %); отсутствие послепосевного прикатывания (рост глыбистости в 1–1,7 раза).

*Исследования выявили следующие негативные эффекты комковатости и глыбистости почвы [1]:*

- снижение полевой всхожести зерновых на 12–17 %;
- ухудшение развития корневой системы на 25–30 %;
- увеличение неравномерности созревания в 1,7–2,1 раза.

Как следствие, глыбистость почвы приводит к прямым потерям урожая пшеницы 1,0–1,5 т/га.

*Методы минимизации негативного влияния комковатости и глыбистости почвы включают:*

1. Агротехнические приемы: комбинированная обработка почвы (снижение глыбистости на 35–40 %); применение кольчато-шпоровых катков (снижение комковатости на 60–70 %); соблюдение оптимальных сроков обработки [2].
2. Технические решения: использование комбинированных агрегатов; применение систем автоматического контроля; внедрение адаптивных почвообрабатывающих модулей.

Анализ российских научных исследований подтверждает значительное негативное влияние глыбистости и комковатости почвы на урожайность сельскохозяйственных культур. Для решения данной проблемы необходимо применять комплексный подход, включающий совершенствование агротехнических приемов и использование современной почвообрабатывающей техники.

Поэтому современное сельское хозяйство стоит перед необходимостью внедрения инновационных технологий для повышения эффективности обработки почвы. Особую актуальность приобретает проблема управления комковатостью почвы – ключевым параметром, влияющим на водно-воздушный режим и продуктивность агроценозов. Российские исследования демонстрируют перспективность применения роботизированных и цифровых технологий для

решения этой задачи.

Основные технологические решения включают *системы прецизионного мониторинга состояния почвы*. Как показано в исследовании [3], современные сенсорные системы позволяют с высокой точностью до 90 % оценивать фракционный состав почвенных агрегатов в режиме реального времени. Эти технологии особенно эффективны для выявления зон с критической комковатостью, где доля комков размером более 5 см превышает 25 %.

*Роботизированные комплексы обработки почвы* демонстрируют значительные преимущества перед традиционной техникой. Согласно данным работы [3], автономные агрегаты обеспечивают на 25–35 % более равномерное дробление комков при одновременном снижении энергозатрат на 18–22 %. Важным преимуществом является возможность адаптивной обработки с учетом предварительно составленных карт плодородия и данных мониторинга.

*Интеллектуальные системы управления, основанные на технологиях искусственного интеллекта*, позволяют прогнозировать развитие комковатости с точностью 80–85 %. Эти системы оптимизируют сроки обработки и автоматически подбирают наиболее эффективные рабочие органы для конкретных почвенных условий.

Особого внимания заслуживают интеллектуальные системы управления на основе искусственного интеллекта, которые, согласно исследованиям [3], позволяют не только анализировать текущее состояние почвы с точностью 90–95 %, но и прогнозировать развитие негативных процессов, а также автоматически подбирать оптимальные агротехнические решения.

Это подтверждается экономическими расчетами, показывающими, что внедрение таких систем обеспечивает повышение урожайности зерновых культур на 15–25 %, снижение затрат на ГСМ до 30 % при сроке окупаемости инвестиций 2,5–3,5 года [3].

Перспективы развития данного направления включают создание отечественных аналогов ключевых технологий, разработку адаптированных решений для разных почвенно-климатических зон, а также совершенствование нормативной базы и подготовку квалифицированных кадров.

**Заключение.** *Проведенный обзор убедительно доказывает, что внедрение роботизированных технологий и цифровых систем для мониторинга и управления структурным состоянием почвы является экономически оправданным и агротехнически эффективным решением, способным значительно повысить продуктивность и устойчивость сельского хозяйства. Для успешной реализации этих технологий рекомендуется поэтапный подход, начиная с пилотных проектов, с обязательным обучением персонала и интеграцией с существующими системами точного земледелия.*

#### **Список источников**

1. Турусов В. И., Чевердин Ю. И., Беспалов В. А. Изменения физических свойств черноземов сегрегационных в агролесоландшафтах Центрального Черноземья // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2020. № 4. С. 95–112.
2. Кузыченко Ю. А., Катков К. А. Технологический показатель работы МТА при обработке почвы в условиях Предкавказья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 2. С. 134–138.
3. Плаксин И. Е., Трифанов А. В., Плаксин С. И. Анализ применения автоматизированных и роботизированных комплексов в сельском хозяйстве // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2018. № 97. С. 73–83.

#### **References**

1. Turusov V. I., Cheverdin Yu. I., Bespalov V. A. Changes in the physical properties of segregated chernozems in agroforest landscapes of the Central Chernozem region. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Lesnoi zhurnal*, 2020;4:95–112 (in Russ.).

2. Kuzychenko Yu. A., Katkov K. A. Technological performance of a machine-tractor unit in soil tillage in the Ciscaucasia. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022;2:134–138 (in Russ.).

3. Plaksin I. E., Trifanov A. V., Plaksin S. I. Analysis of the application of automated and robotic complexes in agriculture. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva*, 2018;97:73–83 (in Russ.).

© Зеленик Е. А., Лагута Р. Я., 2026

Статья поступила в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 629.735:631.4  
EDN СЕТККО

**Методика оценки влажности почвы  
аппаратным модулем беспилотного летательного аппарата**

**Андрей Игоревич Красовский<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Владимир Анатольевич Мунгалов<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [9990fr@mail.ru](mailto:9990fr@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрен инновационный подход путем интеграции активного контактного влагомера в аппаратную платформу беспилотного летательного аппарата. Описана методика проведения полевых исследований влажности почвы. Особое внимание уделено механике процесса и расчету усилия, необходимого для внедрения зонда. Показано, что данная технология позволяет получать сетку высокоточных точечных измерений, актуальных для задач точного земледелия.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, точное земледелие, влажность почвы, контактный влагомер, методика полевых исследований

**Для цитирования:** Красовский А. И. Методика оценки влажности почвы аппаратным модулем беспилотного летательного аппарата // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 86–92.

Original article

**Method for assessing soil moisture  
using an unmanned aerial vehicle hardware module**

**Andrey I. Krasovsky<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Vladimir A. Mungalov<sup>2</sup>**, Candidate of Technical Sciences  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[9990fr@mail.ru](mailto:9990fr@mail.ru)

**Abstract.** The article discusses an innovative approach by integrating an active contact moisture meter into the hardware platform of an unmanned aerial vehicle. It describes a methodology for conducting field studies of soil moisture. Special attention is given to the mechanics of the process and the calculation of the force required

to insert the probe. It is shown that this technology allows for obtaining a grid of high-precision point measurements that are relevant for precision farming tasks.

**Keywords:** unmanned aerial vehicle, precision farming, soil moisture, contact moisture meter, field research methodology

**For citation:** Krasovsky A. I. Method for assessing soil moisture using an unmanned aerial vehicle hardware module. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 86–92), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Цифровая трансформация агропромышленного комплекса является ключевым фактором повышения его устойчивости и конкурентоспособности.

Эффективное использование информации, предоставляемой современными цифровыми сервисами, позволяет перейти от реактивного управления к прецизионному и прогнозному. Одним из наиболее значимых параметров для такого управления является влажность почвы, напрямую влияющая на продуктивность культур, эффективность использования водных и энергетических ресурсов [1]. Минимизация стресса растений и рациональное планирование полевых работ на основе данных о влажности почвы напрямую ведут к существенной экономии эксплуатационных затрат, топлива и электроэнергии [2].

Традиционные методы измерения влажности обладают рядом ограничений: высокая трудоемкость сбора информации на больших площадях, запаздывание в получении результатов. Решением этой проблемы становится дистанционное зондирование с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), оснащенных специализированными аппаратными модулями [3].

Разработка методик и способов применения БПЛА для оценки влажности почвы – актуальная научная и практическая задача. Для ее полного решения необходимо провести обзор применяемых датчиков, принципов калибровки полученных данных, алгоритмов обработки и интерпретации информации с привязкой к пространственным координатам. Предлагаемая методика направлена на оперативное формирование детальных карт влажности поля, которые

служат надежной основой для принятия управленческих решений в системах точного земледелия.

Анализируя виды аппаратного обеспечения для контактного зондирования почвы, выявлено, что конструкция БПЛА представляет собой интегрированную систему, где носитель, механизм взятия проб и измерительная аппаратура работают синхронно для решения задачи. В отличие от дистанционного зондирования, данный подход обеспечивает получение данных высокой точности с привязкой к конкретным точкам на местности, что критически важно для калибровки дистанционных моделей и их результатов.

В качестве базовой платформы целесообразно использование тяжелого коптера с грузоподъемностью не менее 2–3 кг и временем полета от 25 мин. Это обеспечивает возможность размещения дополнительного оборудования и выполнения серии последовательных замеров за один вылет. Платформа должна быть оборудована системой точного позиционирования через ГЛОНАСС/GPS-модуль, что гарантирует геопривязку каждой пробы с сантиметровой точностью (рис. 1) [4].



**Рисунок 1 – Общий вид квадрокоптера DJI Wind 2**

В качестве рабочего узла выбран измерительный модуль (рис. 2). Используется игольчатый зонд влагомера Yieryi Smart Bluetooth длиной 10–15 см, позволяющий измерять влажность на разных глубинах профиля.



**Рисунок 2 – Датчик влажности почвы Yierui YY-1033 Smart Bluetooth**

При проектировании исполнительного механизма БПЛА, отвечающего за вертикальное внедрение и извлечение зонда, ключевым параметром является развиваемое усилие.

Усилие, необходимое для внедрения зонда, зависит от типа почвы и ее плотности. Для большинства сельскохозяйственных почв сопротивление внедрению стандартного стержня диаметром 5 мм составляет около 20–30 Н на 10 см глубины. С учетом возможного наличия растительных остатков и уплотнений исполнительный механизм должен развивать пиковое усилие не менее 50–70 Н (5–7 кгс). Это обеспечит надежное заглубление в большинстве агрономически значимых условий [5].

Устройство для считывания данных с датчика и сохранения его в системе, прикрепленное на дрон, составляет электронный блок. Измерительный модуль крепится на раме БПЛА на выносной штанге или в центральной посадочной площадке. Крайне важна правильная балансировка аппарата после установки

модуля, так как смещенный центр тяжести негативно влияет на стабильность полета и точность зависания над точкой отбора пробы.

*Методика проведения исследований влажности почвы включает три основных этапа:*

1. *На подготовительном этапе* производится отбор сетки отбора проб. На электронной карте поля с использованием ГИС создается сетка точек отбора проб. Стратегия может быть регулярной (равномерная сетка), случайной или целенаправленной (зоны с различной продуктивностью по картам вегетационных индексов) [6]. Проводится предварительная калибровка датчика для конкретных типов почв поля. В наземной станции управления создается маршрут, где каждая точка из запланированной сетки становится точкой зависания с командой на активацию измерительного модуля.

2. *Полевой этап (выполнение автоматизированного зондирования).* БПЛА следует по заданному маршруту. Прибыв в точку зависания на высоте 1–2 метра (для минимизации влияния воздушного потока на почву), аппарат стабилизируется. Автопилот посылает команду на измерительный модуль. Исполнительный механизм с усилием 50–70 Н плавно внедряет зонд в почву на рабочую глубину (например, 15 см). После стабилизации показаний (1–3 секунды) микроконтроллер фиксирует значение объемной влажности почвы, температуру и точные координаты. Далее зонд извлекается и БПЛА следует к следующей точке. Все данные в реальном времени сохраняются на бортовом накопителе.

3. *Лабораторно-аналитический этап.* Полученный массив данных (координаты, влажность, глубина) импортируется в ГИС. Методами пространственной интерполяции строится контурная карта пространственного распределения влажности почвы на поле. На основе карты выделяются зоны дефицита и избытка влаги. Эти данные используются для планирования дифференцированного орошения, уточнения норм высева или внесения удобрений [7].

**Заключение.** Разработанный комплекс аппаратного обеспечения БПЛА и детализированная методика его применения представляют эффективный инструмент для оперативного и высокоточного картирования влажности почвы. Ключевым инженерным решением является оснащение дрона датчиком влажности почвы с усилием внедрения 50–70 Н.

Основными преимуществами метода являются прямое измерение целевого параметра, высокая пространственная детализация и полная автоматизация процесса сбора данных. К ограничениям можно отнести относительную сложность конструкции, повышенное энергопотребление и зависимость от погодных условий (нельзя работать по переувлажненной или мерзлой почве). Дальнейшее развитие связано с уменьшением размера датчиков, увеличением автономности и интеграцией систем искусственного интеллекта для адаптивного планирования сети.

### **Список источников**

1. Джонс Х. Г. Орошение сельскохозяйственных культур: принципы и практика. М. : Колос, 2019. 456 с.
2. Савин И. Ю., Кудрявцева В. С. Современные методы исследования почв // Почвоведение. 2020. № 5. С. 75–85.
3. Барретт Б. Интеграция UAV-технологий в агрономические исследования // Точное земледелие. 2021. № 3 (12). С. 45–49.
4. Богданов М. Р. Применение ГЛОНАСС/GPS. Уфа : Башкирский государственный педагогический университет, 2022. 120 с.
5. Кузнецов Е. В. Механика почв и ее прикладные аспекты. М. : Московский государственный университет, 2018. 320 с.
6. Шапиро Д. Р. Геоинформационные системы в агробизнесе. СПб. : Лань, 2019. 288 с.
7. Смирнов А. А. Технологии точного земледелия: от карт к решениям. М. : Росинформагротех, 2020. 345 с.

### **References**

1. Jones H. G. *Crop irrigation: principles and practice*, Moscow, Kolos, 2019, 456 p. (in Russ.).

2. Savin I. Yu., Kudryavtseva V. S. Modern methods of soil research. *Pochvovedenie*, 2020;5:75–85 (in Russ.).

3. Barrett B. Integration of UAV technologies into agronomic research. *Tochnoe zemledelie*, 2021;3(12):45–49 (in Russ.).

4. Bogdanov M. R. *Application of GLONASS/GPS*, Ufa, Bashkirskii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet, 2022, 120 p. (in Russ.).

5. Kuznetsov E. V. *Soil mechanics and its applied aspects*, Moscow, Moskovskii gosudarstvennyi universitet, 2018, 320 p. (in Russ.).

6. Shapiro D. R. *Geoinformation systems in agribusiness*, Saint-Petersburg, Lan', 2019, 288 p. (in Russ.).

7. Smirnov A. A. *Precision farming technologies: from maps to solutions*, Moscow, Rosinformagrotekh, 2020, 345 p. (in Russ.).

© Красовский А. И., 2026

Статья поступила в редакцию 29.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 29.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.1  
EDN CNWARC

**Сравнительный анализ различных типов  
дополнительных источников энергии для тракторов**

**Данила Ярославович Кроха<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Владимир Анатольевич Мунгалов<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [kroxad@bk.ru](mailto:kroxad@bk.ru)

**Аннотация.** Проведен сравнительный анализ трех типов дополнительных источников энергии, применимых на сельскохозяйственных тракторах: гидрогенераторов; генераторов, приводимых от вала отбора мощности; солнечных панелей. Дана оценка энергетических характеристик, влияния на расход топлива, эксплуатационных ограничений, потенциала автономной выработки энергии и ее применения в реальных условиях. Установлена целесообразность применения конкретных дополнительных источников энергии в зависимости от соответствующих условий.

**Ключевые слова:** трактор, дополнительные источники энергии, гидрогенераторы, генераторы от вала отбора мощности, солнечные панели, эксплуатационные характеристики

**Для цитирования:** Кроха Д. Я. Сравнительный анализ различных типов дополнительных источников энергии для тракторов // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 93–98.

Original article

**Comparative analysis of different types  
of additional energy sources for tractors**

**Danila Ya. Krokha<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Vladimir A. Mungalov<sup>2</sup>**, Candidate of Technical Sciences  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[kroxad@bk.ru](mailto:kroxad@bk.ru)

**Abstract.** A comparative analysis of three types of additional energy sources applicable on agricultural tractors has been carried out: hydro-generators; generators

driven by a power take-off shaft; solar panels. An assessment of energy characteristics, influence on fuel consumption, operational restrictions, potential of autonomous energy generation and application in real conditions has been given. The expediency of application of specific additional energy sources depending on the relevant conditions has been established.

**Keywords:** tractor, additional energy sources, hydro-generators, PTO generators, solar panels, performance characteristics

**For citation:** Krokha D. Ya. Comparative analysis of different types of additional energy sources for tractors. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 93–98), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Современные сельскохозяйственные тракторы и машины постепенно превращаются в высокотехнологичные комплексные машины, оснащенные большим количеством электрических потребителей: системами точного земледелия, навигационными комплексами, электронными блоками управления, датчиками контроля параметров работы, средствами связи и освещения. Рост установленной электрической мощности приводит к значительной нагрузке на штатные генераторные установки и двигатель внутреннего сгорания, что отрицательно сказывается на топливной экономичности, надежности и долговечности техники. В этих условиях становится крайне важной задача внедрения дополнительных источников энергии, способных частично компенсировать потребление электроэнергии, повысить энергетическую автономность тракторов и обеспечить устойчивую работу вспомогательных систем в полевых условиях. Наиболее перспективными направлениями являются использование гидрогенераторов; генераторов, приводимых от вала отбора мощности, а также солнечных панелей.

Актуальность исследования определяется необходимостью выбора оптимального типа дополнительного источника энергии с учетом энергетической эффективности, эксплуатационной надежности, простоты внедрения и экологической безопасности, что позволит повысить общую производительность

сельскохозяйственной техники и снизить эксплуатационные затраты.

**Цель работы** – провести сравнительный анализ энергетической и эксплуатационной эффективности энергогенерирующих устройств.

**Гидрогенераторы** используют энергию потока рабочей жидкости гидросистемы трактора для выработки электричества. В практических условиях малых гидрогенераторов (например, 5–20 кВт) их мощность ограничена гидравлическим потоком и давлением [1].

Гидрогенераторы при эксплуатации в энергетических системах имеют ряд преимуществ: могут интегрироваться в гидросистему трактора без существенной переделки силовой установки; поддерживают работу электрических нагрузок, когда гидравлика активно используется. Однако существует и ряд ограничений их использования: выходная мощность ограничена (до 20 кВт для компактных конструкций) и зависит от расхода жидкости и давления; потери энергии в гидросистеме могут снижать общий КПД.

Гидрогенераторы наиболее эффективны при активной гидравлической нагрузке трактора, обеспечивая стабильное электроснабжение вспомогательных систем без прямого увеличения расхода топлива, но их мощность ограничена возможностями гидросистемы.

**Генераторы, приводимые от вала отбора мощности (ВОМ-генераторы)**, широко применяются в сельском хозяйстве как источник дополнительной энергии, обеспечивая электрическую мощность напрямую от двигателя трактора посредством карданного вала с передачей вращающего момента.

Экспериментальные данные показали, что использование генератора от ВОМ при питании электрооборудования может снизить расход топлива на 29,8–33,3 % в сравнении с механическим приводом аналогичных орудий [2].

Преимущество использования заключается в возможности получить высокую мощность (например, 10–30 кВт и более в зависимости от генератора) и улучшении топливной эффективности при питании навесного оборудования.

Ограничениями являются значительная нагрузка на двигатель, что приводит к увеличению расхода топлива при длительных операциях, и невозможность генерации энергии при неработающем ВОМ.

ВОМ-генераторы доказали экономический эффект при электрификации навесных орудий, но их использование требует учета расхода топлива и режима работы двигателя.

**Солнечные панели** преобразуют солнечное излучение в электричество через фотоэлектрические элементы. Исследования показывают, что стандартные фотоэлементы имеют эффективность 15–20 % преобразования солнечной энергии в электроэнергию, а их выходная мощность прямо зависит от инсоляции и площади [3]. Преимущества в использовании заключаются в экологичности источника энергии, не требующего топлива, а также эффективности для питания вспомогательных систем в режиме простоя. Ограничениями являются низкая удельная мощность (обычно менее 1–2 кВт для панелей, размещенных на тракторе) и зависимость от погодных условий и времени суток.

Солнечные панели полезны для обеспечения питания маломощных систем и зарядки аккумуляторов, но их энергетического потенциала недостаточно для энергоемких нагрузок.

Эксплуатационные показатели при проведении сравнительного анализа энергогенерирующих устройств приведены в таблице 1.

Гидрогенераторы оказываются наиболее привлекательными, если трактор интенсивно использует гидравлику: они обеспечивают устойчивую электроэнергию без существенного роста расхода топлива и с хорошим экологическим профилем в сегменте вспомогательных нагрузок, что делает их эффективным решением для энергетической автономности трактора.

ВОМ-генераторы дают самую высокую мощность и доказали снижение расхода топлива при определенных задачах, однако требуют дополнительные расчеты нагрузки на двигатель и расход топлива при длительных операциях.

**Таблица 1 – Сравнительный анализ энергогенерирующих устройств**

Показатели	Гидрогенератор	ВОМ-генератор	Солнечные панели
Выходная мощность	средняя (5–20 кВт)	высокая (10–30 кВт и более)	низкая (1–2 кВт)
Стабильность выработки	средняя	высокая	низкая (зависит от солнца)
Влияние на расход топлива	низкое (умеренное)	умеренное (высокое)	отсутствует
Сложность установки	средняя	средняя	высокая (панели и контроллеры)
Экологичность	средняя	низкая	высокая
Практическая применимость	удобно с гидросистемой	максимальная мощность	вспомогательные нагрузки

Проведенный сравнительный анализ позволил дать количественную оценку энергетической и эксплуатационной эффективности трех типов дополнительных источников энергии для современных тракторов. Внедрение таких систем является критически важным шагом для компенсации возросшей нагрузки на бортовую сеть, которая у современных машин достигает 5–7 кВт.

**Заключение.** Каждая технология демонстрирует строго определенные количественные характеристики, задающие границы ее применения:

1. Солнечные панели служат экологичным, но сугубо вспомогательным решением. При КПД 15–20 % они обеспечивают мощность менее 1–2 кВт, что эффективно лишь для питания маломощной электроники.

2. ВОМ-генераторы обеспечивают максимальную мощность 10–30 кВт и более. При питании навесного электрооборудования они позволяют снизить расход топлива на 29,8–33,3 % по сравнению с механическим приводом, но при этом значительно увеличивают нагрузку на двигатель.

3. Гидрогенераторы занимают сбалансированную позицию. Их мощность, составляющая 5–20 кВт, напрямую зависит от расхода гидросистемы (обычно 40–100 л/мин). Это позволяет получать энергию без пропорционального роста расхода топлива, так как генератор использует уже создаваемый гидропоток.

*Таким образом, для тракторов, чьи гидросистемы задействованы на 70–80 % рабочего времени, гидрогенераторы являются наиболее рациональным выбором. Для парка в целом стратегия должна быть дифференцированной, а в перспективе – интегрированной в гибридные системы, где солнечные панели (1–2 кВт) покрывают базовую нагрузку, а ВОМ или гидрогенератор (5–30 кВт) подключаются при пиковом спросе.*

### **Список источников**

1. Scolaro E., Varani M., Mattetti M., Molari G. Electrification of agricultural machinery: A review // IEEE Access. 2021. Vol. 9. P. 152984–153010.
2. Varani M., Mattetti M., Molari G. Performance evaluation of electrically driven agricultural implements powered by an external generator // Agronomy. 2021. Vol. 11. No. 8. P. 1447.
3. Reddy G. C., Pradeep Kumar G., Siva Sankar R. A state-of-the-art review on electrification of farm tractors // Energy Reports. 2023. Vol. 9. P. 1641–1656.

### **References**

1. Scolaro E., Varani M., Mattetti M., Molari G. Electrification of agricultural machinery: A review. IEEE Access, 2021;9:152984–153010.
2. Varani M., Mattetti M., Molari G. Performance evaluation of electrically driven agricultural implements powered by an external generator. Agronomy, 2021; 11;8:1447.
3. Reddy G. C., Pradeep Kumar G., Siva Sankar R. A state-of-the-art review on electrification of farm tractors. Energy Reports, 2023;9:1641–1656.

© Кроха Д. Я., 2026

Статья поступила в редакцию 31.01.2026; одобрена после рецензирования 11.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 31.01.2026; approved after reviewing 11.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.354.2  
EDN CSRMXA

### **Совершенствование уборочно-транспортного комплекса на примере КФХ «Кабалык Н. Н.»**

**Ярослав Сергеевич Кузнецов<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Иван Васильевич Бумбар<sup>2</sup>**,  
доктор технических наук, профессор  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [Apallon\\_1@mail.ru](mailto:Apallon_1@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы эффективности работы зерноуборочных комбайнов на уборке сои в условиях Белогорского муниципального округа (2025 г.). Выполнен анализ отечественных и зарубежных исследований, посвященных снижению потерь и обеспечению устойчивости уборочного процесса. Особое внимание уделено практическим аспектам эксплуатации зерноуборочной техники в условиях переувлажненных почв, характерных для региона.

**Ключевые слова:** соя, зерноуборочный комбайн, уборка урожая, потери соевых бобов, сроки уборки

**Для цитирования:** Кузнецов Я. С. Совершенствование уборочно-транспортного комплекса на примере КФХ «Кабалык Н. Н.» // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 99–105.

Original article

### **Improving the harvesting and transport complex on the example of Kabalyk N. N. peasant (farmer) farm**

**Yaroslav S. Kuznetsov<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Ivan V. Bumbar<sup>2</sup>**, Doctor of Technical Sciences, Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[Apallon\\_1@mail.ru](mailto:Apallon_1@mail.ru)

**Abstract.** The article discusses the efficiency of grain harvesters in harvesting soybeans in the Belogorsky municipal district (2025). It analyzes domestic and foreign studies on reducing losses and ensuring the sustainability of the harvesting process. Special attention is given to the practical aspects of operating grain harvesting

equipment in the region's waterlogged soils.

**Keywords:** soybeans, combine harvester, harvesting, soybean losses, harvesting time

**For citation:** Kuznetsov Ya. S. Improving the harvesting and transport complex on the example of Kabalyk N. N. peasant (farmer) farm. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 99–105), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В условиях глобальных проблем продовольственной безопасности и климатической нестабильности эффективность уборочно-транспортных комплексов становится критическим фактором конкурентоспособности агропромышленного комплекса России. Проблема оптимизации уборочно-транспортных работ остается по-прежнему актуальной. Исследования сосредоточены на повышении производительности, сокращении потерь и издержек, а также на адаптации техники к различным почвенно-климатическим условиям. Особую значимость данная проблема приобретает в ключевых зернопроизводящих регионах, таких как Амурская область.

Анализ уборочно-транспортного комплекса в КФХ «Кабалык Н. Н.» (одном из передовых хозяйств в Белогорском округе) выявляет системные ограничения: частичное старение техники, относительный дисбаланс логистики, несоответствие сроков уборки агротехническим нормативам, что ведет к потерям урожая до 3,5 ц/га. Перечисленные проблемы требуют научно обоснованных решений.

**Цель исследований** – разработка мер, направленных на повышение эффективности уборочно-транспортного комплекса в КФХ «Кабалык Н. Н.».

Хозяйство в 2025 г. имело следующую структуру посевных площадей: пшеница – 700 га, овес – 300 га, соя – 2 000 га. Произведем расчет состава уборочно-транспортного комплекса.

Он выполняется, исходя из имеющихся в хозяйстве зерноуборочных комбайнов, автомобилей, бункеров-накопителей и другой техники. При этом цель состоит в обеспечении уборки сои в течении 10–12 дней и получении высокого качества выполнения технологического процесса, то есть соблюдение агротехнологических требований уборочного процесса.

**Расчет ведется в следующей последовательности:**

1. *Определение рабочей скорости комбайнов на уборке сои:*

$$V_p = \frac{36 \cdot q_k}{B_p \cdot q_z \cdot (1 + \delta)} \quad (1)$$

где  $V_p$  – рабочая скорость комбайна, км/час;

$q_k$  – пропускная способность растительной массы комбайна, кг/с;

$B_p$  – ширина захвата жатки, м;

$q_z$  – урожайность зерна на поле, т/га;

$\delta$  – отношение массы соломы к массе зерна на растении.

Рабочая скорость составит:

$$\text{для Vector 410: } \frac{36 \cdot 7,6}{8 \cdot 2,7 \cdot (1+1)} = 6,3 \text{ км/час;}$$

$$\text{для Claas Tucano 580: } \frac{36 \cdot 9}{9,1 \cdot 2,7 \cdot (1+1)} = 6,6 \text{ км/час;}$$

$$\text{для Палессе GS 812: } \frac{36 \cdot 8}{7 \cdot 2,7 \cdot (1+1)} = 7,6 \text{ км/час.}$$

Расчет соответствует физико-механических свойствам сои при уборке, когда необходимо соблюдать высоту среза растений 3–5 см [1]. Для этого важно, чтобы скорость комбайна не превышала 2 м/с, что обеспечит необходимое копирование поля жаткой.

2. *Расчет сменной производительности комбайна:*

$$W_{см} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{см} \cdot \tau \quad (2)$$

где  $W_{см}$  – сменная производительность комбайна, га;

$T_{см}$  – продолжительность смены, час;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены (равен 0,8–0,9).

Сменная производительность составит:

для Vector 410:  $0,1 \cdot 8 \cdot 6,3 \cdot 10 \cdot 0,8 = 40,32$  га;

для Claas Tucano 580:  $0,1 \cdot 9,1 \cdot 6,6 \cdot 10 \cdot 0,8 = 48,05$  га;

для Палессе GS 812:  $0,1 \cdot 7 \cdot 7,6 \cdot 10 \cdot 0,8 = 42,56$  га.

Среднее значение показателя равно 43,6 га.

3. *Продолжительность (предпочитаемая, расчетная) уборки сои в хозяйстве (Д)* определяется по формуле (3):

$$D = \frac{F}{P_k \cdot W_{cm} \cdot \alpha_{cm} \cdot K_m} \quad (3)$$

где  $F$  – общая уборочная площадь сои, га;

$P_k$  – количество зерноуборочных комбайнов по маркам;

$W_{cm}$  – норма выработки за 7-часовую смену, га;

$\alpha_{cm}$  – коэффициент сменности;

$K_m$  – коэффициент, учитывающий метеоусловия.

В нашем случае  $D = \frac{2000}{9 \cdot 305,5 \cdot 1 \cdot 0,81} = 9$  дней.

4. *Коэффициент сменности ( $\alpha_{cm}$ )* находим из выражения (4):

$$\alpha_{cm} = \frac{T_{рд}}{T_{cm}} \quad (4)$$

где  $T_{рд}$  – продолжительность рабочего дня, час.

Применительно к рассматриваемому примеру коэффициент сменности будет равен единице (10 час : 10 час).

5. *Расчет необходимого количества комбайнов.* В соответствии с технологической картой, а также природно-производственными условиями хозяйство устанавливает необходимое количество зерноуборочных комбайнов:

$$P_k = \frac{F}{D \cdot W_{cm} \cdot \alpha_{cm} \cdot K_m \cdot K_r} \quad (5)$$

где  $K_r$  – коэффициент технической готовности комбайнов (равен 0,9–0,95).

Для рассматриваемого фермерского хозяйства необходимое количество комбайнов составит:

$$\frac{2000}{9 \cdot 43,6 \cdot 1 \cdot 0,81 \cdot 0,9} = 7 \text{ ед.}$$

6. Расчет количества транспортных средств, исходя из вместимости бункера комбайна и грузоподъемности транспортного средства (табл. 1, 2).

**Таблица 1 – Вместимость бункера зерноуборочного комбайна и время выгрузки зерна**

Марка комбайна	Емкость бункера, м <sup>3</sup>	Время выгрузки зерна из бункера, мин
Claas Tucano 580	11,0	5–7
Палессе GS 812	5,5	4–6
Vector 410	6,0	4–6

**Таблица 2 – Грузоподъемность транспортного средства**

Марка автомобиля (самосвала)	Грузоподъемность, т
КамАЗ-65115	15,000
КамАЗ 45143-50 + НЕФАЗ 8560-02	22,850

6.1. Определяем количество бункеров зерна с комбайна, вмещающихся в кузов автомобиля ( $P_6$ ), используя формулу (6):

$$P_6 = \frac{q}{\rho \cdot Q_6} \quad (6)$$

где  $q$  – максимальная грузоподъемность автомобиля, т;

$\rho$  – плотность зерна, т/м<sup>3</sup>;

$Q_6$  – емкость бункера комбайна, м<sup>3</sup>.

Данный показатель составит:

для Vector 410: при использовании КамАЗ-65115 – 3,3 (15/(0,75·6)); при использовании КамАЗ 45143-50 + НЕФАЗ 8560-02 – 5,08 (22,9/(0,75·6));

для Claas Tucano 580: при использовании КамАЗ-65115 – 1,82 (15/(0,75·11)); при использовании КамАЗ 45143-50 + НЕФАЗ 8560-02 – 2,8 (22,9/(0,75·11));

для Палессе GS 812: при использовании КамАЗ-65115 – 3,63 (15/(0,75·5,5)); при использовании КамАЗ 45143-50 + НЕФАЗ 8560-02 – 5,5 (22,9/(0,75·5,5)).

6.2. Находим время заполнения бункера зерном сои ( $T_6$ ):

$$T_6 = \frac{600 \cdot Q_6 \cdot \rho}{B_p \cdot V_p \cdot q_3} \quad (7)$$

Значение времени заполнения бункера зерном сои составит:

$$\text{для Vector 410: } \frac{600 \cdot 6 \cdot 0,75}{8 \cdot 6,3 \cdot 2,7} = 20,24 \text{ мин (0,34 час);}$$

$$\text{для Claas Tucano 580: } \frac{600 \cdot 11 \cdot 0,75}{9,1 \cdot 6,6 \cdot 2,7} = 30,53 \text{ мин (0,515 час);}$$

$$\text{для Палессе GS 812: } \frac{600 \cdot 5,5 \cdot 0,75}{7 \cdot 7,6 \cdot 2,7} = 17,23 \text{ мин (0,29 час).}$$

6.3. Устанавливаем продолжительность оборота транспортного средства ( $t_{об}$ ), используя формулу (8):

$$t_{об} = t_{п} + t_3 + t_{г} + t_{д} + t_{в} + t_{х} \quad (8)$$

где  $t_{п}$  – время движения автомобиля по полю, час;

$t_3$  – время заполнения документов, час;

$t_{г}$  – время движения с грузом, час;

$t_{д}$  – время загрузки транспортного средства, час;

$t_{в}$  – время выгрузки зерна из бункера, час;

$t_{х}$  – время движения без груза, час.

В рассматриваемом примере значение показателя равно 1,9 часа.

6.4. Определяем количество транспортных средств для обслуживания уборочно-транспортного комплекса:

$$П_{тр} = \frac{П_{к} \cdot W_{ч} \cdot q_3 \cdot t_{об}}{q \cdot \alpha_q \cdot K_{г}} \quad (9)$$

где  $W_{ч}$  – часовая производительность комбайнов, га.

Для условий хозяйства необходимое количество транспортных средств:

$$\text{КамАЗ-65115: } \frac{9 \cdot 4,4 \cdot 2,7 \cdot 1,9}{15 \cdot 1 \cdot 0,9} = 15 \text{ ед.}$$

$$\text{КамАЗ 45143-50 + НЕФАЗ 8560-02: } \frac{9 \cdot 4,4 \cdot 2,7 \cdot 1,9}{22,9 \cdot 1 \cdot 0,9} = 10 \text{ ед.}$$

**Заключение.** Существующий парк из 9 комбайнов обеспечивает уборку полей с соей за 15 дней, что на 25 % превышает оптимальный агротехнический срок (10–12 дней). Для соблюдения оптимальных сроков требуется увеличение количество жаток (8 и 9 м) на 4 штуки при односменной работе.

Потребность в автотранспорте составила 15 автомобилей КамАЗ-65115 и 10 автомобилей КамАЗ 45143-50 + НЕФАЗ 8560-02, тогда как в хозяйстве имеется только 6 единиц. Расчетное время заполнения бункера варьируется от 0,36 до 0,62 часа в зависимости от марки комбайна, что также необходимо учитывать при расчете уборочно-транспортного комплекса.

### **Список источников**

1. Бумбар И. В., Тихончук П. В., Кувшинов А. А., Вязьмин М. И., Лонцева И. А. Совершенствование уборки сои, зерновых и кукурузы в условиях Амурской области : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. 284 с.

### **References**

1. Bumbar I. V., Tikhonchuk P. V., Kuvshinov A. A., Vyazmin M. I., Lontseva I. A. *Improving the harvesting of soybeans, grains and corn in the Amur region: monograph*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2023, 284 p. (in Russ.).

© Кузнецов Я. С., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 11.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 11.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.316  
EDN CWHJHN

## **Эффективность применения роботизированного культиватора Agrokraft**

**Вероника Викторовна Кучер<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Ирина Александровна Лонцева<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук, доцент

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [vera\\_petrova\\_02@mail.ru](mailto:vera_petrova_02@mail.ru)

***Аннотация.*** В статье представлены результаты сравнительного исследования технико-эксплуатационных характеристик традиционного культиватора Ферабокс КМУ-9 и роботизированного культиватора Agrokraft с системой компьютерного зрения. Исследование выполнено применительно к условиям возделывания сои с шириной междурядий 45 см, характерной для Амурской области. Проведен анализ конструктивных особенностей, рабочих скоростей, производительности за смену, точности позиционирования рабочих органов и экономической эффективности культиватора.

***Ключевые слова:*** соя, междурядная обработка, роботизированный культиватор, компьютерное зрение, производительность, точное земледелие

***Для цитирования:*** Кучер В. В. Эффективность применения роботизированного культиватора Agrokraft // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 106–111.

Original article

### **The effectiveness of the Agrokraft robotic cultivator**

**Veronika V. Kucher<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Irina A. Lontseva<sup>2</sup>**,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[vera\\_petrova\\_02@mail.ru](mailto:vera_petrova_02@mail.ru)

***Abstract.*** The article presents the results of a comparative study of the technical and operational characteristics of the traditional cultivator Ferabox KMU-9 and the robotic cultivator Agrokraft with the computer vision system. The study was carried out in relation to the conditions of soybean cultivation with a row spacing of 45 cm, typical

for the Amur region. The analysis of design features, operating speeds, shift productivity, working tools positioning accuracy and economic efficiency was carried out.

**Keywords:** soybeans, inter-row cultivation, cultivator, robotic cultivator, computer vision, productivity, precision farming

**For citation:** Kucher V. V. The effectiveness of the Agrokraft robotic cultivator. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 106–111), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Междурядная обработка пропашных культур, в частности сои, сочетающая рыхление почвы и локальное внесение минеральных удобрений, является одним из наиболее ответственных и ресурсоемких элементов технологии возделывания. Ее эффективность напрямую определяет фитосанитарное состояние посевов, режим питания растений и, в конечном итоге, урожайность [1].

Традиционным решением для выполнения данной операции являются комбинированные междурядные культиваторы, в том числе широко распространенный в практике Ферабокс КМУ-9, которые сочетают механическую обработку междурядий с системой внесения удобрений. Традиционные культиваторы имеют фундаментальные ограничения, связанные с зависимостью от человеческого фактора: утомляемость оператора, ошибки в рулении и, как следствие, риск повреждения культурных растений при повышении рабочих скоростей.

Роботизированные системы, такие как Agrokraft, призваны преодолеть эти ограничения за счет автоматизации ключевой функции – точного позиционирования рабочих органов в междурядьях [2, 3].

**Целью исследований** явилось прямое сравнение теоретической и эксплуатационной эффективности традиционного культиватора Ферабокс КМУ-9 и роботизированного комплекса Agrokraft при выполнении идентичной технологической операции (междурядное рыхление и подкормка) в посевах сои с междурядьем 45 см.

Сравнение проводилось на основе анализа конструктивных особенностей и расчета сменной производительности. При этом использовались основные технические характеристики культиваторов, представленные в таблице 1.

**Таблица 1 – Основные технические характеристики культиваторов**

Модель	КМУ-9	Agrokraft
<i>Общие</i>		
Тип агрегата	навесной	навесной
Ширина захвата, м.	3,6–6	4,5–12
Междурядье, см	45–75	19–76
Объем бункера для удобрений, л	2×290	1×1 600
Рабочая скорость, км/час	10	15–20
Производительность за сменное время, га/час	2,25–4,50	5,8–7,5
<i>Габариты в рабочем положении</i>		
Длина, мм	2 300	нет данных
Ширина, мм	7 300	нет данных
Высота, мм	1 700	нет данных
Масса, кг	1 650	3 800
<i>Обработка почвы</i>		
Тип пружинной стойки	S-образный	S-образный
Тип рыхлительной лапы	стрельчатая	стрельчатая
Глубина обработки почвы, см	3–8	до 12

*Культиватор КМУ-9* предназначен для междурядной обработки почвы с одновременным внесением удобрений. Норма внесения удобрений регулируется с помощью коробки передач. Бункер для семян выполнен из нержавеющей стали, устойчивой к коррозии.

Рабочие органы представлены S-образными пружинными стойками со стрельчатыми лапами, обеспечивающими качественное подрезание сорной растительности и рыхление почвы в защитной зоне рядка.

*Роботизированный культиватор Agrokraft* представляет модульную систему на универсальной раме, оснащенную системой высокоточного наведения EXACT на основе компьютерного зрения. Агрегат комплектуется гидравлическим блоком поперечного смещения рабочих секций ( $\pm 25$  см) и может

оснащаться модулями внесения жидких удобрений различной емкости с возможностью фронтального размещения бака.

Ферабокс КМУ-9 демонстрирует верхнюю границу ширины захвата на уровне 6,0 м. Увеличение ширины захвата сверх 6 м ведет к росту динамических нагрузок на раму и систему навески, снижению устойчивости хода крайних секций и потере точности обработки периферийных рядков. Кроме того, возрастает нагрузка на заднюю навеску трактора, что ухудшает продольную устойчивость агрегата.

Agrokraft обеспечивает диапазон ширины захвата от 4,5 до 12,0 м. Это достигнуто не только за счет усиления конструкции рамы, но прежде всего благодаря интеллектуальной системе позиционирования EXACT, компенсирующей возможные деформации рамы и отклонения трактора от заданной траектории, удерживая каждый рабочий орган строго по центру междурядья.

Заявленная производителем КМУ-9 максимальная скорость (10 км/час) является технически достижимой, однако агротехнически рискованной. Механическая копирующая система и S-образные пружинные стойки при всей своей надежности обладают выраженной инерционностью. Оператор, работающий на скорости 10 км/час, вынужден реагировать на отклонения рядка. Это приводит к микроповреждениям корневой системы сои.

Культиватор Agrokraft оснащен широкоугольной камерой, считывающей изображение рядков на расстоянии 2–5 м впереди агрегата. Алгоритмы компьютерного зрения идентифицируют культурные растения, строят 3D-модель рядка и прогнозируют его положение на момент подхода рабочих органов. Гидравлический блок обрабатывает поперечную коррекцию. При этом скорость 15–20 км/час является рабочей, а не «паспортной», что подтверждается часовой производительностью 5,8–7,5 га против 2,25–4,5 га у КМУ-9 при сопоставимой ширине захвата.

Традиционный культиватор КМУ-9 даже при квалифицированной работе оператора и оптимальных скоростных режимах допускает повреждение 1–2 % растений вследствие человеческого фактора. Система EXACT, обеспечивающая предиктивное позиционирование рабочих органов, сводит повреждения к минимуму (менее 0,1 %).

**Заключение.** *Роботизированный культиватор Agrokraft с системой точного наведения EXACT демонстрирует полное превосходство над традиционным культиватором Ферабокс КМУ-9 при выполнении междурядной обработки сои с одновременным внесением удобрений. В условиях современного сельскохозяйственного производства, ориентированного на импортозамещение, продовольственную безопасность и рост экспортного потенциала, переход на роботизированные системы точного земледелия становится необходимым условием конкурентоспособности.*

#### **Список источников**

1. Кучер В. В., Лонцева И. А. Обработка и анализ результатов внедрения в технологию возделывания сои роботизированного культиватора Agrokraft // Актуальные вопросы энергетики в АПК : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2025. С. 191–197.
2. Кучер В. В., Лонцева И. А. Роботизированные технологии в условиях органического и точного земледелия // Почвенное плодородие – основа устойчивого развития сельскохозяйственного производства : материалы междунар. науч.-практ. конф. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2024. С. 116–119.
3. Панасюк А. Н., Мазур В. В., Бумбар И. В. Модернизированный культиватор для ухода за посевами кукурузы // Сельский механизатор. 2024. № 12. С. 14–16.

#### **References**

1. Kucher V. V., Lontseva I. A. Processing and analysis of the results of introducing the Agrokraft robotic cultivator into soybean cultivation technology. Proceedings from Current issues of energy in the agro-industrial complex: *Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 191–197), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

2. Kucher V. V., Lontseva I. A. Robotic technologies in the conditions of organic and precision farming. Proceedings from Soil fertility – the basis for sustainable development of agricultural production: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 116–119), Krasnodar, Kubanskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

3. Panasyuk A. N., Mazur V. V., Bumbar I. V. Modernized cultivator for caring for corn crops. *Sel'skii mekhanizator*, 2024;12:14–16 (in Russ.).

© Кучер В. В., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 11.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 11.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.51:004.93(571.61)  
EDN CZNDLC

### **Перспективы использования машинного зрения при эксплуатации роботизированных систем в АПК Амурской области**

**Роман Ярославович Лагута<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Владимир Анатольевич Мунгалов<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [r-laguta@mail.ru](mailto:r-laguta@mail.ru)

**Аннотация.** Рассмотрены направления применения технологий машинного зрения в сельском хозяйстве. Особое внимание уделено использованию камер и датчиков на сельскохозяйственной технике и беспилотных летательных аппаратах. Отмечается потенциал систем машинного зрения в автоматизации ухода за животными и сортировке сельхозпродукции.

**Ключевые слова:** агропромышленный комплекс, роботизированные системы, машинное зрение

**Для цитирования:** Лагута Р. Я. Перспективы использования машинного зрения при эксплуатации роботизированных систем в АПК Амурской области // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 112–116.

Original article

### **Prospects of using machine vision in the operation of robotic systems in the agro-industrial complex of the Amur region**

**Roman Ya. Laguta<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Vladimir A. Mungalov<sup>2</sup>**, Candidate of Technical Sciences  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[r-laguta@mail.ru](mailto:r-laguta@mail.ru)

**Abstract.** The directions of application of machine vision technologies in agriculture are considered. Special attention is paid to the use of cameras and sensors on agricultural machinery and unmanned aerial vehicles. The potential of machine vision systems in automating animal care and sorting agricultural products is noted.

**Keywords:** agro-industrial complex, robotic systems, machine vision

**For citation:** Laguta R. Ya. Prospects of using machine vision in the operation of robotic systems in the agro-industrial complex of the Amur region. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 112–116), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В условиях развития агропромышленного комплекса особое значение приобретает внедрение цифровых и роботизированных технологий. Одним из ключевых направлений является использование систем машинного зрения, которые позволяют автоматизировать контроль, управление и анализ технологических процессов.

Элементы машинного зрения уже находят применение при производстве и эксплуатации средств производства для сельского хозяйства [1, 2]. Благодаря таким технологиям современные тракторы и комбайны оснащаются камерами и датчиками, позволяющими оператору легче ориентироваться в пространстве, контролировать рабочие органы, отслеживать заболеваемость растений. Такие системы применяются как для визуального контроля посевов, так и оценки качества обработки почвы.

Для Амурской области, как региона с выраженной сельскохозяйственной специализацией, данное направление представляет практический интерес.

**Целью исследований** явилась оценка степени использования систем машинного зрения, а также выявление проблем их эксплуатации в агропромышленном комплексе Амурской области.

Объектом исследований являются технологические процессы в АПК Амурской области. Предметом исследований выступают программно-аппаратные средства систем машинного зрения, применяемые в составе роботизированной и автоматизированной техники.

Проводя обзор направлений использования, выявлено, что наиболее активно машинное зрение применяется в растениеводстве [1, 2].

Камеры, установленные на сельскохозяйственных машинах, позволяют распознавать состояние растений, выявлять сорные растения и контролировать равномерность посева. Также применяются различные беспилотные летательные аппараты с камерами, которые используются для мониторинга полей, выявления проблемных участков и оценки общего состояния посевов.

В животноводстве системы машинного зрения на данный момент используются в меньшей степени, однако их потенциал также очень высок. Камеры могут применяться для наблюдения за состоянием животных, контроля кормления, доения, а также для выявления отклонений в поведении животного.

Наибольшее использование роботизированных систем выявлено в Ивановском, Тамбовском и Благовещенском муниципальных округах.

В перерабатывающей промышленности машинное зрение применяется для контроля качества продукции. Камеры используются на линиях сортировки и упаковки сельскохозяйственного сырья, где они помогают выявлять дефекты, контролировать внешний вид продукции и обеспечивать стабильность технологического процесса. Такие решения особенно востребованы на предприятиях по переработке зерна, сои и продукции животноводства.

Системы машинного зрения имеют большое разнообразие по составу оборудования и программного обеспечения. При этом используется ряд программных библиотек.

Под программной библиотекой в системах машинного зрения подразумевается набор готовых программных инструментов и алгоритмов, которые применяются для обработки изображений и видео. В основной комплект для полноценной работы с библиотеками входят следующие компоненты: приемник, камера, контроллер, дисплей. В качестве основной библиотеки для программного обеспечения используется OpenCV [2]. Она представляет программный инструмент для обработки изображений и видео. С помощью данной библиотеки выполняются операции по выделению объектов, анализу формы и цвета,

а также распознаванию элементов на изображении. В сельском хозяйстве такие возможности необходимы для анализа состояния растений, выявления сорняков и мониторинга технологических процессов.

Установлено, что изучаемые технологии применяются неравномерно в различных отраслях АПК. Наиболее активно системы машинного зрения используются в растениеводстве и при эксплуатации сельскохозяйственной техники. Они применяются для мониторинга состояния посевов, контроля технологических операций и повышения точности работ. В животноводстве и перерабатывающей промышленности использование машинного зрения носит ограниченный характер и чаще всего сводится к отдельным элементам видеонаблюдения и контроля качества.

Основными проблемами эксплуатации систем машинного зрения в регионе являются высокая стоимость оборудования, недостаток квалифицированных специалистов, а также необходимость адаптации программно-аппаратных решений к климатическим и производственным условиям Амурской области. Использование машинного зрения в АПК Амурской области находится на стадии развития, при этом перспективы внедрения связаны с растениеводством, цифровыми сервисами анализа данных и подготовкой специалистов в области аграрных цифровых технологий.

При рациональном использовании систем машинного зрения в технологических операциях возделывания сельскохозяйственных культур возможно достичь повышения урожайности, сократить эксплуатационные затраты и издержки производства, что обеспечит повышение рентабельности.

### **Список источников**

1. Ключева Е. В., Оськина Е. А. Цифровизация АПК // Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК : материалы VIII междунар. науч.-практ. конф. Саратов : Саратовский государственный аграрный университет, 2024. С. 161–165.

2. Иванченко И. И. Технологии искусственного интеллекта в управлении сельским хозяйством // Наука Юга России: достижения и перспективы : материалы XX всерос. молодежной науч. конф. с междунар. участием. Ростов-на-Дону : Южный научный центр РАН, 2024. С. 172.

3. OpenCV computer vision library : [сайт]. URL: <https://opencv.org/> (дата обращения: 15.01.2026).

### References

1. Klyueva E. V., Oskina E. A. Digitalization of the agro-industrial complex. Proceedings from Economic and mathematical methods of analyzing the activities of agricultural enterprises: *VIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 161–165), Saratov, Saratovskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

2. Ivanchenko I. I. Artificial intelligence technologies in agricultural management. Proceedings from Science of the South of Russia: achievements and prospects: *XX Vserossiiskaya molodezhnaya nauchnaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem*. (PP. 172), Rostov-on-Don, Yuzhnyi nauchnyi tsentr RAN, 2024 (in Russ.).

3. OpenCV computer vision library. *OpenCV.org*. Retrieved from <https://opencv.org/> (Accessed 15 January 2026) (in Russ.).

© Лагута Р. Я., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 11.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 11.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 629.33  
EDN GUORHY

### **Исследование процесса предпускового подогрева агрегатов автомобиля**

**Александр Сергеевич Левадный<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Виталий Владимирович Петроченко<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук, доцент

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [levadnyy@mail.ru](mailto:levadnyy@mail.ru)

**Аннотация.** Рассмотрены способы разогрева основных агрегатов автомобиля. Предложен усовершенствованный предпусковой подогреватель. Обосновано, что его использование позволит снизить теплопотери в 2 раза и получить более высокую температуру при выходе из выпускного рукава.

**Ключевые слова:** автомобили, двигатель, способы разогрева агрегатов, предпусковой подогреватель, снижение теплопотерь

**Для цитирования:** Левадный А. С. Исследование процесса предпускового подогрева агрегатов автомобиля // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 117–121.

Original article

### **Investigation of the process of preheating car units**

**Alexander S. Levadny<sup>1</sup>**, Master's Degree Student

**Scientific advisor – Vitaly V. Petrochenko<sup>2</sup>**,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[levadnyy@mail.ru](mailto:levadnyy@mail.ru)

**Abstract.** The methods of heating the main units of the car are considered. An improved preheater is proposed. It is proved that its use will reduce heat loss by 2 times and get a higher temperature when exiting the outlet sleeve.

**Keywords:** cars, engine, methods of heating units, preheater, reduction of heat loss

**For citation:** Levadny A. S. Investigation of the process of preheating car units. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki*

*(11 fevralya 2026 g.). (PP. 117–121), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).*

Работа автомобильного транспорта в условиях предприятий, расположенных в северных регионах Амурской области, Хабаровского края и Якутии, в зимний период обусловлена воздействием сверхнизких температур. Не все предприятия позволяют хранить автомобили в отапливаемых помещениях (гаражах, боксах), и после ремонта на улице узлов и агрегатов необходимо разогревать их до нормальной температуры, позволяющей сделать запуск и отладку автомобиля, что выглядит довольно проблематично.

При низких температурах происходит замедленное передвижение жидкостей в двигателе, коробке переключения передач, мостах и бортовых передачах трансмиссии, что влечет за собой сбой в работе основных агрегатов, так как это происходит из-за очень густого масла. В результате изнашиваются основные агрегаты, включая двигатель внутреннего сгорания, коробку переключения передач, ведущий мост. Агрегаты страдают из-за масляного голодания, так как холодное масло не может в достаточной степени выполнять свои смазочные свойства.

Разогрев основных агрегатов автомобиля можно проводить по-разному:

1. *При использовании внешних устройств – тепловая пушка (электрическая или дизельная).* При этом обеспечиваются высокая теплоотдача и сравнительно быстрый разогрев основных агрегатов. Однако ограничения в использовании состоят в том, что не везде доступно электричество.

2. *Автономный предпусковой подогреватель.* Он установлен на автомобиле и не требует подключения к электросети. Но такой подогреватель чаще всего разогревает только двигатель, а для обогрева коробки передач и моста требуется прокладывать магистраль для подвода выхлопных газов, так как сам подогреватель ими не оборудован.

Автономный предпусковой обогреватель позволяет использовать температуру выхлопных газов, которая может достигать 350–600 °С, что дает возможность осуществлять прогрев основных агрегатов автомобиля.

Для данных целей нужно использовать металлизированные гофрированные рукава, чтобы подвести отработанные газы к агрегатам для более лучшего и быстрого их разогрева. Прокладывать их важно таким образом, чтобы выходы металлизированных гофрированных рукавов обдували выхлопными газами картер двигателя, поддон коробки передач и корпус моста, отдавая тем самым часть своего тепла.

Это очень важно, поскольку основной характеристикой масла является вязкость, что непосредственно повышает смазывающие свойства масла и соответственно долговечность узлов и агрегатов трансмиссии автомобиля. При отрицательных температурах трансмиссионное масло становится густым и не текучим. В таком состоянии оно начинает связывать детали, затрудняя движение автомобиля с места, а также во время работы, что соответственно увеличивает износ деталей, таких как диск и выжимной подшипник сцепления, шестерни КПП и шестерни ведущего моста.

Схема подогрева агрегатов через гибкий металлизированный гофрированный рукав имеет низкий КПД, так как основная температура выхлопных газов распространяется через сам рукав. Через металл охлаждение внешнего слоя (теплопотери) происходит достаточно быстро и температуры, достигающей до агрегата, из-за высоких тепловых потерь в выпускном рукаве становится не хватать для обогрева.

*Для уменьшения потерь тепла был применен самый простой и действенный способ его сохранения – **изоляция металлизированного гофрированного рукава.*** Для этого мы использовали фольгированный теплоизоляционный материал. Металлизированный гофрированный рукав был обернут фольгой к поверхности рукава и закреплен алюминиевым скотчем для плотного

удержания на рукаве (рис. 1). Для того чтобы выхлопные газы смогли обогреть основные агрегаты автомобиля, на металлизированный гофрированный рукав был установлен тройник. В результате газы, которые были направлены на коробку передач, проходили и до ведущего моста.



**Рисунок 1 – Усовершенствованный предпусковой подогреватель с изоляцией металлизированного гофрированного рукава на автомобиле**

Для обоснования разработки были произведены замеры металлизированного гофрированного рукава на всем протяжении его длины. Сначала замеры произведены на самом металлизированном гофрированном рукаве без теплоизоляции, а затем с теплоизоляцией. Замеры проводились при помощи тепловизора через каждые 5 минут на протяжении 35 минут работы подогревателя. При этом их выполняли на расстоянии 1 м от подогревателя (поддон ДВС); на расстоянии 2,3 м (КПП) и на расстоянии 4,5 м (ведущий мост).

Все результаты замеров проведены при температуре окружающего воздуха минус 25 °С и показаны в таблице 1.

**Таблица 1 – Результаты замеров температуры выпускного рукава**

Время работы подогревателя, минут	Температура выпускного рукава, °С			
	без теплоизоляции	с теплоизоляцией (двигатель)	с теплоизоляцией (КПП)	с теплоизоляцией (мост)
5	0,5	-10,0	-12,0	-13,0
10	13,5	1,5	0,9	-7,4
15	27,0	8,3	7,5	-0,6
20	51,5	15,1	14,3	5,5
25	62,3	23,0	19,5	10,2
30	64,7	29,4	22,3	13,0
35	66,8	33,3	27,4	16,0

**Закключение.** На основе эксперимента удалось установить, что выхлопные газы можно использовать для разогрева агрегатов автомобиля. При этом оптимально использовать один подогреватель на двухосном грузовом автомобиле, так как его мощности вполне достаточно. Что касается карьерных самосвалов (трех- и четырехосные), эффективнее будет использование двух подогревателей. Это целесообразно из-за экономии времени на подготовку автомобиля к работе: в данном случае один подогреватель греет двигатель и КПП, а другой – мосты, даже если автомобиль полноприводный.

*Таким образом, экспериментально показано, что изоляция металлизированного гофрированного рукава обеспечивает:*

- 1. Снижение теплотерь более чем в два раза.*
- 2. Получение более высокой температуры на выходе из рукава.*

© Левадный А. С., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 11.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 11.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 629.735  
EDN GXGBPD

### **Автономный проводной дрон-инспектор**

**Кирилл Вадимович Ляльченко<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Никита Анатольевич Подтынов<sup>2</sup>**, студент магистратуры  
**Сергей Дмитриевич Гайдаш<sup>3</sup>**, студент магистратуры  
**Алена Сергеевна Тихонова<sup>4</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Евгений Евгеньевич Кузнецов<sup>5</sup>**,  
доктор технических наук, профессор  
<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [sergey.gaidash@mail.ru](mailto:sergey.gaidash@mail.ru)

***Аннотация.*** Обоснована перспектива применения и представлено техническое решение в области охраны общественного порядка и личной безопасности граждан – автономный проводной дрон-инспектор. Описаны его конструктивные особенности, возможности, принцип работы и преимущества перед существующими аналогами.

***Ключевые слова:*** автономный проводной дрон, видеонаблюдение, контроль ситуации, машинное зрение, фиксация правонарушений, безопасность

***Для цитирования:*** Ляльченко К. В., Подтынов Н. А., Гайдаш С. Д., Тихонова А. С. Автономный проводной дрон-инспектор // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 122–127.

Original article

### **Autonomous wired inspector drone**

**Kirill V. Lyalchenko<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Nikita A. Podtynov<sup>2</sup>**, Master's Degree Student  
**Sergey D. Gaidash<sup>3</sup>**, Master's Degree Student  
**Alyona S. Tikhonova<sup>4</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Evgeny E. Kuznetsov<sup>5</sup>**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Far Eastern State Agrarian University  
Amur region, Blagoveshchensk, Russia, [sergey.gaidash@mail.ru](mailto:sergey.gaidash@mail.ru)

**Abstract.** This paper presents a technical solution for public order and personal safety: an autonomous wired drone inspector. Its design features, capabilities, operating principle, and advantages over existing analogs are described.

**Keywords:** autonomous wired drone, video surveillance, situational awareness, machine vision, offense recording, safety

**For citation:** Lyalchenko K. V., Podtynov N. A., Gaidash S. D., Tikhonova A. S. Autonomous wired inspector drone. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 122–127), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Современные требования в области охраны и поддержания общественной и личной безопасности граждан требуют внедрения высокотехнологичных, эффективных и круглосуточных систем мониторинга.

Сформирована концепция, направленная на разработку технических средств, предназначенных для осуществления наблюдения и контроля, которые могут быть использованы для патрулирования в местах с большим скоплением людей; фиксации правонарушений (преступлений) и установления обстоятельств на месте происшествия; оказания голосовой и технической медицинской первой помощи; выдачи справочной информации; выявления лиц, находящихся в розыске и установления приблизительного места их нахождения; подачи звуковых и световых сигналов о точке патрулирования; привлечения внимания или предупреждения граждан. В рамках данной концепции разработано высокоэффективное, автономное и всесезонное устройство в виде **автономного проводного дрона-инспектора**.

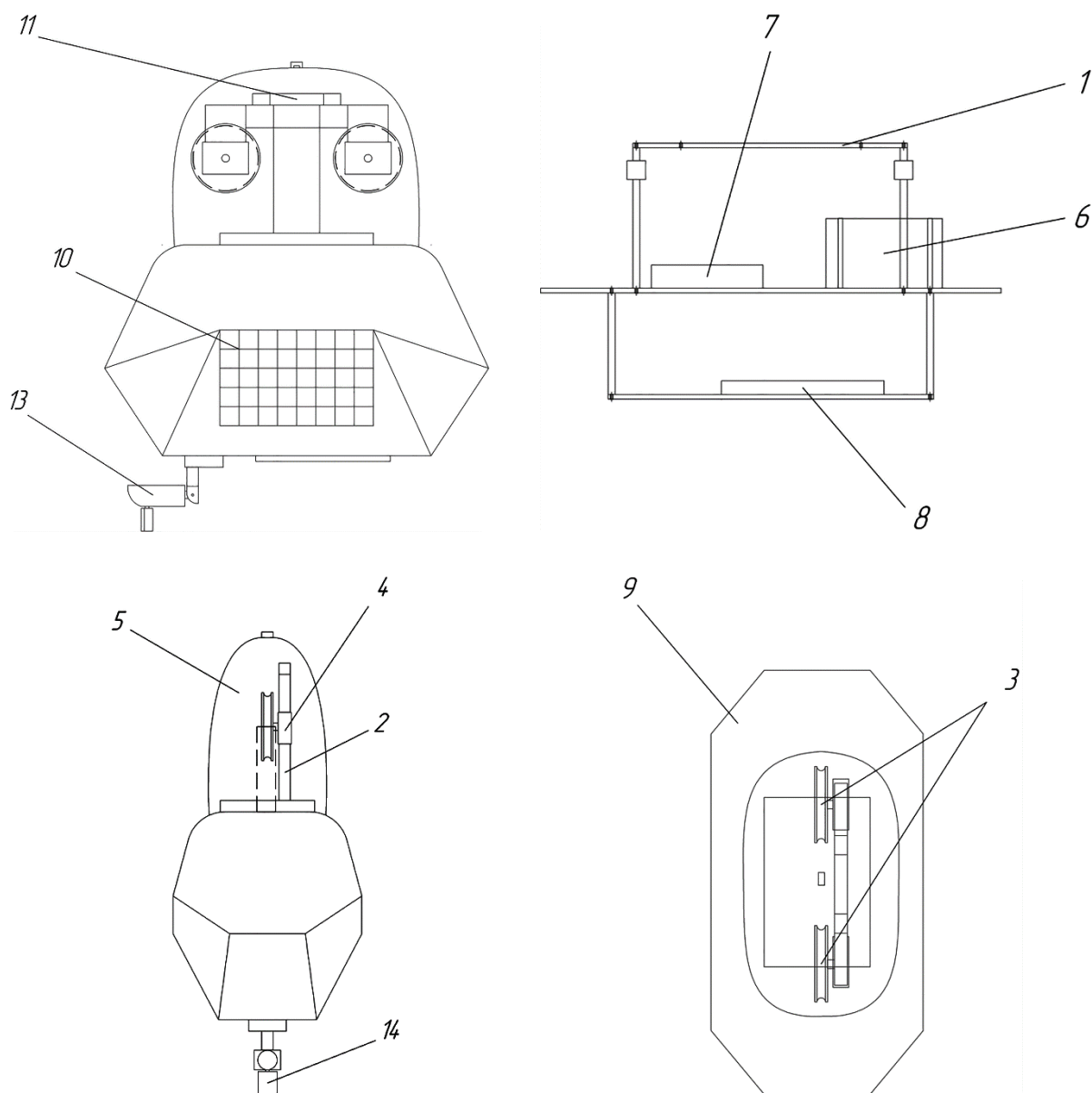
*Предложенная конструкция отвечает следующим задачам разработки:*

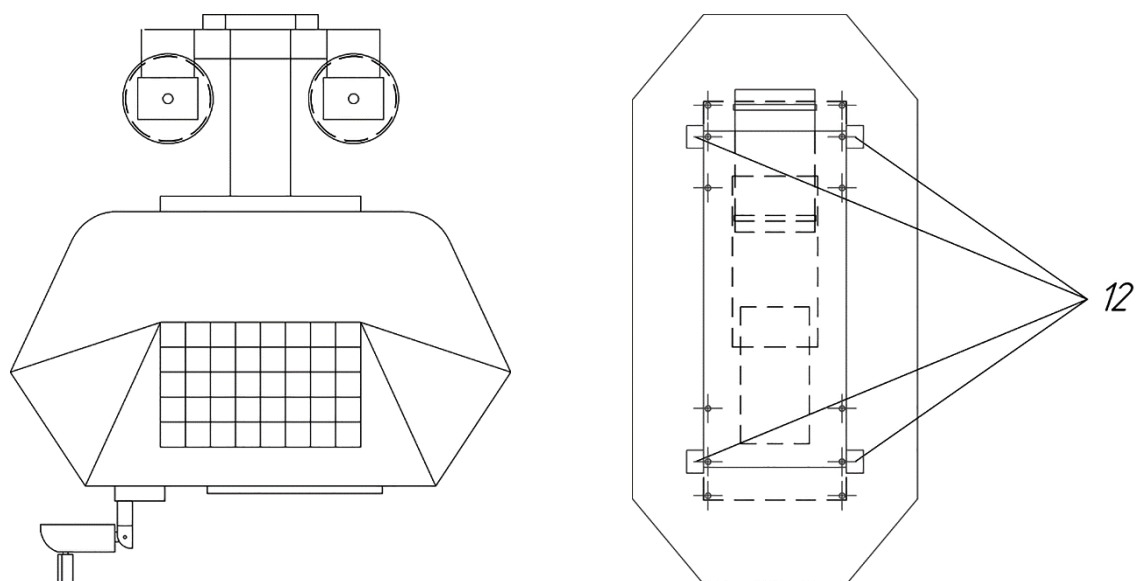
1. Создание автономного механизма с неограниченным периодом работы, способного патрулировать и охранять территорию, снабженного системой аварийного питания, способного работать при отрицательных температурах окружающего воздуха, с сигнализационными устройствами, системами наблюдения, распознавания лиц, связи и передачи данных.

2. Автоматизирование патрулирования без привлечения живого труда для снижения нагрузки на человеческие ресурсы охраны.

3. Повышение оперативности реагирования на инциденты за счет круглосуточного автономного присутствия и мгновенной передачи данных.

Устройство монтируется на кабель, заранее проложенный между столбами городского уличного освещения, на высоте 8–12 метров. После запуска дрон осуществляет автономное патрулирование по заданному маршруту. Принципиальная схема устройства предложена на рисунке 1.





1 – пространственная несущая рама; 2 – стойка; 3 – крепления шкивов; 4 – тяговые электродвигатели; 5 – куполообразный кожух; 6 – вспомогательный тяговый литий-полимерный аккумулятор с теплозащитным чехлом; 7 – универсальный модуль управления системами дрона; 8 – отсек с подогревом для размещения аптечки первой помощи; 9 – корпус; 10 – секции фотоэлектрических батарей; 11 – проблесковые маячки красно-синего цвета; 12 – громкоговорители с функцией сирены; 13 – видеочамера с тепловизором высокого разрешения с машинным зрением и возможностью разворота на 360 град; 14 – прожектор с функцией мигания

**Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства**

*Могут быть реализованы следующие схемы и алгоритмы работы:*

*Пример 1. Фиксация правонарушения.* Камера с помощью машинного зрения фиксирует акт вандализма или драку. Данные передаются в универсальный модуль, предусмотренный конструкцией. Модуль активирует запись, передает контент видео и координаты объекта наблюдения в ситуационный центр. Одновременно могут быть активированы проблесковые маячки и громкоговоритель для предотвращения нарушения.

*Пример 2. Обнаружение лица, находящегося в розыске.* Алгоритм распознавания лиц в реальном времени сравнивает фиксируемые образы с информационной базой данных. При совпадении дрон останавливается, скрыто ведет наблюдение на максимальном удалении от объекта при помощи оптических средств приближения. В экстренные службы в ситуационный центр передается

сигнал тревоги с точными координатами объекта наблюдения. Оператор получает возможность взять управление на себя для непрерывного слежения.

*Пример 3. Работа при отказе основного питания.* При обрыве или отключении кабеля питание автоматически переключается на дополнительный тяговый аккумулятор. Дрон сохраняет работоспособность ключевых систем (связь, навигация, камера) и осуществляет движение по маршруту. При этом установленные фотоэлектрические панели начинают подзаряжать батарею, продлевая автономную работу.

В общем случае, предлагаемый автономный проводной дрон-инспектор обладает рядом преимуществ:

- неограниченное время работы за счет осуществления питания по силовому кабелю;
- работа вне зависимости от сезона, а также устойчивость от помех, действий вандалов; защищенный корпус, система подогрева и отсутствие зависимости от аэродинамики позволяют работать при отрицательных температурах, в дождь и ветер, в условиях тумана и сумерек;
- расширенная функциональность: объединяет в себе функции наблюдения, анализа, связи, оповещения и оказания первой помощи; обладает отсеком для сброса аптечки и средств взаимопомощи;
- высокая надежность и ремонтпригодность: модульная конструкция на основе прочной рамы позволяет быстро заменять пришедшие в негодность компоненты;
- эффективность: отсутствие затрат на топливо, низкие эксплуатационные расходы и возможность интеграции в существующую инфраструктуру делают систему экономически целесообразной;
- снижение нагрузки на персонал: автоматизация патрулирования позволяет человеческим ресурсам сосредоточиться на реагировании на конкретные инциденты, освобождая персонал и компенсируя кадровые недостатки.

**Заключение.** *Описанное изобретение представляет собой комплексное решение для повышения уровня безопасности на общественных территориях. Оно сочетает в себе преимущества стационарных систем (надежность, постоянство) и мобильных комплексов (гибкость, широкий обзор). Простота конструкции и модульный принцип открывают перспективные возможности для его широкого внедрения и адаптации под конкретные задачи охраны правопорядка, личной и общественной безопасности, контроля за территорией предприятий или мониторинга критической инфраструктуры.*

© Ляльченко К. В., Подтынов Н. А., Гайдаш С. Д., Тихонова А. С., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.3:004  
EDN KTSXVN

### Перспективы использования беспилотных тракторов в сельскохозяйственном производстве

**Кирилл Вадимович Ляльченко<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Фу Цзигуан<sup>2</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Антон Максимович Сивоконь<sup>3</sup>**, преподаватель  
<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [Wendy20019@yandex.ru](mailto:Wendy20019@yandex.ru)

**Аннотация.** Рассмотрены перспективы применения беспилотных тракторов при проведении сельскохозяйственных работ. Дана оценка технических характеристик и навигационных систем роботов. Установлено, что их использование снижает простои техники и повышает эффективность сельскохозяйственного производства.

**Ключевые слова:** беспилотные трактора, машинное зрение, искусственный интеллект, эффективность сельскохозяйственных работ

**Для цитирования:** Ляльченко К. В., Фу Цзигуан. Перспективы использования беспилотных тракторов в сельскохозяйственном производстве // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 128–132.

Original article

### Prospects for the use of unmanned tractors in agricultural production

**Kirill V. Lyalchenko<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Fu Jiguang<sup>2</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Anton M. Sivokon<sup>3</sup>**, Lecturer  
<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern State Agrarian University  
Amur region, Blagoveshchensk, Russia, [Wendy20019@yandex.ru](mailto:Wendy20019@yandex.ru)

**Abstract.** The prospects of using unmanned tractors in agricultural work are considered. An assessment of the technical characteristics and navigation systems of robots is given. It has been established that their use reduces downtime of machinery and increases the efficiency of agricultural production.

**Keywords:** unmanned tractors, machine vision, artificial intelligence, agricultural efficiency

**For citation:** Lyalchenko K. V., Fu Jiguang. Prospects for the use of unmanned tractors in agricultural production. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 128–132), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Сегодня сельское хозяйство находится в условиях, требующих значительного роста эффективности. В этой связи необходимо выделить две основные проблемы: дефицит квалифицированных кадров и высокие издержки при реализации полноценного анализа и контроля технологических процессов в агро-секторе. Преодолеть эти трудности призваны рассматриваемые нами автономные роботизированные системы.

**Belarus 3523i.** Создан на базе трактора семейства 3522/3525, оснащен дизельно-электрической (гибридной) силовой установкой мощностью 350 л. с. и электромеханической трансмиссией (рис. 1).



**Рисунок 1 – Беспилотный трактор Belarus 3523i**

В конструкции применена электромеханическая бесступенчатая трансмиссия. То есть двигатель работает в качестве генератора, а бортовая система управляет электродвигателями. За счет применения данной системы ДВС на данном тракторе работает в режиме максимальной топливной эффективности,

так как частота вращения не связана со скоростью движения трактора, а определяется лишь нагрузкой. Машина оснащена GPS-навигацией и системой точного земледелия. Управление трактором осуществляется дистанционно оператором с применением технологий 5G или же за счет загружаемых в систему заданий при помощи съемного носителя информации.

Однако следует отметить, что для полноценного и оперативного управления машиной, особенно при частых переездах к малым полям, необходима развитая сеть связи стандарта 5G. Как известно, покрытие сельскохозяйственных земель высокоскоростным Интернетом носит локальный характер и на большей части земель реализована возможность только голосового вызова, а передача пакетов данных невозможна. Нужно учитывать и возможность перебоев соединения. Этот фактор в настоящее время является одним из основных ограничений по внедрению роботизации в сельскохозяйственное производство.

**Honghu T70** – полностью электрический трактор, оснащенный литий-ионной батареей (рис. 2).



**Рисунок 2 – Беспилотный трактор Honghu T70**

В нем используется двухмоторная система. Один двигатель отвечает за движение, второй обеспечивает работу прицепных сельхозмашин. На тракторе

установлены датчики GPS, LiDAR и нейросети, которые помогают анализировать пространство, качество почвы, распознавать семена и менять глубину обработки под каждую возделываемую культуру. Из описания известно, что трактор способен на одном заряде аккумулятора проработать 6 часов, в дальнейшем требуется подзарядка. Учитывая особенность литий-ионных батарей (сравнительно низкий ток зарядки) минимальное время для подзарядки составит 2–3 часа, что обуславливает необходимость наличия подменного аккумулятора и машины для проведения замены и подзарядки. Наличие дополнительного аккумулятора многократно увеличивает стоимость эксплуатации данного трактора. В этой связи более перспективным видится установка на трактор аккумулятора на основе литий-титаната, что позволило бы с применением модернизированных сетей электроснабжения (за счет их расширения) в малых населенных пунктах обеспечить рациональное использование энергоресурсов.

**Мини-трактор Cognitive Pilot** – компактная колесная платформа (рис. 3), оснащенная отечественным ИИ-комплексом «Cognitive Agro Pilot».



**Рисунок 3 – Беспилотный мини-трактор Cognitive Pilot**

Система использует компьютерное зрение автономного вождения по обработанной колее или междурядьям. Номинальная мощность мини-трактора составляет 30 л. с., но благодаря особенностям электродвигателей она может достигать уровней до 50 л. с. на короткие промежутки времени за счет энергии

аккумуляторов.

Все рассмотренные нами модели способны работать круглосуточно, что критически важно в условиях ограниченного времени на выполнение сельскохозяйственных работ. Однако HONGHU T70 нуждается в обслуживании каждые 6 часов, что составляет меньше времени смены.

При анализе характеристик моделей выявлено, что Belarus 3523i оптимален для энергоемких операций за счет своей высокой мощности. Но при этом нуждается в наличии устойчивого Интернет-сигнала. Отечественный Cognitive Pilot способен выполнять операции по внесению подкормки, точной обработки почвы, причем делать это на полях сложной формы или с препятствиями. На основе машинного зрения мини-трактор может выполнять работы с точностью до 5 см, но с включенной GPS навигацией эта точность увеличивается до 2 см. Учитывая условия Амурской области, где присутствуют районы со слабым сигналом спутниковой навигации, данная система является наиболее перспективной для внедрения в сельскохозяйственное производство.

Однако для обработки полей понадобится большое количество подобных машин и их необходимо будет обслуживать, в связи с чем в хозяйствах области возникнет острый дефицит высококвалифицированных рабочих кадров, либо потребуются создавать станции для обслуживания данных машин.

*Таким образом, использование беспилотных технологий имеет значительный потенциал для оптимизации работы сельскохозяйственных предприятий, повышения их экономической эффективности и конкурентоспособности на фоне растущей цифровизации аграрного сектора.*

© Ляльченко К. В., Фу Цзигуан, 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.316:631.51  
EDN KWFHYF

### **Оценка экономической эффективности при междурядной обработке почвы**

**Владимир Валерьевич Мазур<sup>1</sup>**, старший преподаватель  
**Научный руководитель – Иван Васильевич Бумбар<sup>2</sup>**,  
доктор технических наук, профессор  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [vmazur149@mail.ru](mailto:vmazur149@mail.ru)

**Аннотация.** В статье представлены результаты полевого опыта (2020–2024 гг.), направленного на оценку экономической эффективности различных систем междурядной обработки почвы в широкорядных посевах кукурузы на зерно. Исследования проводились с целью замены или дополнения химического метода защиты от сорняков агротехническими приемами. Установлено, что применение комбинированного почвообрабатывающего оборудования позволяет достичь высокой урожайности и максимальной рентабельности за счет снижения зависимости от дорогостоящих средств защиты растений.

**Ключевые слова:** кукуруза, междурядная обработка, культивация, сорняки, экономическая эффективность

**Для цитирования:** Мазур В. В. Оценка экономической эффективности при междурядной обработке почвы // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 133–137.

Original article

### **Evaluation of economic efficiency in inter-row cultivation**

**Vladimir V. Mazur<sup>1</sup>**, Senior Lecturer  
**Scientific advisor – Ivan V. Bumbar<sup>2</sup>**, Doctor of Technical Sciences, Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[vmazur149@mail.ru](mailto:vmazur149@mail.ru)

**Abstract.** The article presents the results of a field experiment (2020–2024) aimed at assessing the economic efficiency of various inter-row tillage systems in wide-row corn crops. The research was conducted to replace or supplement the chemical method of weed control with agronomic practices. It was found that the

use of combined tillage equipment allows for high yields and maximum profitability by reducing dependence on expensive plant protection products.

**Keywords:** corn, inter-row cultivation, weeding, economic efficiency

**For citation:** Mazur V. V. Evaluation of economic efficiency in inter-row cultivation. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 133–137), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Кукуруза является одной из стратегически важных культур Дальнего Востока, значительно превосходя по урожайности другие зерновые культуры. Ее роль как стабильной и высокопродуктивной культуры обуславливает постоянный поиск оптимизации технологий возделывания. Традиционно обязательным агротехническим приемом являлись междурядные обработки, выполняющие функции борьбы с сорняками и улучшения водно-воздушного режима почвы. В современных условиях актуальной задачей становится минимизация применения химических средств защиты растений для снижения себестоимости продукции и повышения экологической безопасности [1].

**Целью исследований** являлось *определение наиболее экономически эффективного сочетания рабочих органов культиватора для междурядной обработки кукурузы, обеспечивающего высокое качество борьбы с сорняками, минимальное повреждение культурных растений и создание оптимальных условий для их развития.*

**Методика исследований.** Для решения поставленной цели был заложен полевой опыт «Совершенствование междурядной обработки почвы при широкорядном способе возделывания кукурузы на зерно в условиях Амурской области» в 2020–2024 гг. на базе Всероссийского научно-исследовательского института сои (с. Садовое Тамбовского района Амурской области) [2].

Предшественник – соя. Посев среднеспелого гибрида Фалькон проводился 25 мая сеялкой «Берегиня АП-332» с нормой высева 80 тыс. всхожих зерен на 1 га.

*Схема опыта включала шесть вариантов обработки междурядий:*

*Контроль (химический):* комплекс химических средств защиты растений от сорняков.

*Вариант 1 (агротехнический контроль):* две односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) и универсальная стрельчатая лапа по центру междурядья на глубину 12 см в комбинации с игольчатыми дисками.

*Вариант 2:* оснащение варианта 1 долотообразным почвоуглубителем по центру (до 18 см).

*Вариант 3:* две универсальные стрельчатые лапы с перекрытием (глубина 14 см) с долотообразным почвоуглубителем по центру (до 20 см) и игольчатыми дисками.

*Вариант 4:* две односторонние бритвы, стрельчатая лапа (15 см) и долотообразный почвоуглубитель (25 см) в комбинации с выравнивающими катками.

*Вариант 5:* две односторонние бритвы (14 см) и комбинированный рабочий орган для двухъярусной обработки с почвоуглублением (25 см) в комбинации с выравнивающими катками.

Экономическая эффективность оценивалась по урожайности, себестоимости продукции, условно чистому доходу и уровню рентабельности. Рентабельность рассчитывалась как процентное отношение условно чистого дохода к прямым производственным затратам [3].

**Результаты исследований.** При расчете прямых затрат на выращивание и уборку кукурузы при проведении опыта наибольший показатель составил в первом варианте (контроль) – 4 542 556,91 руб. (табл. 1).

Себестоимость продукции варьирует от 3 439,4 до 4 639,5 руб. Наименьшая и наибольшая себестоимость продукции получена соответственно в варианте 5 и в контроле.

По результатам оценки экономической эффективности установлено, что применение двух односторонних плоскорежущих лап (бритв) на глубину 14 см

и комбинированного рабочего органа для двухярусной обработки почвы с почвоуглублением на 25 см в комбинации с выравнивающими катками сопровождается снижением затрат с соответствующим ростом рентабельности производства зерна кукурузы до уровня 24,32 %.

**Таблица 1 – Экономическая эффективность возделывания кукурузы**

<b>Показатели</b>	<b>Контроль</b>	<b>1 вариант</b>	<b>2 вариант</b>	<b>3 вариант</b>	<b>4 вариант</b>	<b>5 вариант</b>
Урожайность, т/га	7,00	6,95	7,25	7,3	8,4	8,76
Прибавка урожая, т/га	–	–0,05	0,25	0,3	1,4	1,76
Стоимость валовой продукции, руб.	6 300 000	6 255 000	6 525 000	6 570 000	7 560 000	7 884 000
Стоимость прибавки урожая, руб.	–	–312 750	1 631 250	1 971 000	10 584 000	13 875 840
Прямые производственные затраты – всего, руб./га	4 522 400	4 542 556	4 601 310	4 611 102	4 826 533	4 897 037
Условно чистый доход, руб.	1 777 599	1 712 443	1 923 689	1 958 897	2 733 466	2 986 962
Себестоимость 1 т, руб.	4 639,5	4 028,8	3 910,8	3 892,1	3 536,4	3 439,4
Уровень рентабельности, %	7,57	6,33	9,50	10,02	20,95	24,32
Цена реализации, руб./т	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000

### **Список источников**

1. Мазур В. В., Сахаров В. А., Кувшинов А. А. Сравнительная оценка использования многофункционального почвообрабатывающего агрегата в технологии возделывания кукурузы на зерно // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Т. 18. № 2. С. 115–123.

2. Петренко Е. С., Эрнст О. Г., Смолянинова Н. О., Ахалбедашвили Д. В. Особенности технологии возделывания кукурузы на зерно в условиях Амурской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 12–7. С. 1266–1269.

3. Личман О. М. Экономическая эффективность механизации производственных процессов возделывания сои в Амурской области : дис. ... канд. эконом. наук. Владивосток, 2003. 194 с.

### **References**

1. Mazur V. V., Sakharov V. A., Kuvshinov A. A. Comparative assessment of the use of a multifunctional tillage unit in the technology of corn cultivation for grain. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2024;18;2:115–123 (in Russ.).

2. Petrenko E. S., Ernst O. G., Smolyaninova N. O., Akhalbedashvili D. V. Features of technology of cultivation of corn for grain in the conditions of the Amur region. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2016;12–7:1266–1269 (in Russ.).

3. Lichman O. M. Economic efficiency of mechanization of production processes in soybean cultivation in the Amur Region. *Candidate's thesis*. Vladivostok, 2003, 194 p. (in Russ.).

© Мазур В. В., 2026

Статья поступила в редакцию 29.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 29.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья

УДК 631.316

EDN NNMEBI

### **Обзор рабочих органов, используемых в пропашных культиваторах**

**Лилия Александровна Мазур<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Ирина Александровна Лонцева<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук, доцент

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [timoshenko.lili@yandex.ru](mailto:timoshenko.lili@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы междурядной обработки почвы при возделывании сои. Проанализированы рабочие органы пропашных культиваторов, используемых при обработке растений в посевах сои в междурядьях 45 см. Обосновано, что эффективность междурядной обработки зависит от выбора рабочих органов, которые оказывают прямое влияние на качество подрезания сорняков, глубину и равномерность рыхления, а также на степень механического воздействия на культурные растения.

**Ключевые слова:** междурядная обработка, пропашной культиватор, рабочие органы, возделывание сои

**Для цитирования:** Мазур Л. А. Обзор рабочих органов, используемых в пропашных культиваторах // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 138–143.

Original article

### **Overview of working bodies used in row cultivators**

**Lilia A. Mazur<sup>1</sup>**, Master's Degree Student

**Scientific advisor – Irina A. Lontseva<sup>2</sup>**,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[timoshenko.lili@yandex.ru](mailto:timoshenko.lili@yandex.ru)

**Abstract.** The article discusses the issues of row-by-row tillage in soybean cultivation. The working organs of row cultivators used for processing plants in soybean crops are analyzed. It is proved that the effectiveness of row-by-row tillage depends on the choice of working organs that have a direct impact on the quality of

weed cutting, the depth and uniformity of loosening, the degree of mechanical impact on cultivated plants.

**Keywords:** row-to-row tillage, row cultivator, working bodies, soybean cultivation

**For citation:** Mazur L. A. Overview of working bodies used in row cultivators. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 138–143), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Повышение интенсивности сельскохозяйственного производства сопровождалось широким распространением ресурсосберегающих систем земледелия, направленных на снижение механического воздействия на почву. Данные технологии доказали свою эффективность в сокращении энергозатрат, предотвращении эрозии и сохранении почвенной влаги в ряде агроклиматических условий [1]. Однако в современных условиях, характеризующихся климатической нестабильностью, ростом антропогенной нагрузки на агроценозы и необходимостью обеспечения продовольственной безопасности, наблюдается переосмысление роли традиционной технологии возделывания почвы. Ее потенциал, считавшийся во многом исчерпанным, вновь приобретает научный и практический интерес для решения новых комплексных задач.

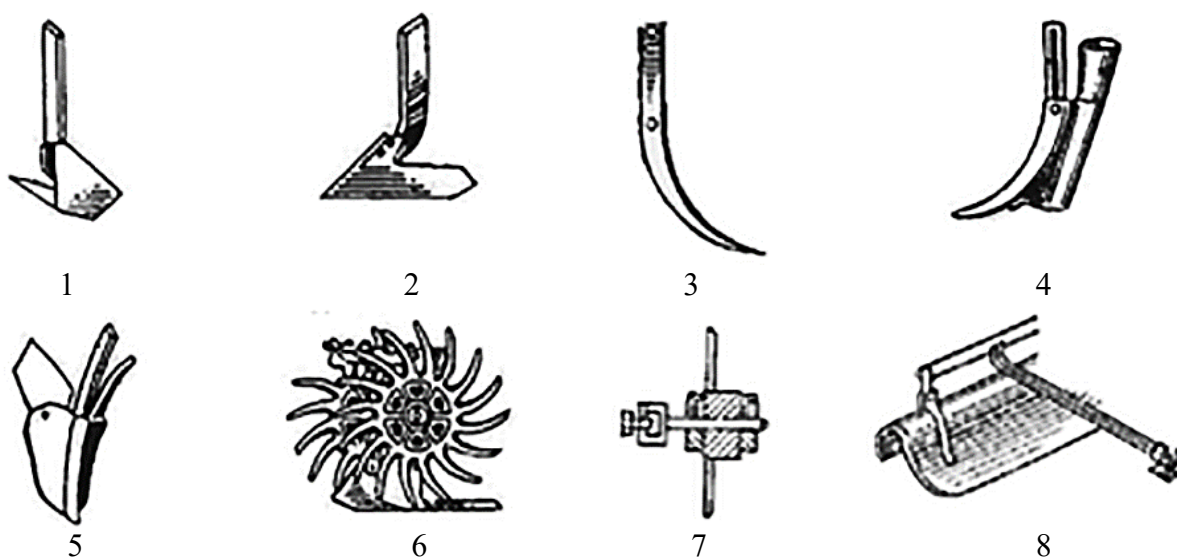
В настоящее время доминирующую позицию в борьбе с сорной растительностью занимает химический метод, основанный на применении гербицидов. Однако длительное их применение способствует формированию устойчивых к гербицидам сорняков, накоплению остатков пестицидов в почве и продукции, а также снижению биоразнообразия агроэкосистем. Это способствует развитию технологий возделывания сельскохозяйственных культур, направленных на повышение уровня механизации, обеспечение своевременного ухода за посевами и достижение высокого качества обработки.

Одним из ключевых элементов механизированного ухода за соей выступает междурядная обработка. Ее системное применение способствует не только эффективному подавлению сорняков, но и решению ряда экологических задач.

Для такой высокоценной культуры, как соя, точное определение сроков проведения обработок и правильный подбор оборудования являются критически важными для сохранения урожайности и качества зерна.

Современный рынок сельхозтехники предлагает ряд культиваторов, адаптированных для работы с междурядьем 45 см. Их главные особенности – регулируемая рама, системы точного копирования рельефа и защиты рядков.

Различают три основных типа лап культиваторов: универсальные, полольные и рыхлительные. В свою очередь, полольные лапы бывают стрельчатые и односторонние, а рыхлительные – долотовидные, копьевидные, оборотные. Универсальные лапы бывают только стрельчатыми, они совмещают операции крошения почвы и подрезания сорняков [2]. Основные типы лап культиваторов представлены на рисунке 1.



1 – полольная лапа; 2 – стрельчатая универсальная лапа; 3 – долотообразная рыхлительная лапа; 4 – лапа подкормочная; 5 – корпус-окучник; 6 – секция игольчатых дисков;  
7 – диск предохранения растений от присыпания; 8 – щиток-домик

**Рисунок 1 – Рабочие органы пропашных культиваторов**

Выбор конкретного типа рабочего органа зависит от фазы развития культуры, спектра сорняков, типа почвы и поставленных агротехнических задач (рыхление, подкормка, борьба с сорняками).

Для минимизации риска повреждения культурных растений на рабочие органы культиватора целесообразно устанавливать защитные щитки (диски или экраны). Эти устройства предотвращают попадание почвы и растительных остатков на рядок, что позволяет вести обработку строго в междурядьях. Следовательно, первую междурядную обработку следует проводить в фазу первого – второго тройчатого листа при наличии хорошо обозначенных рядков и при условии, что основная масса сорняков находится в стадии нитевидных всходов или «белой ниточки». К этому моменту корневая система сои достаточно развита для устойчивости к легкому рыхлению, а сорняки наиболее уязвимы.

Вторую и при необходимости последующие обработки проводят в фазу ветвления или начала бутонизации, но до смыкания растений в междурядьях. На этой стадии можно использовать рабочие органы без защитных щитков для более интенсивного рыхления и борьбы с поздними ярусами сорняков, так как растения уже обладают высокой устойчивостью. Соблюдение данной агротехнологической привязки к фенологии культуры позволяет максимизировать гербицидный и агрофизический эффект обработки при минимальном стрессе для сои [3].

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве Амурской области для реализации междурядной обработки почвы в посевах сои используются специальные рабочие органы, конструкция которых позволяет минимизировать травмирование культурных растений при одновременном качественном срезании сорняков. Они основаны на универсальной жесткой стойке, снабжаемой сменными насадками: двумя стрельчатыми лапами с перекрытием рабочей кромки, рыхлительной лапой или почвоуглубителем. Комбинирование различных типов рабочих органов на одном культиваторе обеспечивает проведение разноглубинной обработки, способствующей не только рыхлению пахотного слоя, но и разрушению уплотненной почвенной подошвы, что в целом повышает эффективность агротехнических мероприятий.

**Заключение.** Таким образом, эффективность междурядной обработки в значительной степени обусловлена корректным выбором рабочих органов, что оказывает прямое влияние на качество подрезания сорняков, глубину и равномерность рыхления, а также на степень механического воздействия на культурные растения. Грамотно спроектированная и настроенная система рабочих органов не только обеспечивает эффективный контроль сорной растительности, но и способствует улучшению физико-химических свойств почвы (структуры, водно-воздушного и питательного режимов), целенаправленному снижению пестицидной нагрузки и сохранению биоразнообразия агроэкосистем. Следовательно, оптимизация конструкции и параметров рабочих органов является ключевым фактором повышения общей эффективности и устойчивости технологии междурядной обработки в современных системах земледелия.

#### **Список источников**

1. Панасюк А. Н., Мазур В. В., Бумбар И. В. Модернизированный культиватор для ухода за посевами кукурузы // *Сельский механизатор*. 2024. № 12. С. 14–16.
2. Кучер В. В. Технология междурядной обработки сои // *Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы 2-ой всерос. науч.-практ. конф.* Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2025. С. 226–232.
3. Гусев Д. А., Хорев П. Н. Рабочий орган пропашного культиватора // *Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы : материалы XVIII междунар. науч.-практ. конф.* Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2023. С. 399–403.

#### **References**

1. Panasyuk A. N., Mazur V. V., Bumbar I. V. Modernized cultivator for caring for corn crops. *Sel'skii mekhanizator*, 2024;12:14–16 (in Russ.).

2. Kucher V. V. Technology of inter-row soybean cultivation. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *2-ya Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 226–232), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

3. Gusev D. A., Khorev P. N. Working body of row crop cultivator. Proceedings from Agro-industrial complex: state, problems, prospects: *XVIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 399–403), Penza, Penzenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2023 (in Russ.).

© Мазур Л. А., 2026

Статья поступила в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.316  
EDN NONKPK

### **Применение междурядной обработки в посевах сои**

**Лилия Александровна Мазур<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Ирина Александровна Лонцева<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [timoshenko.lili@yandex.ru](mailto:timoshenko.lili@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье рассматриваются актуальные проблемы возделывания сои, связанные с негативным воздействием химических средств защиты растений (гербицидов) на физиологическое состояние культуры, урожайность и качество семян. В качестве ключевого альтернативного подхода обосновывается технология широкорядного посева с междурядной механической обработкой. Представлена схема механического ухода, адаптированная к фазам развития сои, с указанием агротехнических задач, типов орудий и оптимальной глубины обработки. Приведен обзор практикуемых в регионе моделей культиваторов отечественного и зарубежного производства, их технологических особенностей и соответствия задачам на разных фазах вегетации.

**Ключевые слова:** соя, уход за посевами, широкорядный посев, междурядная обработка, пропашной культиватор

**Для цитирования:** Мазур Л. А. Применение междурядной обработки в посевах сои // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 144–149.

Original article

### **Application of inter-row cultivation in soybean crops**

**Lilia A. Mazur<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Irina A. Lontseva<sup>2</sup>**,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[timoshenko.lili@yandex.ru](mailto:timoshenko.lili@yandex.ru)

**Abstract.** This article examines current soybean cultivation issues related to the negative impact of chemical plant protection products (herbicides) on the physiological

state of the crop, yield, and seed quality. Wide-row sowing with inter-row mechanical tillage is substantiated as a key alternative approach. A mechanical tillage plan adapted to the soybean development stages is presented, outlining agronomic objectives, implement types, and optimal tillage depth. A review of domestic and foreign cultivator models used in the region, their technological features, and suitability for tasks at different stages of the growing season is provided.

**Keywords:** soybean, crop management, wide-row sowing, inter-row tillage, row cultivator

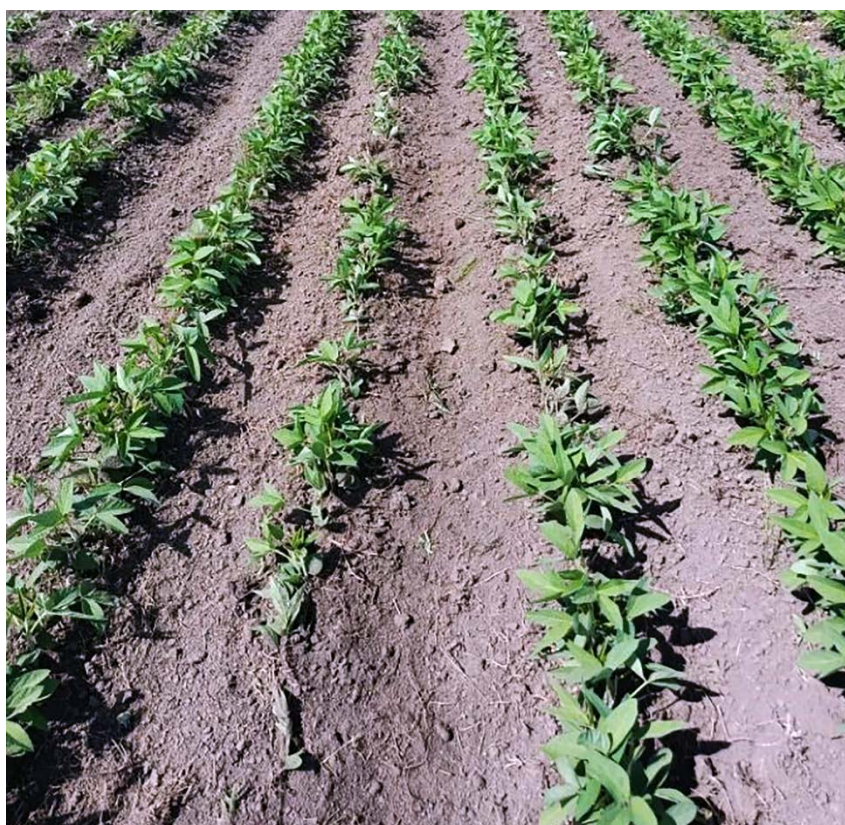
**For citation:** Mazur L. A. Application of inter-row cultivation in soybean crops. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 144–149), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Соя является одной из важнейших сельскохозяйственных культур, играющей ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и развитии агропромышленного комплекса. Однако, несмотря на значительные успехи в селекции и агротехнике, возделывание сои сталкивается с рядом проблем, связанных с использованием химических средств защиты растений [1].

На протяжении долгого времени в технологии возделывания сои широко применяются химические средства защиты растений. Эти препараты предназначены для борьбы с вредителями, болезнями и сорняками, однако их использование имеет ряд негативных последствий.

Частое и интенсивное применение гербицидов на полях сои, особенно при бессменном ее выращивании, наносит вред не только сорнякам, но и самой культуре. У растений появляются признаки отравления: листья желтеют, покрываются ожогами и деформируются. Но еще опаснее скрытые последствия. Эти нарушения выражаются в подавлении активности фотосинтеза, угнетении азотфиксирующих клубеньковых бактерий и дисбалансе гормональной регуляции. В результате посевы буквально «замирают»: их рост и развитие останавливаются на критически важный период. Для Амурской области, где теплое время года и так короткое, такая задержка напрямую ведет к потере урожая и ухудшению качества семян.

В связи с изложенными проблемами, все большее внимание уделяется альтернативным подходам к возделыванию сои, которые минимизируют использование химических средств защиты. Одним из таких подходов является широкорядный посев сои с междурядьями 45; 60 или 70 см, представленный на рисунке 1. Данный способ посева позволяет уничтожать сорняки в междурядьях механически, без применения гербицидов.



**Рисунок 1 – Использование междурядной обработки почвы  
в широкорядном посеве сои**

Серьезным препятствием для выращивания высоких урожаев сои является слабая конкурентоспособность культуры по отношению к сорным растениям, особенно в начальный период вегетации, когда сорняки активно поглощают влагу и элементы питания, угнетая всходы. Одним из наиболее действенных агротехнических методов в системе защиты является механический уход за посевами, представляющий собой цикл последовательных культиваций. Количество и интенсивность этих обработок адаптивно снижаются по

мере роста и развития культуры, обеспечивая своевременное уничтожение сорняков на разных этапах онтогенеза сои при минимальном риске повреждения самих растений [2].

Как видно из таблицы 1, сроки проведения механических обработок определяются ключевыми этапами развития как сои, так и сорных растений. При этом конкретное число проходов техники, глубина рыхления и выбор навесного оборудования не являются жестко фиксированными – они корректируются в зависимости от текущих погодных факторов, особенностей почвы и уровня засоренности поля.

**Таблица 1 – Механический уход за широкорядными посевами сои в различные периоды вегетации**

<b>Фаза развития</b>	<b>Основная агротехническая задача обработки</b>	<b>Рекомендуемый тип обработки</b>	<b>Оптимальная глубина, см</b>
До всходов (через 3–5 дней после сева)	убить первые ростки сорняков; разбить корку на почве, чтобы всходам сои было легче пробиться	легкие бороны или ротационные «ежики»	4–5
Первый тройчатый лист	уничтожить сорняки, которые обгоняют сою в росте; разрыхлить почву, сохранить влагу	стрельчатые лапы («бритвы») с защитными дисками, чтобы не засыпать всходы	5–6
3–5 тройчатых листьев, до смыкания в рядке	убрать вторую волну сорняков; глубоко разрыхлить уплотненную почву; дать воздух корням и клубеньковым бактериям	комбинация лап: стрельчатые для подрезки и долотообразные для глубокого рыхления междурядий	6–8 (в центре междурядья до 10–12)
Начало ветвления (перед смыканием рядков)	убрать поздние сорняки; немного окучить растения, чтобы они были устойчивее и нарастили больше корней (особенно важно на влажных полях)	специальные окучники, установленные на культиватор	6–8

Для эффективного механического ухода за широкорядными посевами сои аграрии используют современные культиваторы, которые позволяют точно и бережно проводить междурядные обработки. На рынке представлен широкий спектр моделей, адаптированных под разные почвенные условия и технологические задачи. Так, для ранних мелких обработок до всходов и в фазе первого

тройчатого листа часто применяются культиваторы «КРН-5,6», «КФ-5,4».

Для более глубоких обработок в фазе 3–5 листьев и начала ветвления используются универсальные культиваторы с регулируемыми стрелчатыми и долотообразными лапами (например, «УСМК-5,4»). Ротационные батареи на таком культиваторе дополнительно вычесывают проростки сорняков и обеспечивают лучшее рыхление между рядами [3].

Наряду с отечественными пропашными культиваторами находят применение зарубежные роботизированные машины для междурядной обработки фирм «Horsch» и «Lemken». Модели пропашных культиваторов Horsch Transformer и Lemken Steketeer присутствует в регионе и используется в хозяйствах, внедряющих технологии органического земледелия [4].

**Заключение.** Таким образом, применение междурядной обработки почвы в широкорядных посевах сои является гораздо более эффективным и экологичным решением, чем применение химических средств. Этот подход оказывает значительно более благоприятное воздействие на агроценоз, что выражается в повышении урожайности по сравнению с применением химических средств защиты. Для успешного внедрения технологии необходимы современные культиваторы с интеллектуальными системами, способные обеспечить точное выполнение операций на всех этапах вегетации с максимальным сохранением растений. Реализация данного подхода в Амурской области будет способствовать получению стабильных урожаев качественной продукции и снижению зависимости от импортных средств защиты растений.

#### **Список источников**

1. Синеговский М. О. Возделывание сои в России в современных условиях // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2024. № 5. С. 11–16.
2. Щегорец О. В. Биологизация земледелия: инновационные подходы к технологии возделывания сои в Амурской области // Практика и инновации производства полевых культур в условиях Амурской области : материалы областного агрономического совещания. Благовещенск : Дальний Восток, 2021. С. 81–89.

3. Кривоногов А. Н., Зыкин Е. С., Курдюмов В. И., Зыкина С. А. Анализ конструкций культиваторов для ухода за посевами (посадками) пропашных культур // *Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : материалы XV междунар. науч.-практ. конф.* Ульяновск : Ульяновский государственный аграрный университет, 2025. С. 476–482.

4. Система земледелия Амурской области : производственно-практический справочник / под ред. П. В. Тихончука. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2016. 570 с.

### References

1. Sinegovskii M. O. Soybean cultivation in Russia under modern conditions. *Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2024;5:11–16 (in Russ.).

2. Shchegorets O. V. Biologization of agriculture: innovative approaches to soybean growing technology in Amur region. Proceedings from Practice and innovations in field crop production under conditions of Amur region: *Oblastnoe agronomicheskoe soveshchanie*. (PP. 81–89), Blagoveshchensk, Dal'nii Vostok, 2021 (in Russ.).

3. Krivonogov A. N., Zykin E. S., Kurdyumov V. I., Zykina S. A. Analysis of cultivator designs for care of row crop sowings (plantings). Proceedings from Agricultural science and education at modern stage of development: experience, problems and solutions: *XV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 476–482), Ulyanovsk, Ul'yanovskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

4. Tikhonchuk P. V. (Eds.). *Farming system of the Amur region: production and practical reference book*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2016, 570 p. (in Russ.).

© Мазур Л. А., 2026

Статья поступила в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 621.182:004:631.1  
EDN NBQIEN

### **Совершенствование эксплуатации котельных агропредприятий на основе технологий цифровизации**

**Михаил Алексеевич Маслов<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Людмила Николаевна Горбунова<sup>2</sup>**,  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [misamaslov113@gmail.com](mailto:misamaslov113@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассматриваются современные подходы к повышению энергоэффективности и надежности котельных установок агропромышленных предприятий путем внедрения цифровых технологий. Проанализированы ключевые направления цифровизации, включающие создание систем интеллектуального мониторинга, прогнозной аналитики и диспетчеризации. Обосновано, что их использование позволит оптимизировать режимы работы оборудования и снизить удельные расходы топлива.

**Ключевые слова:** цифровизация котельных, агропромышленный комплекс, энергоэффективность, прогнозная аналитика, оптимизация режимов, снижение эксплуатационных затрат

**Для цитирования:** Маслов М. А. Совершенствование эксплуатации котельных агропредприятий на основе технологий цифровизации // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 150–154.

Original article

### **Improving the operation of boiler houses of agricultural enterprises based on digitalization technologies**

**Mikhail A. Maslov<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Lyudmila N. Gorbunova<sup>2</sup>**,  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[misamaslov113@gmail.com](mailto:misamaslov113@gmail.com)

**Abstract.** The article discusses modern approaches to improving the energy efficiency and reliability of boiler installations of agro-industrial enterprises through

the introduction of digital technologies. The key directions of digitalization are analyzed, including the creation of intelligent monitoring systems, predictive analytics and dispatching. It is proved that their use will optimize the operating modes of the equipment and reduce specific fuel consumption.

**Keywords:** digitalization of boiler houses, agro-industrial complex, energy efficiency, predictive analytics, optimization of modes, reduction of operating costs

**For citation:** Maslov M. A. Improving the operation of boiler houses of agricultural enterprises based on digitalization technologies. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 150–154), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Котельные установки агропредприятий представляют собой критически важные объекты энергетической инфраструктуры, обеспечивающие тепло-снабжение производственных помещений, хранилищ сельхозпродукции, жилых зон и систем горячего водоснабжения. В условиях роста тарифов на энергоресурсы и ужесточения экологических требований повышение эффективности их эксплуатации становится стратегической задачей для сельскохозяйственных предприятий. Традиционные методы управления котельными, основанные на ручном контроле параметров и реактивном подходе к обслуживанию, не позволяют достичь оптимальных показателей энергопотребления и надежности.

Современные цифровые технологии открывают новые возможности для трансформации эксплуатационных процессов. Они внедряются в области интеллектуального анализа и межведомственной координации, прогнозирования, оперативного управления макро- и микроэнергосистемами, обеспечения кибербезопасности и др. [1].

Ключевым элементом цифровизации является внедрение распределенной сети сенсоров – «умных» датчиков температуры, давления, расхода топлива и качества дымовых газов, которые в режиме реального времени передают данные в единую платформу мониторинга. Цифровая трансформация топливно-

энергетического комплекса (ТЭК) станет основой повышения эффективности и безопасности деятельности предприятий отрасли и снизит уровень аварийности, будет способствовать повышению надежности и качества энергоснабжения потребителей, позволит создать единую информационную среду [2].

Особое значение для агропредприятий имеет интеграция систем диспетчеризации котельных с другими цифровыми платформами управления производством. Учет сезонных колебаний тепловой нагрузки (от интенсивного обогрева теплиц и животноводческих комплексов зимой до минимальных потребностей в межсезонье) требует гибкой адаптации режимов работы.

Перспективным направлением является создание цифровых двойников котельных установок – виртуальных копий физического оборудования, синхронизированных в реальном времени с показаниями датчиков. Цифровой двойник позволяет моделировать различные сценарии эксплуатации, проводить анализ перед внедрением изменений в настройках оборудования и оптимизировать параметры работы без риска для производственного процесса. Для агропредприятий с дефицитом квалифицированного персонала такие решения снижают зависимость от человеческого фактора и обеспечивают передачу экспертных знаний в алгоритмическую форму.

Проблемы быстрого развития ТЭК заключаются в следующем:

- плохо проработанная нормативно-технологическая база;
- ограничения политики импортозамещения;
- сбор и передача данных в технологической и нормативной области;
- низкий уровень развития кибербезопасности;
- низкоквалифицированные специалисты в кадровом обеспечении;
- отсутствие единой системы управления, координации и мониторинга цифровизации ТЭК;
- низкий уровень финансирования и привлечения инвесторов.

Останавливают совершенствование цифровой трансформации такие факторы, как высокая зарегулированность отрасли, дефицит компетенций в цифровой сфере, высокая импортозависимость, недостаточное развитие инфраструктуры и др. [3].

Экономический эффект от цифровизации котельных проявляется не только в прямой экономии топлива, но и в снижении затрат на аварийный ремонт, уменьшении штатной численности обслуживающего персонала, а также в повышении срока службы оборудования за счет поддержания оптимальных режимов эксплуатации. Инвестиции в цифровые решения окупаются, как правило, в течение 2–3 отопительных сезонов, что делает их привлекательными даже для небольших сельскохозяйственных предприятий.

**Заключение.** *Цифровизация котельных агропредприятий представляет собой комплексный процесс, охватывающий модернизацию измерительной базы, внедрение интеллектуальных систем управления и трансформацию организационных подходов к эксплуатации. Успешная реализация этих мер требует не только технических решений, но и подготовки персонала, а также поэтапного внедрения с учетом специфики конкретного предприятия. В перспективе интеграция котельных в единую цифровую экосистему агропромышленного комплекса станет основой для достижения стратегических целей в области энергосбережения и устойчивого развития сельского хозяйства.*

### **Список источников**

1. Иванова Н. А., Варфоломеева В. А. Особенности экономического развития топливно-энергетического комплекса в условиях цифровизации // *Индустриальная экономика*. 2022. № 2. С. 185–191.
2. Буньковский Д. В. Проблемы управления предпринимательскими проектами в нефтегазовом комплексе // *Управленческий учет*. 2021. № 7–2. С. 491–496.
3. Региональные проблемы теплоэнергетики : учебное пособие / под ред. В. М. Лебедева. СПб. : Лань, 2019. 136 с.

## References

1. Ivanova N. A., Varfolomeeva V. A. Features of economic development of the fuel and energy complex in the context of digitalization. *Industrial'naya ekonomika*, 2022;2:185–191 (in Russ.).
2. Bunkovskiy D. V. Problems of managing entrepreneurial projects in the oil and gas complex. *Upravlencheskii uchet*, 2021;7–2:491–496 (in Russ.).
3. Lebedev V. M. (Eds.). *Regional problems of heat power engineering: a tutorial*, Saint-Petersburg, Lan', 2019, 136 p. (in Russ.).

© Маслов М. А., 2026

Статья поступила в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.3  
EDN SFKANL

**Современные технологии и рабочие органы посевных комплексов  
как фактор повышения качества посева**

**Татьяна Алексеевна Никифорова<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Ирина Александровна Лонцева<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [nikiforovatana7@gmail.com](mailto:nikiforovatana7@gmail.com)

**Аннотация.** Качество посева оказывает решающее воздействие на реализацию потенциала урожайности сельскохозяйственных культур. Анализ конструкций и технических решений различных моделей посевных агрегатов выявил преимущества параллелограммных механизмов регулировки глубины, автоматических систем контроля давления на сошники и пневматических высевающих аппаратов. Использование соответствующего оборудования позволит сельхозпроизводителям повысить эффективность производства.

**Ключевые слова:** посев, рабочие органы, качество посева, сошниковый механизм

**Для цитирования:** Никифорова Т. А. Современные технологии и рабочие органы посевных комплексов как фактор повышения качества посева // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 155–160.

Original article

**Modern technologies and working bodies of sowing complexes  
as a factor in improving the quality of sowing**

**Tatiana A. Nikiforova<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Irina A. Lontseva<sup>2</sup>**,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[nikiforovatana7@gmail.com](mailto:nikiforovatana7@gmail.com)

**Abstract.** The quality of sowing has a decisive impact on realizing the potential of crop yields. An analysis of the designs and technical solutions of various models

of seeding units revealed the advantages of parallelogram depth adjustment mechanisms, automatic coulter pressure control systems, and pneumatic seeding machines. The use of appropriate equipment will allow agricultural producers to increase production efficiency.

**Keywords:** seeding, working bodies, seeding quality, coulter mechanism

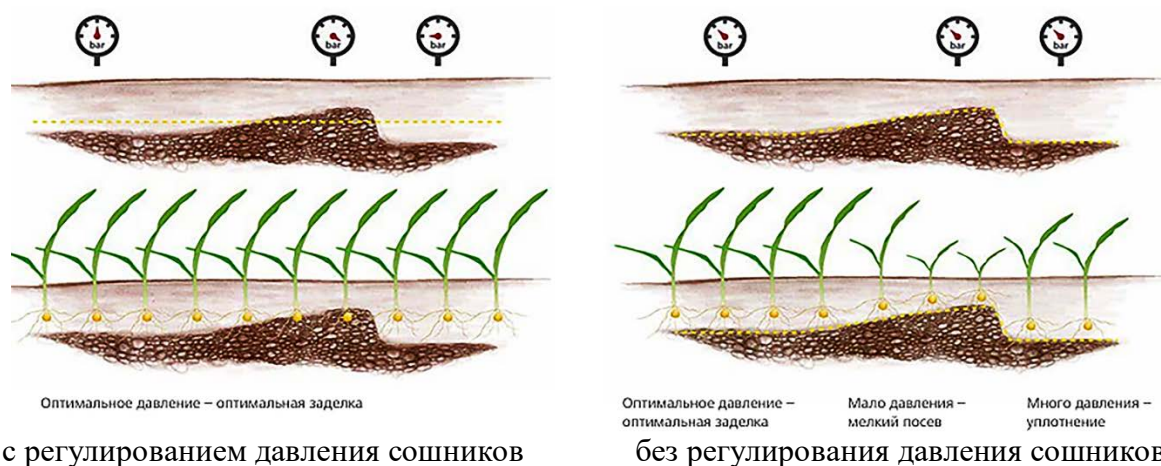
**For citation:** Nikiforova T. A. Modern technologies and working bodies of sowing complexes as a factor in improving the quality of sowing. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 155–160), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Качество посева играет ключевую роль в реализации потенциала урожайности сельскохозяйственных культур. Современные посевные агрегаты оснащают передовыми технологиями, позволяющими точно соблюдать основные агротехнические требования: норму высева, равномерность размещения семян в рядке, оптимальную глубину заделки и плотность почвы семенного ложа [1, 2].

Эффективность работы посевного комплекса зависит от сочетания конструктивных и эксплуатационных характеристик. Конструктивные параметры включают геометрические и физические свойства рабочих органов, такие как объем бункера, тип сошника и высевающего аппарата, прикапывающие элементы. В современных посевных машинах эксплуатационные параметры корректируются автоматизированными системами управления и влияют на качество выполнения технологических операций. Сеялки комплектуются бункерами вместимостью от 2 000 до 4 000 литров семян и от 3 800 до 7 000 литров удобрений. В зависимости от культуры и технологии возделывания ширина междурядий сеялок колеблется от 10 до 90 см.

На качество посева большое влияние оказывает сошниковый механизм. Если ранее учеными рассматривалась конструкция сошника [3], то в современных моделях уделяется повышенное внимание механизму регулирования. Параллелограммный механизм секций позволяет стабильно поддерживать требу-

емую глубину даже на неровных участках полей. Система AutoForce автоматически регулирует давление на сошники в зависимости от плотности почвы, обеспечивая постоянный контроль глубины посева независимо от типа и состояния почв (рис. 1).

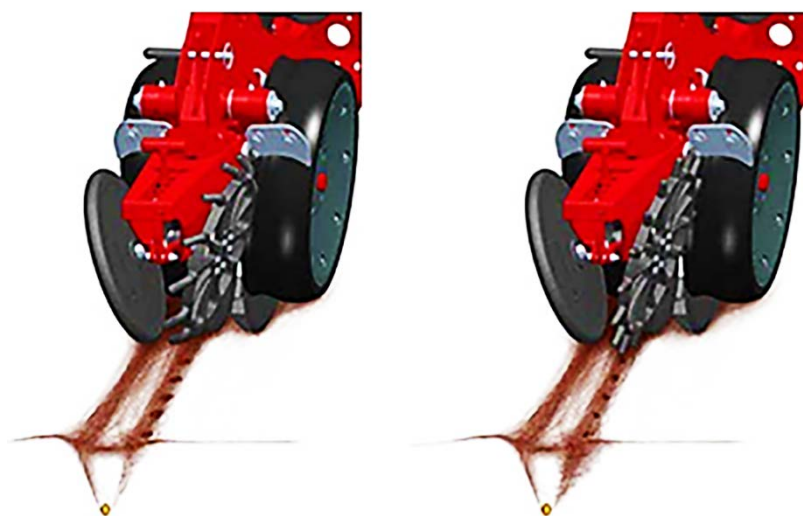


**Рисунок 1 – Система автоматического регулирования давления сошников AutoForce**

Пневматические высевальные аппараты работают на избыточном давлении или вакууме. Норму высева контролируют путем изменения частоты вращения дисков, что связано с зависимостью количества семян от скорости агрегата. Оптимальная скорость движения составляет 8–12 км/час, превышение которой вызывает нарушение заполнения ячеек высевального аппарата и снижение точности посева [4].

Кроме того, выбор профиля прикатывающих и бороздозакрывающих элементов имеет важное значение для предотвращения формирования почвенной корки и оптимизации процессов влагообмена (рис. 2). Гладкий каток создает максимальное сцепление, но склонен к налипанию почвы и образованию корки, тогда как ребристый или зубчатый каток способствует созданию благоприятного микроклимата, способствующего лучшему развитию растений.

Сравнительная характеристика равномерности всходов после посева Horsch Maestro 18 SV и альтернативной машиной (базовый вариант) с междурядьем 18 см показана на рисунке 3.



пальчиковый ролик  
(для средних и тяжелых почв)

шпоровый ролик  
(для средних и легких почв)

**Рисунок 2 – Выбор ролика в зависимости от типа почв**



при посеве Horsch Maestro 18 SV



при посеве альтернативной машиной

**Рисунок 3 – Всходы сои**

Таким образом, благодаря системе автоматического регулирования давления сошников и прикатывающих роликов всходы равномерны и превосходят по биологической массе растения, посеянные альтернативной машиной.

В таблице 1 представлены агротехнические параметры посевов для оценки эффективности.

Как видно из данных таблицы, урожайность сои при посеве посевным комплексом Horsch Maestro 18 SV значительно выше базового варианта.

**Таблица 1 – Параметры посевов для оценки эффективности**

Параметры	Horsch Maestro 18 SV	Базовый вариант
Способ посева	широкорядный	сплошной
Ширина междурядья, см	45	18
Глубина заделки, см	5	5
Сохранность растений на 1 м <sup>2</sup> , шт.	34	27
Урожайность, ц/га	38,57	17,37

**Заклучение.** Сравнительный анализ данных показывает значительное преимущество технологии широкорядного посева с использованием Horsch Maestro 18 SV над сплошным посевом сеялкой альтернативной машиной (базовый вариант) в данных условиях. При одинаковой глубине заделки семян, равной 5 см, вариант с междурядьем 45 см обеспечил более высокую густоту стояния растений, составившую 34 против 27 шт/м<sup>2</sup>. Таким образом, для технологии возделывания сои важным является соблюдение глубины заделки семян и создание благоприятных условий в почве.

#### Список источников

1. Епифанцев В. В., Осипов Я. А., Вайтехович Ю. А. Комбинированный агрегат для почвоуглубления, разноуровневого внесения удобрений и посева сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Т. 16. № 2. С. 142–150.
2. Никифорова Т. А., Лонцева И. А. Анализ способов и машин для посева // Актуальные вопросы энергетики в АПК : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2025. С. 204–208.
3. Сенников В. А., Сивоконь А. М., Сенникова Н. Н. Результаты экспериментальных исследований по повышению эффективности технологии посевных работ // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (100). С. 105–109.
4. Никифорова Т. А. Анализ конструкций посевного комплекса Horsch Maestro // Молодежь XXI века: шаг в будущее : материалы XXVI регион. науч.-практ. конф. Благовещенск : Благовещенский государственный педагогический университет, 2025. С. 226–227.

#### References

1. Epifantsev V. V., Osipov Ya. A., Vaitekhovich Yu. A. Combined unit for soil dredging, multilevel fertilization and soybean sowing. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2022;16;2:142–150 (in Russ.).

2. Nikiforova T. A., Lontseva I. A. Analysis of methods and machines for sowing. Proceedings from Actual issues of energy in the agro-industrial complex: *Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 204–208), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

3. Sennikov V. A., Sivokon A. M., Sennikova N. N. Results of experimental studies on improving the efficiency of sowing technology. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2023;2(100):105–109 (in Russ.).

4. Nikiforova T. A. Analysis of the designs of the Horsch Maestro sowing complex. Proceedings from Youth of the 21<sup>st</sup> century: a step into the future: *XXVI Regional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 226–227), Blagoveshchensk, Blagoveshchenskii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet, 2025 (in Russ.).

© Никифорова Т. А., 2026

Статья поступила в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 004.89:631.1  
EDN SHCTDX

**Преимущества использования Unity и ML-Agents  
для симуляционного обучения нейросетей с экспортом  
в ONNX для аграрных систем на базе Raspberry Pi**

**Петр Александрович Петренко<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Виктор Леонидович Дубов<sup>2</sup>**,  
кандидат физико-математических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [petrpetrenko703@gmail.com](mailto:petrpetrenko703@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассмотрен интегрированный технологический стек для разработки интеллектуальных аграрных систем, включающий симуляционное обучение в Unity с использованием ML-Agents, экспорт моделей в открытый формат ONNX и их развертывание на ресурсоограниченных устройствах Raspberry Pi. Приводятся данные о производительности оптимизированных нейросетей на Raspberry Pi 5, подтверждающие практическую применимость предложенного подхода для задач мониторинга состояния растений, обнаружения вредителей и автономной навигации. Предложенная методология позволяет ускорить цикл разработки, снизить затраты и обеспечить высокую надежность роботизированных решений.

**Ключевые слова:** симуляционное обучение, аграрные роботы, цифровой двойник, обучение с подкреплением, edge-вычисления

**Для цитирования:** Петренко П. А. Преимущества использования Unity и ML-Agents для симуляционного обучения нейросетей с экспортом в ONNX для аграрных систем на базе Raspberry Pi // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 161–169.

Original article

**Advantages of using Unity and ML-Agents for simulation training of neural networks with export to ONNX for Raspberry Pi-based agricultural systems**

**Petr A. Petrenko<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Victor L. Dubov<sup>2</sup>**,  
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

[petrpetrenko703@gmail.com](mailto:petrpetrenko703@gmail.com)

**Abstract.** The article discusses an integrated technology stack for the development of intelligent agricultural systems, including simulation training in Unity using ML-Agents, exporting models to the open ONNX format and deploying them on resource-limited Raspberry Pi devices. Data on the performance of optimized neural networks on Raspberry Pi 5 are presented, confirming the practical applicability of the proposed approach for plant health monitoring, pest detection, and autonomous navigation. The proposed methodology makes it possible to speed up the development cycle, reduce costs and ensure high reliability of robotic solutions.

**Keywords:** simulation training, agricultural robots, digital twin, reinforcement learning, edge computing

**For citation:** Petrenko P. A. Advantages of using Unity and ML-Agents for simulation training of neural networks with export to ONNX for Raspberry Pi-based agricultural systems. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 161–169), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Современное сельское хозяйство активно интегрирует достижения искусственного интеллекта и робототехники для повышения эффективности, снижения затрат и обеспечения устойчивого развития. Особый интерес представляют решения на базе ресурсограниченных вычислительных платформ, таких как Raspberry Pi, которые позволяют реализовывать функции автономного мониторинга, диагностики и управления непосредственно в полевых условиях [1]. Однако практическое внедрение данных систем сталкивается с рядом фундаментальных вызовов. Ключевыми из них являются высокая стоимость сбора реальных обучающих данных; риски, связанные с обучением на реальном оборудовании, а также проблема «разрыва домена» – снижение производительности модели при переносе из симуляционной среды в реальный мир [2–4].

Для преодоления этих барьеров все шире применяется подход, основанный на симуляционном обучении с последующей оптимизацией и развертыванием моделей на edge-устройствах.

Прямое обучение моделей машинного обучения в реальных полевых условиях представляет собой крайне затратный и рискованный процесс. Сбор качественного набора данных требует длительного времени, участия экспертов-агрономов, а также многократного повторения сценариев при различных погодных и сезонных условиях [2]. Более того, обучение агентов управления (например, для автономной навигации) непосредственно на реальном оборудовании может привести к повреждению как самой техники, так и сельскохозяйственных культур, что делает данный подход экономически нецелесообразным для большинства хозяйств.

Симуляционное обучение решает эти проблемы, предлагая контролируемую, безопасную и масштабируемую среду. В цифровом двойнике можно за считанные часы сгенерировать десятки тысяч вариаций сцен: разные типы почвы, плотность посадки, уровень освещения, наличие теней, дождя, тумана или пыли. Это особенно ценно для задач компьютерного зрения, где модель должна научиться распознавать объекты в самых разных условиях. Например, для обучения детектора болезней листьев необходимо показать сети тысячи изображений с различными стадиями поражения, углами съемки и фонами, что практически невозможно собрать вручную за разумное время [5].

Однако ключевым ограничением симуляции остается феномен «разрыва домена» (domain gap). Он возникает из-за несоответствия между распределением данных в симуляторе и в реальном мире. Даже мелкие различия (например, отсутствие шума камеры, идеальная текстура листьев или отсутствие бликов на поверхности) могут привести к тому, что модель, достигшая 98 % точности в симуляторе, покажет менее 30 % на реальных изображениях [3]. Исследования подтверждают, что простое увеличение объема синтетических данных без повышения их качества не решает проблему. Гораздо более эффективной стратегией является либо использование доменной адаптации (например, че-

рез GAN), либо, что предпочтительнее, создание максимально фотореалистичной симуляции с самого начала [4]. Именно поэтому выбор платформы для симуляции становится важным решением. Современные игровые движки, такие как Unity, благодаря своим возможностям в области высококачественной графики и физического моделирования, предлагают уникальную возможность создавать цифровые двойники, чрезвычайно близкие к реальности.

Выбор Unity в качестве платформы для симуляции обусловлен его происхождением: будучи игровым движком, он изначально ориентирован на высококачественную графику, а не только на физику. Это позволяет создавать виртуальные сцены, которые визуальны почти неотличимы от реальных фотографий, что критически важно для задач, основанных на восприятии.

Практическая ценность этого подхода подтверждается рядом исследований. Например, в работе [6] показана система Agri-RO5 для моделирования координации флотилии роботов в винограднике. Авторы использовали спутниковые снимки реального виноградника и автоматически сгенерировали 3D-модель с тысячами кустов, что заняло несколько часов вместо недель ручного моделирования. Такой подход не только ускоряет разработку, но и обеспечивает геометрическую и семантическую достоверность сцены. Аналогичные методы применяются для создания полей сахарной свеклы, пшеницы и других культур, где важна точная имитация структуры растительного покрова.

Дополнительным преимуществом Unity является встроенная поддержка обучения с подкреплением через ML-Agents Toolkit [7]. Этот фреймворк позволяет связать Python-скрипт с агентами внутри симулятора, что дает возможность обучать сложные поведения «методом проб и ошибок». Например, агент может учиться двигаться между рядами культур, избегая столкновений, или оптимизировать траекторию движения для минимизации времени сбора урожая. В задаче управления поливом агент получает вознаграждение за эконо-

мию воды при сохранении здорового роста растений, что позволяет ему самостоятельно выработать сложную политику принятия решений, которую трудно запрограммировать вручную [8].

ML-Agents поддерживает современные алгоритмы RL, такие как PPO и SAC, и предоставляет удобные инструменты для настройки системы вознаграждений, наблюдений и действий [7]. Успешные кейсы включают обучение роботизированного манипулятора для бережного сбора фруктов, а также сравнительный анализ RL-агентов для автономной навигации в симулированной среде Unity-ROS [9]. Хотя Unity требует мощного ПК с дискретной видеокартой для комфортной работы, этот недостаток компенсируется радикальным сокращением времени разработки и повышением качества обучающих данных. Для задач, где визуальное восприятие играет ключевую роль, Unity становится предпочтительным выбором.

После завершения обучения в Unity с помощью ML-Agents модель существует в формате PyTorch (`torch.nn.Module`). Однако Raspberry Pi не может напрямую выполнять код PyTorch из-за высоких накладных расходов интерпретатора Python и отсутствия оптимизаций для ARM-архитектуры. Здесь на помощь приходит Open Neural Network Exchange (ONNX) – открытый стандарт, разработанный Microsoft и Facebook для представления моделей машинного обучения независимо от фреймворка [10].

Процесс экспорта осуществляется с помощью функций библиотеки torch, которая «замораживает» вычислительный граф модели и сохраняет его в виде файла `.onnx` [11]. Этот файл содержит всю архитектуру сети и веса, но не привязан ни к PyTorch, ни к TensorFlow. Его можно загрузить в любую среду выполнения с поддержкой ONNX (например, ONNX Runtime, Apache TVM или даже встроенный движок Barracuda, используемый самим Unity) [7]. Таким образом, ONNX выступает в роли универсального «моста», обеспечивающего портативность модели.

Однако для развертывания на Raspberry Pi недостаточно просто экспортировать модель, ее необходимо оптимизировать. Современные нейросети, даже легковесные, могут занимать сотни мегабайт и требовать значительных вычислительных ресурсов. Ключевой техникой оптимизации является пост-обучение, в частности INT8-квантование. Суть метода заключается в преобразовании 32-битных чисел с плавающей запятой (FP32), используемых во время обучения, в 8-битные целые числа (INT8) для инференса. Процесс включает два этапа: калибровку (проход небольшого набора данных для определения диапазона значений) и собственно квантование весов и активаций.

Преимущества INT8-квантования для Raspberry Pi многообразны. Во-первых, размер модели уменьшается примерно на 75 %, что критично при ограниченном объеме памяти и скорости SD-карты. Во-вторых, процессоры ARM Cortex, используемые в Raspberry Pi, выполняют целочисленные операции значительно быстрее, чем операции с плавающей запятой, что напрямую снижает задержку и увеличивает FPS. В-третьих, снижение нагрузки на память и вычислительные блоки косвенно способствует снижению энергопотребления, что важно для автономных систем. В совокупности это позволяет запускать даже относительно сложные модели на маломощном устройстве без потери практической точности.

Raspberry Pi, благодаря низкой стоимости и энергоэффективности, является идеальной платформой для полевых аграрных систем [12]. Однако для успешного развертывания критически важен выбор модели и аппаратной конфигурации. Raspberry Pi Zero не подходит из-за ограниченной памяти, тогда как Raspberry Pi 5 (8 ГБ RAM) является минимально жизнеспособной платформой. Эксперименты показывают, что квантованные легковесные модели (YOLOv5n, MobileNetV2, EfficientNet-Lite) достигают 3–5 кадров в секунду при точности свыше 90 % [13]. Это подтверждает практическую примени-

мость подхода для задач мониторинга состояния растений и обнаружения вредителей посевов.

**Заключение.** *Проведенный анализ показывает, что интегрированный технологический стек «Unity → ONNX → Raspberry Pi» представляет эффективное решение для разработки интеллектуальных аграрных систем. Во-первых, фотореалистичная симуляция в Unity радикально снижает «разрыв домена» – главный барьер при переносе моделей из виртуальной среды в реальные полевые условия. Во-вторых, использование открытого стандарта ONNX обеспечивает бесшовную совместимость между этапами обучения и развертывания, а применение INT8-квантования делает возможным выполнение современных нейросетей на платформе Raspberry Pi 5. В-третьих, такой подход демократизирует доступ к передовым ИИ-решениям, позволяя создавать надежные и экономически доступные роботизированные системы без необходимости в дорогостоящем оборудовании.*

#### **Список источников**

1. Raspberry Pi Foundation. Raspberry Pi 5 Model B. Technical Specifications // Raspberry Pi. URL: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-5/> (дата обращения: 12.01.2026).
2. Chebrolu N., Lottes P., Schaefer A. Agricultural robot dataset for plant classification, localization and mapping on sugar beet fields // The International Journal of Robotics Research. 2017. Vol. 36. No. 10. P. 1088–1096.
3. Dosovitskiy A., Ros G., Codevilla F. CARLA: An open urban driving simulator // Annual Conference on Robot Learning. Mountain View (USA), 2017. P. 1–16.
4. Richter S. R., Vineet V., Roth S. Playing for data: Ground truth from computer games // European Conference on Computer Vision. Amsterdam, 2016. P. 102–118.
5. Sa I., Ge Z., Dayoub F. WeedMap: A large-scale semantic weed mapping framework // Remote Sensing. 2018. Vol. 10. No. 9. P. 1423.
6. Langer T., Schmitt F., Reiser U. Agri-RO5: A simulation framework for agricultural robotics using Unity3D // IFAC-Papers On-Line. 2022. Vol. 55. No. 14. P. 112–117.
7. Unity Technologies. Unity ML-Agents Toolkit Documentation // GitHub. URL: <https://github.com/Unity-Technologies/ml-agents> (дата обращения: 12.01.2026).

8. Li Y., Chen X., Zhang D. Reinforcement learning for irrigation scheduling in smart agriculture // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2020. Vol. 178. P. 105778.

9. Chen H., Liu Y., Wang Q. Comparative analysis of RL algorithms for autonomous navigation // *IEEE Robotics and Automation Letters*. 2022. Vol. 7. No. 2. P. 3456–3463.

10. Open Neural Network Exchange (ONNX) // Open Neural Network Exchange. URL: <https://onnx.ai/> (дата обращения: 12.01.2026).

11. Paszke A., Gross S., Massa F. PyTorch: An imperative style, high-performance deep learning library // *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2019. Vol. 32. P. 8024–8035.

12. Gupta A., Singh R., Kumar P. Low-cost IoT and AI solutions for precision agriculture // *Sensors*. 2021. Vol. 21. No. 15. P. 5123.

13. Patel R., Desai A., Shah K. Real-time plant disease detection on Raspberry Pi // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2023. Vol. 214. P. 108321.

## References

1. Raspberry Pi Foundation. Raspberry Pi 5 Model B. Technical Specifications. *Raspberrypi.com*. Retrieved from <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-5/> (Accessed 12 January 2026).

2. Chebroly N., Lottes P., Schaefer A. Agricultural robot dataset for plant classification, localization and mapping on sugar beet fields. *The International Journal of Robotics Research*, 2017;36;10:1088–1096.

3. Dosovitskiy A., Ros G., Codevilla F. CARLA: An open urban driving simulator. *Proceedings from Annual Conference on Robot Learning*. (PP. 1–16), Mountain View (USA), 2017.

4. Richter S. R., Vineet V., Roth S. Playing for data: Ground truth from computer games. *Proceedings from European Conference on Computer Vision*. (PP. 102–118), Amsterdam, 2016.

5. Sa I., Ge Z., Dayoub F. WeedMap: A large-scale semantic weed mapping framework. *Remote Sensing*, 2018;10;9:1423.

6. Langer T., Schmitt F., Reiser U. Agri-RO5: A simulation framework for agricultural robotics using Unity3D. *IFAC-Papers On-Line*, 2022;55;14:112–117.

7. Unity Technologies. Unity ML-Agents Toolkit Documentation. Github.com. Retrieved from <https://github.com/Unity-Technologies/ml-agents> (Accessed 12 January 2026).

8. Li Y., Chen X., Zhang D. Reinforcement learning for irrigation scheduling in smart agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2020;178:105778.

9. Chen H., Liu Y., Wang Q. Comparative analysis of RL algorithms for autonomous navigation. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2022;7;2:3456–3463.

10. Open Neural Network Exchange (ONNX). *Onnx.ai*. Retrieved from <https://onnx.ai/> (Accessed 12 January 2026).
11. Paszke A., Gross S., Massa F. PyTorch: An imperative style, high-performance deep learning library. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2019;32:8024–8035.
12. Gupta A., Singh R., Kumar P. Low-cost IoT and AI solutions for precision agriculture. *Sensors*, 2021;21;15:5123.
13. Patel R., Desai A., Shah K. Real-time plant disease detection on Raspberry Pi. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2023;214:108321.

© Петренко П. А., 2026

Статья поступила в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья

УДК 631.3

EDN RTMIOB

**Методы, используемые  
при дифференцированном подходе к почвообработке**

**Виктор Александрович Русяев<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Иван Владимирович Скибин<sup>2</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Сергей Васильевич Щитов<sup>3</sup>**,  
доктор технических наук, профессор  
<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru)

**Аннотация.** В статье дана характеристика методам, используемым при дифференцированном подходе к почвообработке. Приведены основные системы обработки почвы. Проведен анализ преимуществ дифференцированных подходов подготовки почвы.

**Ключевые слова:** почва, обработка почвы, дифференцированный подход, энергетические затраты

**Для цитирования:** Русяев В. А., Скибин И. В. Методы, используемые при дифференцированном подходе к почвообработке // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 170–174.

Original article

**Methods used in a differentiated approach to tillage**

**Victor A. Rusyaev<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Ivan V. Skibin<sup>2</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Sergey V. Shchitov<sup>3</sup>**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru)

**Abstract.** The article describes the methods used in a differentiated approach to tillage. The main systems of tillage are given. The advantages of differentiated soil preparation approaches are analyzed.

**Keywords:** soil, tillage, differentiated approach, energy costs

**For citation:** Rusyaev V. A., Skibin I. V. Methods used in a differentiated approach to tillage. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 170–174), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Современное сельское хозяйство требует нахождения новых подходов к процессу обработки почвы, направленных на повышение урожайности, снижение энергозатрат и техногенного воздействия на окружающую среду. В ряде работ [1–4] рассмотрены следующие технологии обработки почвы (рис. 1).

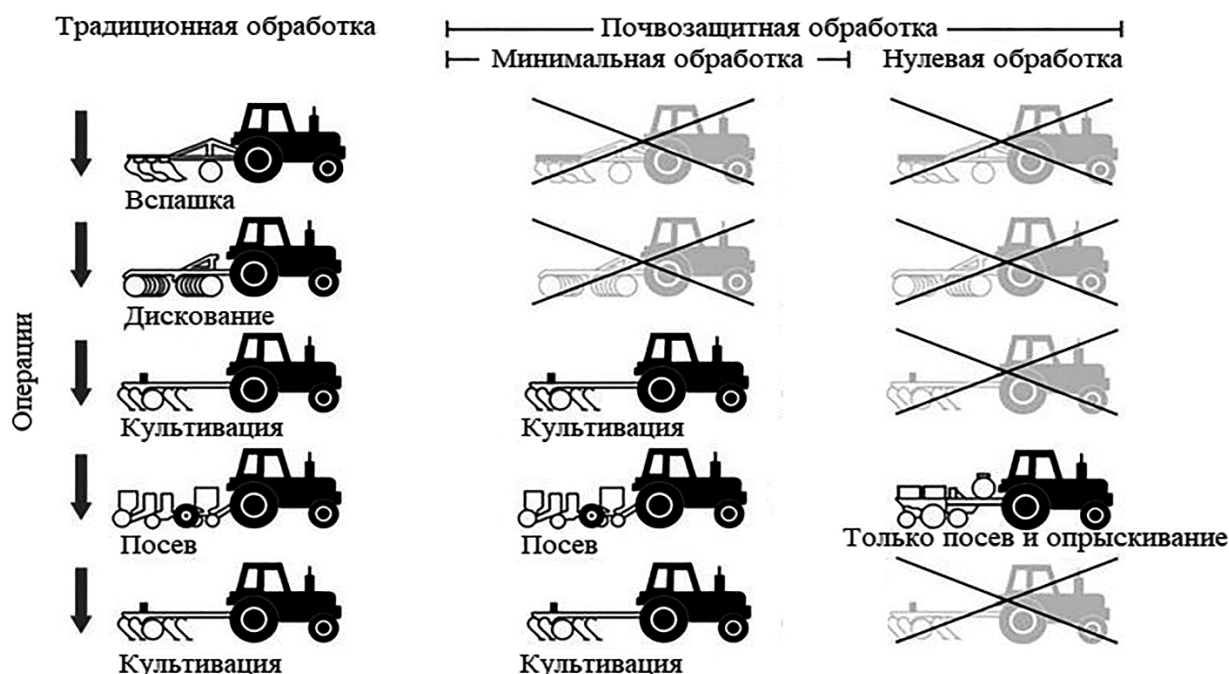


Рисунок 1 – Основные системы обработки почвы

Уточним сущность основных способов обработки почвы:

1) *традиционная обработка* предполагает все операции, связанные с подготовкой почвы;

2) *почвозащитная обработка* направлена на сохранение почвы как биологического ресурса (сокращение механической обработки почвы; наличие на поверхности почвы слоя растительных остатков (не менее 30 % площади)).

Одним из приоритетных подходов к процессу обработки почвы является **дифференцированная обработка**, основанная на использовании технологии,

*учитывающей неоднородность полей и адаптирующая методы обработки (средства механизации) под конкретные условия региона.* Особенность дифференцированной почвообработки заключается в том, что это технология, при которой глубина, интенсивность и способ обработки почвы варьируются в зависимости от ее свойств, рельефа, влажности и других факторов. Такой подход позволяет оптимизировать использование ресурсов и повысить эффективность сельскохозяйственных операций.

В свою очередь, можно выделить ряд методов, которые используются при дифференцированном подходе к почвообработке:

1. *Минимальная обработка (Mini-Till)* – снижение глубины и интенсивности воздействия на почву в целях сохранения ее структуры и влаги.

2. *Нулевая обработка (No-Till)* – исключение механического воздействия; при этом посевные работы производятся в необработанную почву.

3. *Локальное рыхление* – обработка участков поля, на которых будут осуществляться посевные работы (уменьшает энергозатраты и эрозию почвы).

4. *Дифференцированное внесение удобрений* на основе использования данных агрохимического анализа для точечного внесения питательных веществ.

Анализ преимуществ дифференцированных подходов подготовки почвы показал, что их возможно достичь только за счет использования современных технологий:

– применение ГИС-систем – позволяет провести анализ пространственных данных для зонирования полей;

– использование датчиков и сенсоров – дает возможность проводить мониторинг влажности, плотности и других параметров почвы в реальном времени;

– адаптация средств механизации к физико-механическим свойствам почвы – обеспечивает использование современных подходов, способных автоматизировать операции (глубину и интенсивность обработки);

– использование искусственного интеллекта для прогнозирования оптимальных режимов обработки на основе анализа большого количества существующих факторов.

При дифференцированном способе обработки почвы можно выделить два основных положения:

1. Необходимость предварительного построения карты почвы с учетом физико-механических параметров почвы на различных участках поля (использование координат глобальной спутниковой навигации).

2. Выполнение дифференцированной обработки производится в соответствии с заданием, сформированным на основе созданной карты поля (использование датчиков для измерения свойств почвы и ее обработка в режиме реального времени).

### **Список источников**

1. Коротченя В. М. Механизация, автоматизация, роботизация, цифровизация: уточнение и систематизация понятий // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2023. Т. 17. № 4. С. 26–34.

2. Кривуца З. Ф., Щитов С. В., Марков С. Н., Поликутина Е. С., Епифанцев В. В., Щитова В. А. Особенности эксплуатации энергетических средств в условиях рискованного земледелия // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2024. № 6 (110). С. 99–103.

3. Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Поликутина Е. С., Бурмага А. В., Сурин Р. О. Оптимизация процессов предпосевной подготовки почвы в Амурской области // *Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии*. 2024. № 4 (52). С. 80–89.

4. Поликутина Е. С., Щитов С. В., Кривуца З. Ф. Снижение техногенного воздействия на почву при выполнении бороновальных работ // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2025. № 2 (112). С. 119–123.

### **References**

1. Korotchenya V. M. Mechanization, automation, robotization, digitalization: clarification and systematization of concepts. *Sel'skokhozyaistvennyye mashiny i tekhnologii*, 2023;17;4:26–34 (in Russ.).

2. Krivutsa Z. F., Shchitov S. V., Markov S. N., Polikutina E. S., Epifantsev V. V., Shchitova V. A. Peculiarities of operation of energy facilities in conditions of risky agriculture. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024; 6(110):99–103 (in Russ.).

3. Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Polikutina E. S., Burmaga A. V., Surin R. O. Optimization of pre-sowing soil preparation processes in the Amur region. *Vestnik Kurganskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2024;4(52):80–89 (in Russ.).

4. Polikutina E. S., Shchitov S. V., Krivutsa Z. F. Reduction of technogenic impact on soil during boron works. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2025;2(112):119–123 (in Russ.).

© Русяев В. А., Скибин И. В., 2026

Статья поступила в редакцию 23.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 23.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 629.73  
EDN QWZFWC

### **Состояние и перспективы применения роевых беспилотных систем в АПК**

**Денис Дмитриевич Синицын<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Сергей Николаевич Воякин<sup>2</sup>**,  
доктор технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [denis@sinicin.ru](mailto:denis@sinicin.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрено современное состояние и перспективы применения роевых беспилотных авиационных систем в агропромышленном комплексе. При этом особое место отведено технологической основе роевых систем – алгоритмам кооперативного управления, планирования траекторий и интеграции с цифровыми технологиями, такими как Интернет вещей и искусственный интеллект. Обоснован потенциал роевых беспилотных авиационных систем как ключевого элемента будущих «умных» агропромышленных экосистем, основанных на концепции цифровых двойников.

**Ключевые слова:** роевые беспилотные системы, агропромышленный комплекс, точное земледелие, кооперативное управление, цифровой двойник, мониторинг сельскохозяйственных угодий

**Для цитирования:** Синицын Д. Д. Состояние и перспективы применения роевых беспилотных систем в АПК // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 175–181.

Original article

### **The status and prospects of swarming unmanned systems in agriculture**

**Denis D. Sinitsyn<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Sergey N. Voyakin<sup>2</sup>**,  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[denis@sinicin.ru](mailto:denis@sinicin.ru)

**Abstract.** The article discusses the current state and prospects for the use of swarming unmanned aircraft systems in the agro-industrial complex. At the same time, a special place is given to the technological basis of swarm systems – algorithms for cooperative management, trajectory planning and integration with digital technologies such as the Internet of Things and artificial intelligence. The potential of swarming unmanned aircraft systems as a key element of future "smart" agro-industrial ecosystems based on the concept of digital twins is substantiated.

**Keywords:** swarm unmanned systems, agro-industrial complex, precision agriculture, cooperative management, digital twin, monitoring of agricultural land

**For citation:** Sinitsyn D. D. The status and prospects of swarming unmanned systems in agriculture. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 175–181), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Современное состояние и технический уровень средств механизации сельского хозяйства Российской Федерации предопределяет актуальность и перспективу использования беспилотных технических средств в организации и проведении сельскохозяйственных работ [1].

Агропромышленный комплекс находится на пороге глубокой технологической трансформации, ключевым драйвером которой становятся роевые беспилотные авиационные системы (БАС). Эти системы, представляющие собой кооперативно действующие группы дронов, способны решать задачи, недоступные для одиночных аппаратов, обеспечивая беспрецедентную скорость, масштаб и точность выполнения агротехнологических операций.

Экономическое обоснование их внедрения становится все более очевидным на фоне уверенного роста рынка: мировой рынок сельскохозяйственных дронов, оцениваемый в 2,63 млрд. долл. США в 2025 г., прогнозирует достичь 10,76 млрд. долл. к 2030 г. Этот рост напрямую связан с переходом от традиционного земледелия к принципам точного сельского хозяйства, где минимизация затрат на ресурсы (воду, удобрения, пестициды) и максимизация урожайности являются главными целями. Роевые технологии позволяют реализовать эти цели за счет оптимизации полевых работ и сбора детализированных

пространственных данных для принятия обоснованных решений [2].

Применение роевых БАС охватывает все ключевые направления АПК, демонстрируя свою универсальность и высокую эффективность. В растениеводстве они используются для комплексного мониторинга состояния посевов с помощью мультиспектральных и гиперспектральных сенсоров, что позволяет на ранних стадиях выявлять стрессовые состояния, болезни и дефицит питательных веществ [3]. На основе этих данных формируются карты переменного внесения, которые рой дронов может использовать для точечного распыления средств защиты растений или удобрений, значительно снижая их расход и негативное воздействие на окружающую среду.

В лесном хозяйстве рои дронов решают проблему мониторинга огромных и труднодоступных территорий, обеспечивая своевременное обнаружение очагов лесных пожаров и незаконных вырубок [4]. Инновационным направлением является использование специализированных роев для восстановления лесов, когда дроны не только картографируют участок, но и производят массовый посев семян, обработанных защитными составами, что в сотни раз ускоряет процесс по сравнению с ручным трудом.

В животноводстве, особенно в пастбищном, БАС применяются для автоматизированного учета и мониторинга здоровья стада, отслеживания перемещений животных и даже для управления их поведением, что открывает перспективы для создания полностью автономных систем выпаса [5, 6].

Технологическая основа роевых систем строится на сложном взаимодействии алгоритмов кооперативного управления, планирования траекторий и обработки больших данных. Современные исследования сосредоточены на разработке децентрализованных архитектур управления, вдохновленных коллективным поведением биологических систем, таких как стаи птиц или рои насекомых [7]. Такие системы более отказоустойчивы и масштабируемы, поскольку каждый дрон принимает решения на основе локальной информации

от соседей, а не зависит от единого центра управления. Критически важной задачей является оптимальное покрытие территории роем, для решения которой применяют передовые методы комбинаторной оптимизации, включая биоинспирированные алгоритмы, такие как оптимизация роя частиц (PSO) [8].

Интеграция роевых БАС с другими цифровыми технологиями, такими как Интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект (ИИ), создает единую экосистему «умного сельского хозяйства», где данные с дронов и наземных сенсоров анализируются в реальном времени для генерации практических рекомендаций [9]. Будущим шагом в этом направлении является создание цифровых двойников ферм и лесных массивов, которые позволят моделировать и оптимизировать агропромышленные процессы в виртуальной среде до их реализации в реальности [10].

Несмотря на значительный прогресс, широкое внедрение роевых БАС сталкивается с рядом серьезных вызовов. Технические ограничения, такие как ограниченное время полета из-за емкости аккумуляторов и необходимость надежной связи между аппаратами в сложной среде, остаются актуальными проблемами. Вопросы легализации полетов за пределами прямой видимости (BVLOS) и создания безопасных систем управления воздушным движением на низких высотах (UTM) требуют комплексного решения на международном уровне. Не менее важны вопросы кибербезопасности и защиты чувствительных данных, собираемых дронами, от несанкционированного доступа. Кроме того, существует необходимость в разработке стандартов и протоколов для обеспечения совместимости оборудования и программного обеспечения от разных производителей.

Анализ мирового опыта показывает явное лидерство зарубежных стран, в частности США, Китая и стран ЕС, в области исследований и коммерциализации роевых технологий для АПК. Эти регионы характеризуются высокой активностью как со стороны крупных корпораций, так и со стороны стартапов,

предлагающих готовые коммерческие решения, подкрепленные обширной промо-деятельностью и публичными демонстрациями.

В России развитие данного направления происходит, но с заметным отставанием. Хотя Министерство сельского хозяйства РФ предпринимает шаги по стимулированию использования дронов, а отечественные компании представляют собственные модели сельскохозяйственных БАС, информация о конкретных разработках в области именно роевых систем крайне скудна и фрагментарна. Большинство используемых в российском АПК дронов до сих пор имеют китайское происхождение или собраны на базе китайских компонентов. Это указывает на то, что российский сегмент пока находится на более ранней стадии развития, ориентированной на освоение технологий одиночных аппаратов, в то время как мировое сообщество уже активно переходит к кооперативным роевым решениям.

**Заключение.** Таким образом, роевые беспилотные авиационные системы представляют собой мощный инструмент для повышения эффективности, устойчивости и конкурентоспособности агропромышленного комплекса. Их потенциал в области мониторинга, точного внесения и автоматизации сложных операций огромен и подтверждается растущим рыночным спросом. Однако для полной реализации этого потенциала необходимо преодолеть существующие технические, регуляторные и организационные барьеры. В долгосрочной перспективе (после 2030 г.) можно ожидать формирования зрелых экосистем, где рои БАС станут неотъемлемой частью цифровых двойников агропромышленных объектов, обеспечивая непрерывный цикл сбора данных, анализа, моделирования и автоматизированного управления. Для России это означает необходимость консолидации усилий научного сообщества, бизнеса и государства для ускорения исследований в области кооперативного управления, разработки отечественных решений и адаптации нормативной базы, чтобы не упустить возможности, которые открывает эта революционная технология.

### **Список источников**

1. Лебедев Д. О., Ус С. С., Сеницын Д. Д., Кузнецов Е. Е. Анализ использования беспилотных технических средств и способы повышения их эффективности в агропромышленном комплексе // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 213 (09).
2. Fikri M. R., Pratama A. B. A review of implementation and challenges of UAV application in agriculture // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2023. P. 012034.
3. Zambrano P., Morata T. UAV Remote Sensing applications and current trends in agriculture // IEEE Latin America Transactions. 2023. Vol. 21. No. 8. P. 1234–1245.
4. Coldrey J. J., Fischer A. P., White E. M. Evaluating stakeholder perceptions on drone use in forest management // People and Nature. 2024. Vol. 6. No. 5. P. 10660.
5. Li X., Wang H., Chen Z. Robotic herding of farm animals using a network of barking aerial drones // Drones. 2022. Vol. 6. No. 2. P. 29.
6. King A. J., Faria J. J., Eguíluz V. M. Biologically inspired herding of animal groups by robots // Methods in Ecology and Evolution. 2023. Vol. 14. No. 3. P. 789–801.
7. Alqudsi Y., Al-Turjman F. UAV swarms: research, challenges, and future directions // Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. 2025. Vol. 16. P. 120.
8. Kaur M., Sharma S., Kumar N. UAV swarm clustering and trajectory planning: A taxonomy // Computers & Electrical Engineering. 2025. Vol. 123. P. 109876.
9. Gupta A., Singh R., Kumar P. Low-cost IoT and AI solutions for precision agriculture // Sensors. 2021. Vol. 21. No. 15. P. 5123.
10. Verdouw C. N., Wolfert J., Tekinerdogan B. Digital twins in smart farming // Agricultural Systems. 2021. Vol. 189. P. 103065.

### **References**

1. Lebedev D. O., Us S. S., Sinitsyn D. D., Kuznetsov E. E. Analysis of the use of unmanned vehicles and ways to increase their effectiveness in the agro-industrial complex. *Nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2025;213(09) (in Russ.).
2. Fikri M. R., Pratama A. B. A review of implementation and challenges of UAV application in agriculture. Proceedings from IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. (PP. 012034), IOP Publishing, 2023.
3. Zambrano P., Morata T. UAV Remote Sensing applications and current trends in agriculture. *IEEE Latin America Transactions*, 2023;21;8:1234–1245.
4. Coldrey J. J., Fischer A. P., White E. M. Evaluating stakeholder perceptions on drone use in forest management. *People and Nature*, 2024;6;5:10660.

5. Li X., Wang H., Chen Z. Robotic herding of farm animals using a network of barking aerial drones. *Drones*, 2022;6;2:29.
6. King A. J., Faria J. J., Eguíluz V. M. Biologically inspired herding of animal groups by robots. *Methods in Ecology and Evolution*, 2023;14;3:789–801.
7. Alqudsi Y., Al-Turjman F. UAV swarms: research, challenges, and future directions. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 2025;16:120.
8. Kaur M., Sharma S., Kumar N. UAV swarm clustering and trajectory planning: A taxonomy. *Computers & Electrical Engineering*, 2025;123:109876.
9. Gupta A., Singh R., Kumar P. Low-cost IoT and AI solutions for precision agriculture. *Sensors*, 2021;21;15:5123.
10. Verdouw C. N., Wolfert J., Tekinerdogan B. Digital twins in smart farming. *Agricultural Systems*, 2021;189:103065.

© Синецын Д. Д., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.372:004.89  
EDN QCWNKE

**Использование элементов цифровизации  
при адаптации средств механизации для использования  
в технологии возделывания сельскохозяйственных культур**

**Иван Владимирович Скибин<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Виктор Александрович Русяев<sup>2</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Сергей Васильевич Щитов<sup>3</sup>**,  
доктор технических наук, профессор  
<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru)

**Аннотация.** В статье показано использование элементов цифровизации при адаптации средств механизации в технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Обоснована необходимость использования элементов робототехники. Приведены наиболее применяемые элементы робототехники при адаптации средств механизации.

**Ключевые слова:** средства механизации, возделывание сельскохозяйственных культур, элементы робототехники, цифровизация

**Для цитирования:** Скибин И. В., Русяев В. А. Использование элементов цифровизации при адаптации средств механизации для использования в технологии возделывания сельскохозяйственных культур // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 182–186.

Original article

**The use of digitalization elements in the adaptation  
of mechanization tools for use in crop cultivation technology**

**Ivan V. Skibin<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Victor A. Rusyaev<sup>2</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Sergey V. Shchitov<sup>3</sup>**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru)

**Abstract.** The article shows the use of digitalization elements in the adaptation of mechanization tools in crop cultivation technology. The necessity of using elements of robotics is substantiated. The most widely used elements of robotics in the adaptation of mechanization tools are given.

**Keywords:** means of mechanization, cultivation of agricultural crops, elements of robotics, digitalization

**For citation:** Skibin I. V., Rusyaev V. A. The use of digitalization elements in the adaptation of mechanization tools for use in crop cultivation technology. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 182–186), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В работах [1–3] авторы показывают, что цифровизация является средством реализации автоматизации, роботизации, интеллектуализации, оптимизации работы технических систем. В настоящее время при адаптации средств механизации следует использовать элементы робототехники. Рассмотрим их наиболее подробно применительно к средствам механизации:

- 1) шасси – остов трактора и остов сельскохозяйственной машины;
- 2) датчики позиционирования, ориентации, безопасности, измерения физических и химических свойств почвы, контроля рабочих органов;
- 3) эффектор (устройство, предназначенное для взаимодействия с окружающей средой) – движитель трактора и рабочий орган агрегата;
- 4) актуатор – принимает команды от контроллеров и приводит в действие устройство, предназначенное для взаимодействия с окружающей средой;
- 5) контроллеры – электронные блоки управления, бортовые компьютеры, предназначенные для обработки данных, поступающих с датчиков, и на этой основе принятия необходимых решений;
- 6) коммуникации (отвечают за передачу данных) подразделяют на внутренние для передачи данных между контроллерами, датчиками, актуаторами и внешние для обмена данными между агрегатом и его внешней средой;

7) программное обеспечение – служит для обеспечения взаимодействия и работы используемых элементов робототехники;

8) алгоритмы управления почвообрабатывающего МТА – алгоритмы управления движением по полю (планирование пути, навигация и наведение, алгоритмы управления обработкой почвы).

Использование цифровых технологий (элементов робототехники) имеет свои преимущества и недостатки.

Преимуществами цифровых технологий являются:

- повышение производительности за счет того, что ряд операций выполняется автоматически без участия оператора;
- использование элементов точного и цифрового земледелия, позволяющее повысить урожайность, обеспечить экономию ресурсов;
- возможность более точного и детального анализа собранных данных;
- уменьшение издержек производства на основе оптимизации процессов;
- снижение трудоемкости работы операторов.

К числу недостатков цифровых технологий можно отнести:

- низкая доступность использования в хозяйствах малых и средних размеров в связи с высокой стоимостью элементов роботизированных средств;
- создание сложной, дорогостоящей инфраструктуры;
- необходимость обучения работников пользованию элементами цифровых технологий;
- ненадежность работы автоматизированных систем (неполадки в работе отдельных элементов робототехники – запыление камер и датчиков, проблемы с получением сигналов от системы спутниковой навигации и др.).

Анализируя достоинства и недостатки цифровых технологий, можно наметить направления, требующие технического решения:

- выбор обоснованного дифференцированного способа выполнения сельскохозяйственной операции на основе разработанных алгоритмов управления

средствами механизации;

– подбор датчиков для дифференцированного способа выполнения сельскохозяйственной операции;

– обеспечение надежности и безопасности работы средств механизации с элементами робототехники.

Анализ преимуществ дифференцированных подходов к способу выполнения сельскохозяйственной операции, показал, что это возможно только за счет использования современных технологий:

– применение ГИС-системы – позволяет провести анализ пространственных данных для зонирования полей;

– использование датчиков и сенсоров – позволяет проводить мониторинг влажности, плотности и других параметров почвы в реальном времени;

– адаптация средств механизации к физико-механическим свойствам почвы – предполагает использование современных подходов, способных автоматизировать глубину и интенсивность обработки;

– использование искусственного интеллекта для прогнозирования оптимальных режимов выполнения работ на основе анализа большого количества существующих факторов.

### **Список источников**

1. Поликутина Е. С., Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Школьников П. Н., Ермаков Д. В. Повышение производительности прицепных агрегатов почвообрабатывающих машин // Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3 (51). С. 71–77.

2. Кривуца З. Ф., Щитов С. В., Марков С. Н., Поликутина Е. С., Епифанцев В. В., Щитова В. А. Особенности эксплуатации энергетических средств в условиях рискованного земледелия // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 6 (110). С. 99–103.

3. Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Поликутина Е. С., Евдокимов В. Г., Сурин Р. О. Результаты исследований по использованию комбинированного почвообрабатывающего агрегата в зоне «рискованного» земледелия // Пермский аграрный вестник. 2025. № 1 (49). С. 13–23.

### References

1. Polikutina E. S., Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Shkolnikov P. N., Ermakov D. V. Increasing the productivity of towed units of tillers. *Vestnik Kurganskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2024;3(51):71–77 (in Russ.).
2. Krivutsa Z. F., Shchitov S. V., Markov S. N., Polikutina E. S., Epifantsev V. V., Shchitova V. A. Peculiarities of operation of energy facilities in conditions of risky agriculture. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024; 6(110):99–103 (in Russ.).
3. Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Polikutina E. S., Evdokimov V. G., Surin R. O. Results of research on the use of a combined tillage unit in the zone of "risky" agriculture. *Permskii agrarnyi vestnik*, 2025;1(49):13–23 (in Russ.).

© Скибин И. В., Русяев В. А., 2026

Статья поступила в редакцию 23.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 23.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.3  
EDN NWXWYQ

**Исследование работы уборочно-транспортного комплекса  
на примере Агрофирмы «Партизан»**

**Иван Анатольевич Скобликов<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Данил Сергеевич Соколов<sup>2</sup>**, аспирант, ассистент  
**Научный руководитель – Алексей Иванович Гончарук<sup>3</sup>**,  
кандидат технических наук, доцент  
<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия  
<sup>1</sup> [89244414343@mail.ru](mailto:89244414343@mail.ru), <sup>2</sup> [dan2311dan@gmail.com](mailto:dan2311dan@gmail.com)

**Аннотация.** В статье проанализированы показатели посевных площадей зерновых, сои и кукурузы на зерно в агропромышленном комплексе Амурской области в 2025 г. Показана динамика хода уборки сои на примере ЗАО работников (народного предприятия) «Агрофирма «Партизан» за 2025 г. Представлены результаты исследований по влиянию ширины захвата жатки на производительность комбайна на уборке сои.

**Ключевые слова:** соя, зерноуборочный комбайн, жатка, уборочный процесс, посевная площадь, урожайность

**Для цитирования:** Скобликов И. А., Соколов Д. С. Исследование работы уборочно-транспортного комплекса на примере Агрофирмы «Партизан» // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 187–191.

Original article

**A study of the work of the harvesting and transport complex  
using the example of the Agricultural Company Partizan**

**Ivan A. Skoblikov<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Danil S. Sokolov<sup>2</sup>**, Postgraduate Student, Assistant  
**Scientific advisor – Alexey I. Goncharuk<sup>3</sup>**,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
<sup>1</sup> [89244414343@mail.ru](mailto:89244414343@mail.ru), <sup>2</sup> [dan2311dan@gmail.com](mailto:dan2311dan@gmail.com)

**Abstract.** The article analyzes the indicators of acreage of grain, soybeans and corn for grain in the agro-industrial complex of the Amur region in 2025. The dynamics of soybean harvesting is shown using the example of CJSC workers (national enterprise) Agrofirma Partizan for 2025. The results of studies on the effect of the width of the header on the productivity of the combine harvester in harvesting soybeans are presented.

**Keywords:** soybeans, combine harvester, harvester, harvesting process, acreage, yield

**For citation:** Skoblikov I. A., Sokolov D. S. A study of the work of the harvesting and transport complex using the example of the Agricultural Company Partizan. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 187–191), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

По данным Министерства сельского хозяйства Амурской области, вся посевная площадь под урожай 2025 г. составляла 1 096,3 тыс. га [1].

В структуре посевных площадей наибольший удельный вес занимает соя – 905 тыс. га; затем следуют площади, занятые зерновыми – 166,4 тыс. га и кукурузой – 24,9 тыс. га. По сравнению с 2024 г. общая посевная площадь уменьшилась на 49,2 тыс. га [1].

Одним из крупнейших агропромышленных предприятий Тамбовского муниципального округа Амурской области является ЗАО работников (народное предприятие) «Агрофирма «Партизан». Посевная площадь в 2025 г. здесь составила 29 431 га, что на 1 073 га больше, чем в 2024 г. (табл. 1).

**Таблица 1 – Величина посевных площадей в Агрофирме «Партизан»**

Культуры	В гектарах	
	2024 г.	2025 г.
Соя	19 050	19 660
Зерновые	7 214	7 610
Ранние зерновые:	6 114	6 910
пшеница	1 780	1 290
ячмень	4 334	5 620
Кукуруза на зерно	1 100	700
Кормовые культуры	1 828	1 180
Всего	28 358	29 431

В структуру зерноуборочных комбайнов (2024–2025 гг.) входят следующие единицы, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Парк зерноуборочных комбайнов

Марки комбайнов	В штуках	
	На 1 января 2025 г.	На 1 января 2026 г.
Палессе (колесный) (КЗС-7, КЗС-812)	4	–
Палессе GS-12 А	–	5
КЗС-812с (гусеничный)	10	–
Acros 560	8	–
Vector 410 (колесный)	21	21
Vector 450 Track (гусеничный)	17	17
Всего	60	43

Показатели уборки сои комбайнами по отделениям в период с 28 сентября по 21 октября 2025 г. приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Величина обмолота и намолота сои по отделениям, маркам комбайнов и в зависимости от ширины захвата жатки (2025 г.)

Отделение	Марка комбайна	Ширина жатки, м	Кол-во, шт.	Всего		Ежедневная производительность, га
				обмолот, га	намолот, т	
Первое	GS-12А	9	1	590	1 521	30
	Vector 410	7	4	1 940	4 218	25
	Vector 450 Track	7	4	1 915	4 023	22
Итого			9	4 445	9 762	24
Второе	GS-12А	9	1	577	1 486	28
	Vector 410	7	7	3 322	7 633	22
	Vector 450 Track	7	4	1 792	3 838	19
Итого			12	5 691	12 957	21
Третье	GS-12А	9	1	672	1 729	29
	Vector 410	7	5	2 207	4 899	20
	Vector 450 Track	7	5	2 568	6 090	21
Итого			11	5 447	12 718	21
Четвертое	GS-12А	9	1	520	1 340	27
	Vector 410	7	5	2 060	5 297	21
	Vector 450 Track	7	4	1 497	3 733	18
Итого			10	4 077	10 370	20

Таблица 4 – Результаты исследований влияния величины захвата жатки на производительность комбайна

Марка комбайна	Ширина захвата жатки, м	Период уборки																		Среднее значение за весь период уборки	
		1		2		3		4		5		6		7							
		га	т	га	т	га	т	га	т	га	т	га	т	га	т	га	т	га	т		
Палессе GS-12 А	9	3,5	77,1	3,5	76,7	4,3	95,3	2,5	54,9	2,9	65,0	3,8	84,3	3,4	75,5						
Среднее за период		3,5	77,1	3,5	76,7	4,3	95,3	2,5	54,9	2,9	65,0	3,8	84,3								
Vector 450 Track	7	2,0	43,3	2,4	52,9	3,0	66,2	1,4	30,4	2,2	48,8	2,4	52,8								
Vector 450 Track		2,7	59,6	2,6	57,9	3,5	76,8	2,2	49,4	2,4	52,7	2,8	61,6								
Vector 450 Track		2,5	54,9	2,4	52,8	2,9	65,2	2,0	43,7	1,7	37,2	2,6	57,4								
Vector 450 Track		2,2	49,1	2,2	49,1	2,7	60,1	1,7	37,8	2,2	47,8	2,6	57,2			2,1	45,7				
Vector 450 Track		2,4	53,3	2,3	51,8	3,0	66,2	1,9	41,0	2,1	47,5	2,4	52,8								
Vector 450 Track		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	14,8	2,5	54,3							
Среднее за период			2,0	43,4	2,0	44,1	2,5	55,7	1,5	33,7	1,9	41,5	2,5	56,0							
Vector 410	7	2,2	47,7	2,4	52,7	3,3	72,7	1,9	41,9	2,9	63,6	3,0	66,1								
Vector 410		0,8	17,4	2,2	48,2	1,9	42,9	1,6	35,3	2,0	44,1	2,3	51,3								
Vector 410		2,3	51,4	2,3	51,8	3,0	67,4	1,9	42,0	2,2	48,9	2,6	57,2								
Vector 410		2,1	45,8	2,1	45,5	2,8	61,7	1,7	36,6	1,0	21,9	0,0	0,0								
Vector 410		2,5	55,8	2,6	56,5	1,9	41,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0								
Vector 410		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	25,9	2,1	46,9							
Vector 410		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	19,7	2,4	52,9							
Среднее за период		1,4	31,2	1,6	36,4	1,8	40,8	1,0	22,2	1,4	32,0	1,8	39,2								

Подробно рассмотрим одно из отделений хозяйства. В составе третьего отделения имеются GS-12А – 1 шт., Vector 410 – 5 шт., Vector 450 Track – 5 шт. Продолжительность уборочного процесса для удобства была разбита на шесть периодов по четыре дня. Результаты анализа показаны таблице 5.

Из таблицы видно, что средние показатели обмолота и намолота у комбайна Палессе GS-12 А с шириной захвата жатки 9 м выше, чем у комбайнов семейства Vector (Vector 410, Vector 450 Track) с шириной захвата жатки 7 м.

**Заключение.** *Следовательно, можно предположить, что для уменьшения количества уборочных дней, а также для увеличения производительности комбайнов необходимо произвести замену жаток с шириной захвата 7 метров на жатки с шириной захвата не менее 9 метров.*

© Скобликов И. А., Соколов Д. С., 2026

Статья поступила в редакцию 23.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 23.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.316  
EDN РРHKNV

**Разработка системы автоматизированного управления  
культиватором для оптимизации междурядной обработки почвы**

**Владислав Романович Соловьев<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Владимир Валерьевич Мазур<sup>2</sup>**,  
старший преподаватель  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [soloviev.vlad.28rus@yandex.ru](mailto:soloviev.vlad.28rus@yandex.ru)

**Аннотация.** Рассмотрены перспективы применения междурядных культиваторов на сельскохозяйственных работах. Представлена оценка технических характеристик и автоматических систем культиваторов. Установлено, что использование междурядных культиваторов снижает простой техники и повышает эффективность производственных процессов.

**Ключевые слова:** обработка почвы, междурядный культиватор, автоматизированное управление, эффективность работ

**Для цитирования:** Соловьев В. Р. Разработка системы автоматизированного управления культиватором для оптимизации междурядной обработки почвы // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 192–196.

Original article

**Development of an automated cultivator  
control system for optimizing inter-row tillage**

**Vladislav R. Solovyov<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Vladimir V. Mazur<sup>2</sup>**, Senior Lecturer  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[soloviev.vlad.28rus@yandex.ru](mailto:soloviev.vlad.28rus@yandex.ru)

**Abstract.** The prospects of using inter-row cultivators in agricultural work are considered. An assessment of the technical characteristics and automatic systems of cultivators is presented. It has been established that the use of inter-row cultivators reduces equipment downtime and increases the efficiency of production processes.

**Keywords:** tillage, inter-row cultivator, automated control, work efficiency

**For citation:** Solovyov V. R. Development of an automated cultivator control system for optimizing inter-row tillage. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 192–196), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Возделывание сои, как и других пропашных культур, требует тщательного ухода за посевами в период вегетации. Основные задачи междурядной обработки – борьба с сорняками, рыхление почвенной корки для улучшения аэрации и сбережения влаги, а также внесение подкормок. Механическая обработка приобретает особую актуальность в условиях ограничения применения химических средств защиты растений, выступая эффективной и экологичной альтернативой. Выбор оптимальной техники напрямую влияет на сохранность культурных растений, структуру почвы и конечную урожайность.

Рассмотрим предлагаемые в этой связи междурядные культиваторы.

**Междурядный культиватор AGROKRAFT** – специализированное сельскохозяйственное орудие, предназначенное для высокоточной обработки почвы между рядами пропашных культур (рис. 1). Его ключевая задача – выполнение нескольких операций одновременно с минимальным повреждением растений и сохранением структуры почвы. Основные функции включают рыхление, борьбу с сорняками, окучивание и внекорневую подкормку растений.

Ширина захвата культиватора варьирует от 3 до 12 метров, с возможностью складывания для транспортировки. Регулировка междурядий: плавная, в диапазоне от 15 до 76 см, что позволяет адаптировать агрегат под различные культуры. Глубина обработки составляет от 3 до 15 см. Высота клиренса рамы достигает 80–82 см, обеспечивая работу по высокостебельным культурам.

*Основные преимущества и особенности культиватора:*

1. Высокая точность и безопасность. Конструкция и система автоматического наведения минимизируют риски подрезания корней и повреждения растений.

2. Многозадачность и универсальность. Одна машина заменяет несколько. Универсальная рама позволяет использовать различные рабочие органы (лапы, бороны, роторы) для разных задач. Опционально агрегат оснащается системой внесения жидких удобрений с баком до 1 600 литров.

3. Экономическая эффективность культиватора заключается в возможности комбинировать операции (механическая обработка с точечным внесением средств защиты растений), что позволяет экономить до 80 % расходов на гербициды для таких культур, как соя и свекла.

В высшей комплектации культиватор может работать в роботизированном режиме. Это повышает производительность в 4–6 раз и позволяет проводить обработку круглосуточно.

Культиватор также обеспечивает улучшение агрофона: аэрация почвы, сохранение влаги, предотвращение образования корки и переуплотнения.

Культиватор AGROKRAFT оптимален для междурядной обработки широкого спектра пропашных культур: соя, подсолнечник, кукуруза, сахарная свекла. Он эффективно интегрируется в технологические цепочки с другой современной техникой (самоходными опрыскивателями, глубокорыхлителями).

Рассматриваемый культиватор представляет современное, технологичное решение для точного земледелия. Он сочетает высокую производительность, бережное отношение к почве и растениям, а также возможность гибкой настройки под конкретные задачи хозяйства.

**Культиватор универсальный междурядный КУМ 11/17** – навесное орудие отечественного производства, предназначенное для сплошной и междурядной обработки почвы. Модель отличается надежной конструкцией и предназначена для выполнения широкого спектра работ в растениеводстве.

Ширина захвата составляет 11 или 17 метров (в зависимости от модификации и комплектации). Конструкция складная, что облегчает его транспортировку. Регулировка ширины междурядий варьирует от 45 до 90 см, глубины

обработки – до 12 см.

Данный культиватор оснащается стрельчатými и долотообразными лапами, пружинными или ротационными боронами, окучниками. Комплектация меняется в зависимости от задач. Культиватор предназначен для работы с тракторами тягового класса 3–5 (МТЗ-1221, John Deere 6130M, К-744 и др.).

*К ключевым особенностям культиватора можно отнести:*

1. Универсальность. Одна машина способна выполнять несколько видов работ как по уходу за посевами, так и по подготовке почвы.

2. Прочность и надежность. Конструкция на основе мощной сварной рамы и стандартных комплектующих рассчитана на интенсивные нагрузки в различных почвенных условиях.

3. Простота в обслуживании. Несложная конструкция и доступность запасных частей облегчают ремонт и техническое обслуживание в условиях сельхозпредприятия.

4. Эффективность. Относительно доступная цена и широкая область применения обеспечивают быструю окупаемость за счет замены нескольких специализированных орудий.

В сравнении с культиватором AGROKRAFT, модель КУМ 11/17 является классическим представителем универсальных культиваторов. В отличие от высокотехнологичных моделей не имеет систем автоматического наведения, роботизации или встроенных систем внесения удобрений.

**Заключение.** Парк машин для междурядной обработки сои эволюционирует от простых культиваторов к высокоинтеллектуальным, многофункциональным. При этом основными тенденциями выступают:

- 1) комбинирование операций для экономии ресурсов и сохранения почвы;
- 2) модульность и адаптивность конструкций под меняющиеся условия;
- 3) глубокая автоматизация, переводящая оператора из разряда водителя в категорию контролирующего технолога.

Выбор техники должен основываться на четком понимании технологических задач хозяйства. Инвестиции в современное оборудование окупаются за счет сохранения и увеличения урожая, экономии ГСМ, комбинирования операций и долгосрочного поддержания почвенного плодородия.

© Соловьев В. Р., 2026

Статья поступила в редакцию 23.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 23.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 621.173:658.58  
EDN SNNIVT

### **Применение полиамидов при эксплуатации и ремонте двигателей мобильных энергетических средств**

**Дмитрий Сергеевич Третьяк<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Вячеслав Анатольевич Сенников<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [fjfhito@gmail.com](mailto:fjfhito@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассмотрены полиамиды как важнейший класс инженерных термопластов. Проанализированы их классификация и физико-химические свойства. Особое внимание уделено применению полиамидов в двигателях внутреннего сгорания. Показано, что полиамиды сохраняют высокую востребованность благодаря оптимальному сочетанию эксплуатационных характеристик и технологичности переработки.

**Ключевые слова:** полиамиды, термопласты, гигроскопичность, прочность, износостойкость, модификация, автомобилестроение

**Для цитирования:** Третьяк Д. С. Применение полиамидов при эксплуатации и ремонте двигателей мобильных энергетических средств // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 197–201.

Original article

### **The use of polyamides in the operation and repair of mobile power unit engines**

**Dmitry S. Tretyak<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Vyacheslav A. Sennikov<sup>2</sup>**,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[fjfhito@gmail.com](mailto:fjfhito@gmail.com)

**Abstract.** The article considers polyamides as the most important class of engineering thermoplastics. Their classification and physico-chemical properties are analyzed. Special attention is paid to the use of polyamides in internal combustion

engines. It is shown that polyamides remain in high demand due to the optimal combination of operational characteristics and processability of processing.

**Keywords:** polyamides, thermoplastics, hygroscopicity, strength, wear resistance, modification, automotive industry

**For citation:** Tretyak D. S. The use of polyamides in the operation and repair of mobile power unit engines. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 197–201), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Полиамиды – один из важнейших классов синтетических полимеров, широко применяемых как конструкционные термопласты. Они характеризуются уникальным сочетанием прочности, износостойкости и технологичности переработки. Актуальность их исследований обусловлена растущим спросом на легкие материалы в машиностроении и автомобилестроении, а также зависимостью свойств от гигроскопичности, вызванной полярной природой амидных групп [1].

*Целью работы* явились систематизация современных представлений о химической природе, классификации, физико-механических и эксплуатационных свойствах полиамидов, а также анализ их применения в различных отраслях промышленности с акцентом на использование в узлах двигателей внутреннего сгорания.

Полиамиды – синтетические органические полимеры, макромолекулы которых содержат в главной цепи повторяющиеся амидные группы. Синтез полиамидов осуществляется преимущественно методами поликонденсации.

Сырьем для производства служат продукты нефтепереработки (нефть, природный газ).

Международная маркировка обозначается аббревиатурой PA (polyamide) с цифровым индексом, отражающим количество атомов углерода в мономерных звеньях (например, PA 6, PA 66) [1, 2].

*Физико-химические свойства.* Полиамиды относятся к частично кристаллическим термопластам с плотностью 1,01–1,235 г/см<sup>3</sup>. Их свойства определяются

полярной природой амидных групп и степенью кристалличности.

*Механические свойства включают:*

1. Высокую прочность на разрыв (до 80–90 МПа).
2. Хорошую ударную вязкость и износостойкость.
3. Низкий коэффициент трения (особенно при модификации графитом, дисульфидом молибдена или маслом).

*Термические свойства.* Температура плавления варьируется в зависимости от марки: PA 12 – 178 °С; PA 6 – 220 °С; PA 66 – 260 °С. Рабочий температурный диапазон составляет от минус 40 °С до 80–120 °С (для модифицированных марок до 150 °С кратковременно) [3].

*Гигроскопичность.* Ключевая особенность полиамидов – обратимое поглощение влаги преимущественно в аморфных областях. Степень влагопоглощения зависит от химического строения и составляет: PA 6 – 2,5–3,5 %; PA 66 – 2,5–3,0 %; PA 610 – около 0,5 %; PA 11, PA 12 – менее 0,5 % [1].

*Химическая стойкость.* Полиамиды устойчивы к щелочам, маслам, бензину, микроорганизмам и плесени. Они чувствительны к концентрированным минеральным кислотам (серная, азотная) и сильным окислителям. Стойкость к УФ-излучению невысока и требует стабилизации добавками.

*Электрические свойства.* Полиамиды имеют хорошие диэлектрические характеристики, что позволяет их использовать в электротехнике для изготовления изоляторов и корпусов.

Благодаря комплексу свойств полиамиды применяются в машиностроении, автомобильной промышленности, электротехнике, текстильной промышленности, медицине, пищевой промышленности [2].

**Применение полиамидов в двигателях внутреннего сгорания.** Полиамиды находят применение в двигателях внутреннего сгорания для замены металлических деталей в узлах со средними нагрузками, где важны снижение массы, шумопоглощение и коррозионная стойкость [4].

*Основные направления применения:*

1. *Подшипники скольжения и втулки.* Маслонаполненные полиамиды (например, капролон) используются в паре с закаленной сталью. Преимущества состоят в отсутствии коррозии, снижении массы на 70–80 % по сравнению с бронзовыми аналогами.

2. *Топливные магистрали.* Трубки из РА 12 обладают стойкостью к бензину, дизельному топливу и их присадкам, эластичностью и устойчивостью к вибрациям. Рабочий диапазон температур составляет от минус 50 до 100 °С.

3. *Элементы системы вентиляции картера.* Полиамидные детали снижают трение и исключают коррозию в агрессивной среде картерных газов.

4. *Уплотнительные элементы.* Композиты на основе полиамида с эластомерами (NBR) применяются для изготовления уплотнений с повышенной износостойкостью.

Недопустимо использование полиамидов в зоне высоких температур (камера сгорания, выпускной коллектор). Существуют ограничения по скорости скольжения из-за низкой теплопроводности полимера (риск локального перегрева). При использовании полиамидов необходим учет гигроскопичности при расчете размерных цепей. Также следует отметить их несоответствие для высоконагруженных деталей цилиндра-поршневой группы.

**Заключение.** *Полиамиды сохраняют статус одного из наиболее востребованных классов инженерных термопластов за счет сбалансированного комплекса свойств и возможностей модификации. Их перспективы связаны с улучшением термостойкости и снижением зависимости свойств от влажности. Дальнейшие исследования физико-химических характеристик полиамидов в условиях, приближенных к реальной эксплуатации в двигателе, позволят сделать окончательный выбор конкретных полимеров для различных систем двигателя внутреннего сгорания.*

### Список источников

1. Аскадский А. А. Физико-химические основы получения и применения полимеров. М. : Московский государственный университет, 2001. 424 с.
2. Шишонок М. В. Современные полимерные материалы : учебное пособие. Минск : Высшая школа, 2017. 278 с.
3. Справочник по пластмассам. Том 1 / под ред. В. М. Бондаря. М. : Химия, 1974. 544 с.
4. Капитонов А. И., Семенов В. А. Антифрикционные полимерные композиционные материалы. М. : Машиностроение, 1989. 224 с.

### References

1. Askadskiy A. A. *Physico-chemical fundamentals of polymer production and application*, Moscow, Moskovskii gosudarstvennyi universitet, 2001, 424 p. (in Russ.).
2. Shishonok M. V. *Modern polymer materials: a textbook*, Minsk, Vysshaya shkola, 2017, 278 p. (in Russ.).
3. Bondar V. M. (Eds.). *Handbook of Plastics. Volume 1*, Moscow, Khimiya, 1974, 544 p. (in Russ.).
4. Kapitonov A. I., Semenov V. A. *Antifriction polymer composite materials*, Moscow, Mashinostroenie, 1989, 224 p. (in Russ.).

© Третьяк Д. С., 2026

Статья поступила в редакцию 29.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 29.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 621.762:631.3  
EDN TIOWNE

**Выбор ответственных факторов 3D-печати и исследование  
прочностных характеристик аддитивного изделия**

**Семен Сергеевич Ус<sup>1</sup>**, ассистент  
**Данил Сергеевич Соколов<sup>2</sup>**, аспирант  
**Даниил Олегович Лебедев<sup>3</sup>**, аспирант  
**Научный руководитель – Евгений Евгеньевич Кузнецов<sup>4</sup>**,  
доктор технических наук, профессор  
<sup>1, 2, 3, 4</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия  
<sup>1</sup> [magusus@mai.ru](mailto:magusus@mai.ru), <sup>2</sup> [dan2311dan@gmail.com](mailto:dan2311dan@gmail.com), <sup>3</sup> [awersggv@gmail.com](mailto:awersggv@gmail.com)

**Аннотация.** В статье показано, что для полноценной оценки качества и комплексного прогнозирования надежности 3D-напечатанных компонентов, эксплуатация которых происходит в нагруженных условиях, необходимо разрабатывать и применять комплексные методики контроля. Авторами обоснована методика, включающая механические испытания (на растяжение и сжатие), а также анализ микроструктуры материала.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, полимеры, 3D-печать, комплексные методики контроля, механические испытания, анализ микроструктуры материала

**Для цитирования:** Ус С. С., Соколов Д. С., Лебедев Д. О. Выбор ответственных факторов 3D-печати и исследование прочностных характеристик аддитивного изделия // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 202–208.

Original article

**Selection of the responsible factors of 3D printing and investigation  
of the strength characteristics of an additive product**

**Semen S. Us<sup>1</sup>**, Assistant  
**Danil S. Sokolov<sup>2</sup>**, Postgraduate Student  
**Daniil O. Lebedev<sup>3</sup>**, Postgraduate Student  
**Scientific advisor – Evgeny E. Kuznetsov<sup>4</sup>**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

<sup>1,2,3,4</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
<sup>1</sup> [magusus@mai.ru](mailto:magusus@mai.ru), <sup>2</sup> [dan2311dan@gmail.com](mailto:dan2311dan@gmail.com), <sup>3</sup> [awersggv@gmail.com](mailto:awersggv@gmail.com)

**Abstract.** The article shows that for a full-fledged assessment of the quality and comprehensive forecasting of the reliability of 3D-printed components, which are operated under stressed conditions, it is necessary to develop and apply comprehensive control methods. The authors have substantiated a technique that includes mechanical tests (for tension and compression), as well as an analysis of the microstructure of the material.

**Keywords:** additive technologies, polymers, 3D printing, complex control techniques, mechanical testing, microstructure analysis of the material

**For citation:** Us S. S., Sokolov D. S., Lebedev D. O. Selection of the responsible factors of 3D printing and investigation of the strength characteristics of an additive product. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 202–208), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В настоящее время контроль качества продуктов, полученных с использованием технологий трехмерной печати, в основном ограничивается визуальной оценкой рабочих поверхностей напечатанных изделий. Такой подход, хотя и достаточен для моделей, предназначенных для демонстрационных или эстетических целей, оказывается слабо информативным при целевой направленности изделий на работу в нагруженных условиях, к которым можно отнести трущиеся и взаимодействующие в различных средах и условиях элементы агрегатов дорожных машин.

В этой связи становится очевидной необходимость более глубокого и систематического исследования параметров 3D-печати, так как процесс формирования продукта способен оказывать непосредственное влияние на эксплуатационные характеристики получаемых компонентов [1].

Исследуемые параметры печати представляют широкий спектр факторов, к наиболее весомым из которых можно отнести: температурные режимы экструзии, скорость печати, тип используемых материалов и настройки слайсе-

ров. Каждое из этих условий может существенно воздействовать на кинетические и механические свойства конечного продукта, в том числе на его прочность, устойчивость к деградации, капиллярную смачиваемость и уровень деформации под нагрузкой. Так, температура экструзии напрямую влияет на состояние полимера во время печати, что, в свою очередь, определяет адгезию между слоями и конечные механические свойства изготавливаемой детали.

Кроме того, важно учитывать, что каждая заказываемая и изготавливаемая модель (элемент, изделие) может потребовать индивидуального подхода и расчета, поскольку даже небольшие изменения в технике печати могут приводить к значительным различиям в качестве и долговечности деталей. Например, повышенная скорость печати способна привести к нарушению адгезии между слоями, что значительно увеличивает риск возникновения структурных дефектов, способных негативно повлиять на эксплуатационные характеристики изделий 3D-печати.

Таким образом, для полноценной оценки качества и комплексного прогнозирования надежности 3D-напечатанных компонентов, эксплуатация которых происходит в нагруженных условиях, необходимо разрабатывать и применять комплексные методики контроля, которые базируются на современных достижениях науки и известных инновационных методах. Эти методики, в первую очередь, должны включать механические испытания, такие как испытания на растяжение и сжатие, а также анализ микроструктуры материала с использованием высокоэнергетических способов: рентгеновская компьютерная томография или сканирующая электронная микроскопия.

Указанная многофакторная оценка позволит не только определить текущее состояние изготовленных изделий, но и выявить критические параметры печати, требующие соответствующей плановой оптимизации для улучшения эксплуатационных характеристик.

Следовательно, предлагаемый комплексный подход обеспечит более высокую степень точности при определении качества и показателей надежности изделий, что, в конечном итоге, положительно скажется на безопасности и эффективности работы машин, в восстановлении работоспособности которых применены рассматриваемые изделия.

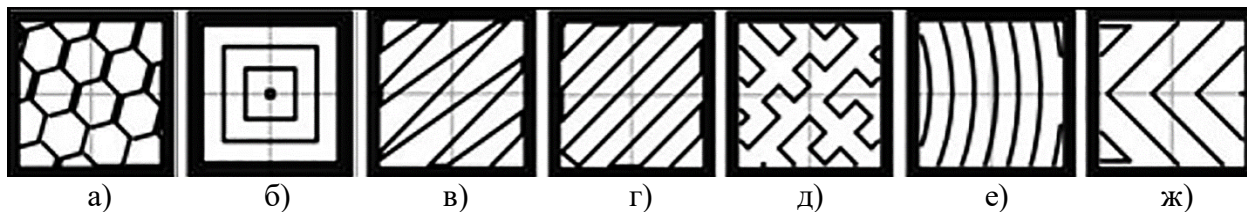
Разнообразие современных схем заполнения матрицы продукта, каждая из которых характеризуется и обладает своими уникальными свойствами и преимуществами, способствует формированию более гибкого подхода к проектированию и производству изделий. Причем схемы заполнения могут варьироваться от простых моделей с равномерным заполнением до более сложных структур и малых необходимых форм, в которых расчетными методами обеспечивают оптимальный баланс между прочностью и маловесностью получаемой детали. Рациональное применение таких схем позволяет разработчикам реализовывать инновационные решения и достигать высоких показателей производительности в 3D-печати.

Опытом изготовления ремонтной продукции установлено, что при использовании различных схем заполнения важным компонентом становится анализ их влияния на конечные механические свойства изделий. Так, применение менее плотных заполнений может привести к снижению общего веса детали, что особенно актуально в отраслях, где каждый грамм имеет значение, таких как авиастроение или автомобильная промышленность.

На рисунке 1 нами представлены рекомендуемые схемы заполнения матрицы изделия.

Процесс формирования структуры детали, производимой с использованием аддитивных технологий, представляет сложный опытный процесс, который начинается на этапе проектирования технического задания. При этом на данной стадии необходимо тщательно учитывать разнообразные технологические особенности, характерные для процесса 3D-печати, поскольку, как ранее

указывалось, они имеют значительное влияние на качество и свойства конечного продукта.



а) б) в) г) д) е) ж)

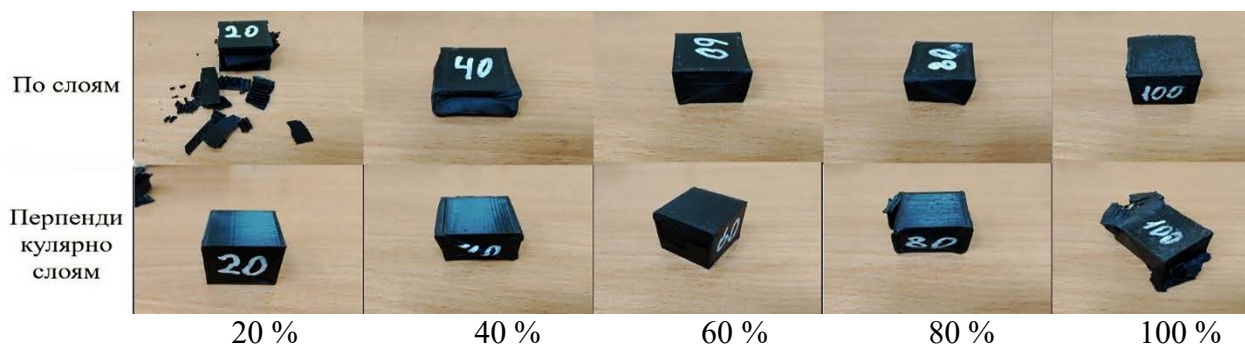
а) honeycomb; б) concentric; в) line; г) rectilinear;  
д) Hilbert curve; е) Archimedean chords; ж) Octagram spiral

**Рисунок 1 – Типы заполнения тела детали материалом**

Для проведения практического опыта были напечатаны контрольные образцы размерами 30×30×30 мм с линейной формой заполнения и плотностью заполнения от 20 до 100 % (рис. 2). Полученные образцы с различной схемой заполнения подвергались испытаниям на разрыв и сжатие (рис. 3).



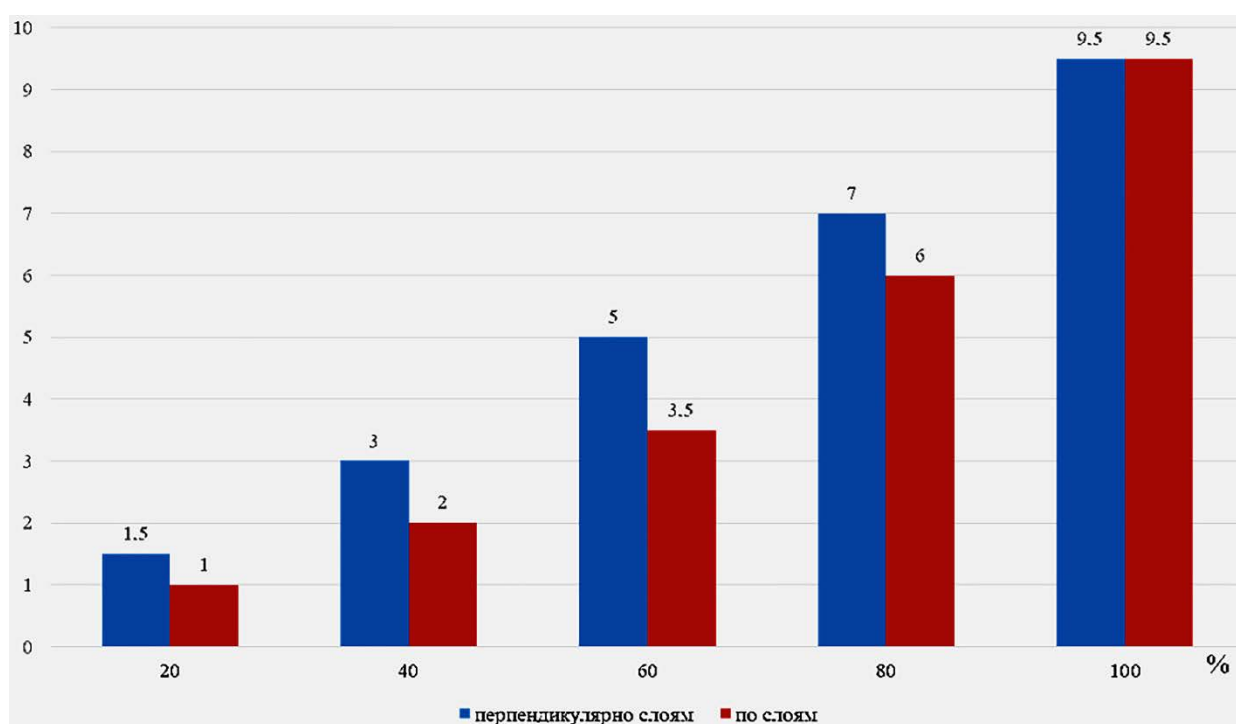
**Рисунок 2 – Опытные образцы**



**Рисунок 3 – Результаты натурального эксперимента**

Полученные данные позволили доказать, что при распределении силовой нагрузки перпендикулярно слоям выдерживаемое образцами силовое нагружение выше, чем при распределении нагрузки параллельно слоям печати (рис. 3).

Также в ходе эксперимента получены экспериментальные данные о том, что при 100 % заполнении матрицы изготавливаемой детали нагрузка распределяется равномерно во всех направлениях. Это подтверждает характер полученных разрушений (рис. 4).



**Рисунок 4 – Сравнительная диаграмма прочности испытываемых образцов**

**Заключение.** К числу ключевых факторов, оказывающих значительное воздействие на структуру конечной детали в целом, а также на параметры, относящиеся к отдельным элементам конструкции, можно отнести скорость печати, температуру экструзии, параметры формирования слоев, а также характеристики используемых материалов, что подтверждено материалами исследований. В этой связи осуществление глубокого и обоснованного выбора указанных параметров позволит инженерам и проектировщикам не только опти-

мизировать процесс производства детали, но также получить информационную матрицу и научный опыт, направленный на достижение высоких уровней повторяемости, качества и надежности в производстве, открывая новые перспективы для разработки изделий, обладающих заданными механическими прогнозируемыми свойствами.

### **Список источников**

1. Волков А. А., Шишлов Д. С., Ус С. С. Применение термопластических полимерных материалов в ремонте и эксплуатации автотракторной техники // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : материалы VII междунар. науч.-практ. конф. Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2025. С. 18–23.

### **References**

1. Volkov A. A., Shishlov D. S., Us S. S. The use of thermoplastic polymer materials in the repair and operation of automotive and tractor equipment. Proceedings from Operation of tractor and agricultural machinery: experience, problems, innovations, prospects: *VII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 18–23), Penza, Penzenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

© Ус С. С., Соколов Д. С., Лебедев Д. О., 2026

Статья поступила в редакцию 29.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 29.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья

УДК 631.544.7:001.891

EDN SIMGNC

### **Проведение экспериментальных исследований в шкафу искусственного климата**

**Юлия Александровна Фальчевская<sup>1</sup>**, аспирант

**Научный руководитель – Филипп Александрович Васильев<sup>2</sup>**,

кандидат технических наук, доцент

<sup>1,2</sup> Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского  
Иркутская область, Молодежный, Россия, [Julia-Katia\\_2010@mail.ru](mailto:Julia-Katia_2010@mail.ru)

**Аннотация.** Разработан и сконструирован шкаф искусственного климата для выращивания листового салата. Определена урожайность салата, составившая 2,5 кг/м<sup>2</sup>. Также установлено содержание сухого вещества (4,56 %).

**Ключевые слова:** эксперимент, шкаф искусственного климата, урожайность, сухое вещество, листовой салат

**Для цитирования:** Фальчевская Ю. А. Проведение экспериментальных исследований в шкафу искусственного климата // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 209–214.

Original article

### **Conducting experimental studies in an artificial climate cabinet**

**Yulia A. Falchevskaya<sup>1</sup>**, Postgraduate Student

**Scientific advisor – Philip A. Vasiliev<sup>2</sup>**,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1,2</sup> Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Yezhevsky

Irkutsk region, Molodezhny, Russia, [Julia-Katia\\_2010@mail.ru](mailto:Julia-Katia_2010@mail.ru)

**Abstract.** An artificial climate cabinet for growing lettuce has been designed and constructed. The yield of lettuce was 2.5 kg/m<sup>2</sup>. The dry matter content (4.56%) was also established.

**Keywords:** experiment, artificial climate cabinet, yield, dry matter, lettuce

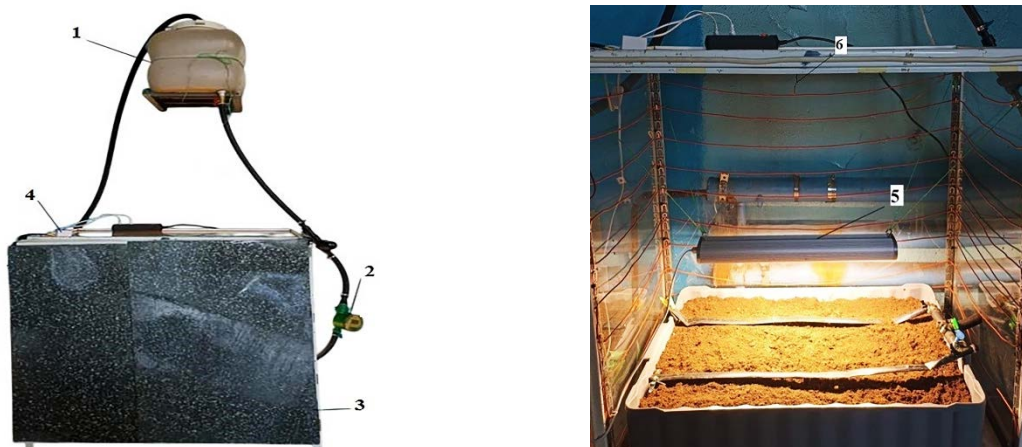
**For citation:** Falchevskaya Yu. A. Conducting experimental studies in an artificial climate cabinet. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 209–214), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

**Цель работы** – определить урожайность листового салата сорта «Московский парниковый», выращиваемого в условиях искусственного климата, для дальнейшей оценки влияния концентрации углекислого газа на рост и развитие овощей. Для достижения цели поставлены и решены задачи:

1. Провести теоретические исследования с целью выявления ключевых факторов, влияющих на урожайность листового салата.
2. Провести экспериментальные исследования по определению урожайности листового салата в условиях искусственного климата.
3. Определить массу сухого вещества и содержание нитратов в листовом салате.

В соответствии с установленной задачей в ходе теоретических исследований были выявлены ключевые факторы, влияющие на урожайность листового салата: агротехнический прием –  $a$ ; минеральное питание –  $min$ ; углекислотное питание –  $CO_2$ ; световое облучение –  $E_{св}$ ; влага –  $w$ ; теплота –  $q$  [1].

**Методика исследований.** С целью изучения влияния углекислого газа на рост и развитие салата на кафедре «Техническое обеспечение АПК» Иркутского государственного аграрного университета сконструирована демонстрационная установка в виде шкафа искусственного климата (рис. 1).



1 – бак с поливной водой; 2 – система автоматического капельного полива; 3 – камера для выращивания салата; 4 – терморегулятор с датчиком температуры; 5 – фитолампа;  
6 – датчик углекислого газа

**Рисунок 1 – Шкаф искусственного климата**

Во время проведения экспериментальных исследований были использованы семена салата сорта «Московский парниковый». Сорт среднеранний, техническая спелость наступает через 35–40 дней после появления всходов.

Салат посеяли в пластмассовом ящике площадью 0,37 м<sup>2</sup> на торфяном грунте, подготовленном в соответствии с агротехническими требованиями культуры в количестве 18 шт. При выращивании данного сорта салата требуется нейтральный уровень кислотности (рН), согласно измерениям он составлял 6,5. Измерение уровня кислотности почвы производили тестером кислотности почвы Aideeren.

Освещение в шкафу искусственного климата производилось внешним источником освещения – фитолампой для растений полного спектра. Уровень фотосинтетической активной радиации (ФАР) находился в рамках диапазона 400–700 нм [2]. Уровень освещенности соответствовал 14 клк. Измерение данного фактора производилось измерителем освещенности.

Установлено, что оптимальная температура при выращивании салата в дневное время составляет 29 °С, в ночное – 15 °С [3].

Известно, что оптимальная скорость движения воздушных масс для лучшего фотосинтеза должна быть равна 0,3–0,5 м/с. Движение воздуха обеспечивалось за счет естественной вентиляции через отверстия в шкафу.

В течение всего периода выращивания салат поливали водой при температуре 22–24 °С. Полив осуществлялся один раз в 2–3 суток по 3 литра на посевную площадь.

Для измерения концентрации углекислого газа в шкафу искусственного климата был установлен датчик МН-Z 19В.

**Результаты исследований.** Измерения результатов проведения эксперимента были проведены на 40 сутки после появления первых всходов листового салата и отражены на рисунках 2–5.



Рисунок 2 – Салат листовой

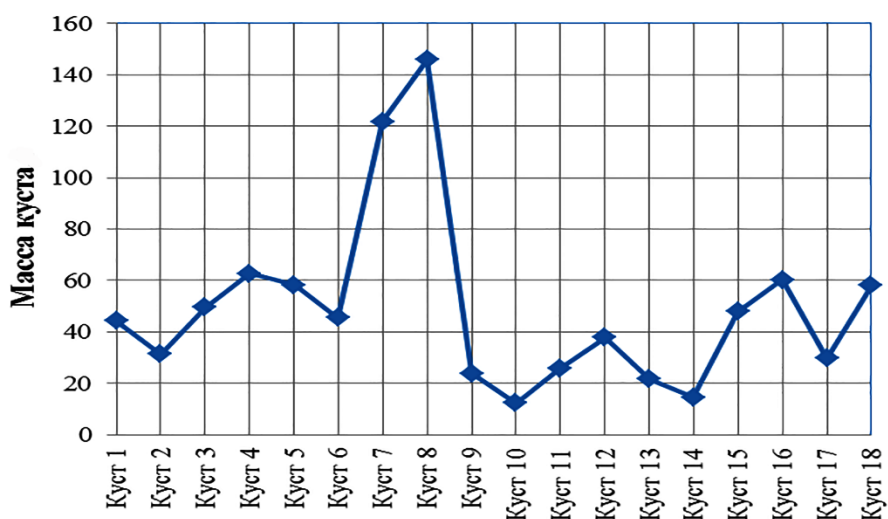


Рисунок 3 – Урожайность салата листового, г

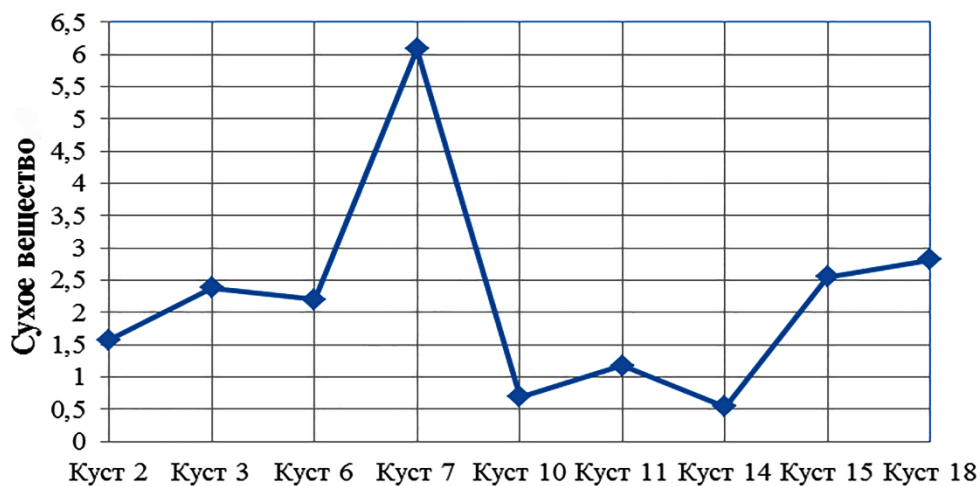
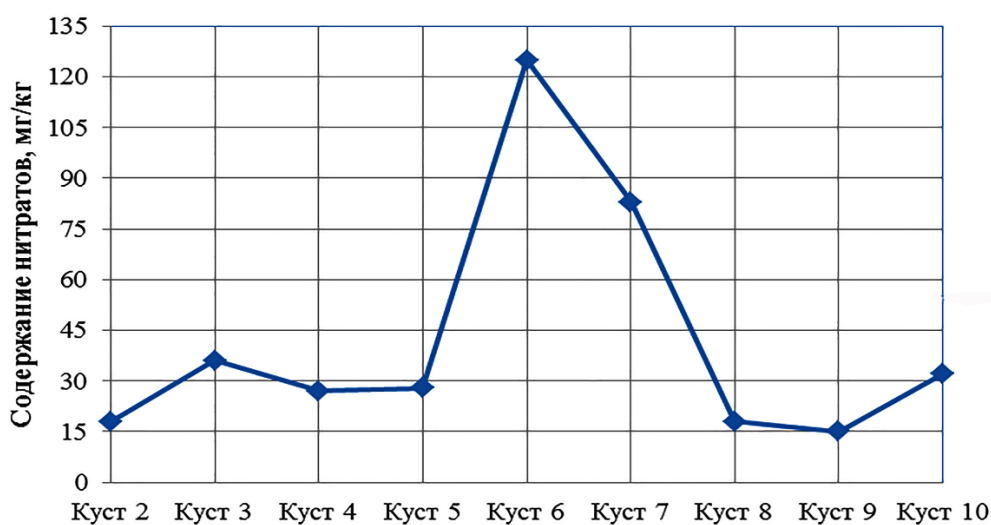


Рисунок 3 – Количество сухого вещества в листьях салата, %



**Рисунок 5 – Содержание нитратов в листьях салата, мг/кг**

Урожайность салата листового при выращивании в сконструированном шкафу искусственного климата составила 2,5 кг/м<sup>2</sup>, что соответствует средним значениям. Сухое вещество достигало 4,56 %, что говорит о высокой питательной ценности. Содержание нитратов соответствовало в среднем 45,9 мг/кг при предельно допустимой концентрации 2 000 мг/кг.

*На основании экспериментальных исследований можно заключить, что разработанный шкаф искусственного климата отвечает необходимым параметрам для выращивания листового салата. Планируется дальнейшее исследование влияния концентрации углекислого газа на рост и развитие овощей в воздухе шкафа при изменении значений CO<sub>2</sub>, полученного из биогаза.*

### **Список источников**

1. Фальчевская Ю. А., Васильев Ф. А. Планирование экспериментальных исследований на демонстрационной установке // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК : материалы нац. науч.-практ. конф. молодых ученых с междунар. участием. Иркутск : Иркутский государственный аграрный университет, 2025. С. 337–345.
2. Никонович Т. В., Добродькин М. М., Моисеева М. О., Кильчевский А. В., Филипеня В. Л., Чижик О. В., Трофимов Ю. В. Влияние светодиодного освещения на развитие растений салата листового // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3.

3. Палкин Ю. Ф., Горбатенко О. Г., Семенов Е. А. О температурном режиме воздуха для выращивания зеленных культур в защищенном грунте // *Сельскохозяйственная биология*. 2014. Т. 49. № 5. С. 102–106.

### References

1. Falchevskaya Yu. A., Vasiliev F. A. Planning of experimental studies at a demonstration facility. Proceedings from Scientific research and development for implementation in the agro-industrial complex: *Natsional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem*. (PP. 337–345), Irkutsk, Irkutskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

2. Nikonovich T. V., Dobrodkin M. M., Moiseeva M. O., Kilchevsky A. V., Filipenya V. L., Chizhik O. V., Trofimov Yu. V. The influence of LED lighting on the development of lettuce plants. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2018;3 (in Russ.).

3. Palkin Yu. F., Gorbatenko O. G., Semenov E. A. On the air temperature regime for growing green crops in protected soil. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2014;49;5:102–106 (in Russ.).

© Фальчевская Ю. А., 2026

Статья поступила в редакцию 23.01.2026; одобрена после рецензирования 03.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 23.01.2026; approved after reviewing 03.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.313  
EDN TRENAW

### **Повышение эффективности предпосевной обработки почвы за счет применения комбинированной бороны**

**Александр Вадимович Фисенко<sup>1</sup>**, аспирант  
**Научный руководитель – Сергей Николаевич Воякин<sup>2</sup>**,  
доктор технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы повышения эффективности предпосевной обработки почвы на основе использования комбинированной бороны. Проведен анализ конструктивных особенностей агрегата и его влияния на качество крошения почвы, выравнивание поверхности и снижение энергозатрат. Установлено, что использование комбинированной бороны позволяет сократить количество проходов техники по полю и повысить производительность работ.

**Ключевые слова:** предпосевная обработка почвы, комбинированная бороны, крошение почвы, энергосбережение, производительность агрегата

**Для цитирования:** Фисенко А. В. Повышение эффективности предпосевной обработки почвы за счет применения комбинированной бороны // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 215–219.

Original article

### **Improving the efficiency of pre-sowing tillage through the use of a combined harrow**

**Alexander V. Fisenko<sup>1</sup>**, Postgraduate Student  
**Scientific advisor – Sergey N. Voyakin<sup>2</sup>**,  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

**Abstract.** The article discusses the issues of improving the efficiency of pre-sowing tillage through the use of a combined harrow. The design features of the unit and its influence on soil crumbling quality, surface leveling and energy consumption are analyzed. It has been established that the use of a combined harrow reduces the

number of machine passes across the field and increases labor productivity.

**Keywords:** pre-sowing tillage, combined harrow, soil crumbling, energy saving, unit productivity

**For citation:** Fisenko A. V. Improving the efficiency of pre-sowing tillage through the use of a combined harrow. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 215–219), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В последние годы все большее распространение в отечественном сельском хозяйстве получают комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, которые способны за один проход выполнить сразу несколько технологических операций. Аграрии используют такие машины при подготовке полей к севу, а также непосредственно для посева некоторых мелкозернистых культур. При подготовке почвы к посеву большое значение имеет выравненность поверхности поля, поскольку микрорельеф почвы влияет на ее водный режим, условия посева, рост и развитие растений, их урожайность, условия уборки урожая и эксплуатации сельскохозяйственной техники. От качества выполнения данной операции зависят равномерность заделки семян, дружность всходов и формирование урожайности. Современные требования к агротехнологиям предполагают минимизацию энергозатрат и сокращение числа проходов машинно-тракторных агрегатов по полю [1].

Традиционно предпосевная обработка включает рыхление, крошение, выравнивание и прикатывание почвы. Выполнение указанных операций отдельными орудиями увеличивает затраты времени и топлива, способствует уплотнению почвы и снижению ее агрофизических показателей. Одним из перспективных направлений совершенствования технологии является применение комбинированных почвообрабатывающих агрегатов [2].

Предпосевная обработка почвы направлена на создание оптимального посевного ложа, обеспечивающего равномерную заделку семян и дружные всходы. В современных условиях особое значение приобретает снижение

энергозатрат и сокращение числа технологических операций [3].

Комбинированный сельскохозяйственный агрегат – это сложное навесное (прицепное) оборудование для тракторов, используемое для предпосевной обработки почвы и для посева некоторых культур. Он позволяет выполнить несколько технологических операций (или даже сразу все) за один проход. Поскольку комбинированный агрегат для обработки почвы представляет собой достаточно сложную инженерную конструкцию, перед проектировщиками подобной техники всегда стоит задача найти оптимальное соотношение между стремлением совместить как можно больше технологических операций в одном агрегате и возможностью сохранить высокий уровень качества выполнения этих операций. Причем учитывать приходится не только сугубо технические проблемы, но и вопрос применимости такой техники в различных почвенно-климатических условиях [4].

Дисковые элементы осуществляют предварительное рыхление и измельчение растительных остатков. Пружинные или зубовые рабочие органы способствуют дополнительному крошению почвы и формированию мелкокомковатой структуры. Выравнивающие устройства обеспечивают планировку поверхности поля [5].

Для оценки эффективности применения комбинированной бороны рекомендуется использовать следующие показатели:

- 1) степень крошения почвы (процент агрегатов размером до 25 мм);
- 2) выравненность поверхности (коэффициент неровностей);
- 3) удельный расход топлива, кг/га;
- 4) производительность агрегата, га/час.

Сравнительный анализ проводился по отношению к традиционной системе предпосевной обработки, включающей культивацию и боронование отдельными орудиями [6]. Результаты анализа представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Сравнительный анализ показателей предпосевной обработки**

<b>Показатели</b>	<b>Традиционная технология</b>	<b>Комбинированная борона</b>	<b>Изменение, %</b>
Степень крошения почвы, %	72	83	15
Производительность, га/час	6,5	7,8	20
Расход топлива, кг/га	9,8	7,9	-19

Анализ данных показывает, что применение комбинированной бороны способствует увеличению степени крошения почвы на 15 %, росту производительности на 20 % и снижению расхода топлива почти на 19 %. Сокращение числа проходов техники также уменьшает уплотнение пахотного слоя.

*Таким образом, использование комбинированных агрегатов является эффективным направлением совершенствования технологии предпосевной обработки почвы и позволяет повысить экономическую и энергетическую эффективность производства.*

### **Список источников**

1. Кирюшин В. И. Теория и практика минимальной обработки почвы. М. : КолосС, 2010. 423 с.
2. Лобачевский Я. П. Машины и орудия для обработки почвы. М. : Агропромиздат, 2015. 312 с.
3. Бурлаков В. И., Рябцев А. Н. Современные почвообрабатывающие агрегаты и их эффективность // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2021. № 5. С. 14–18.
4. Сысуев В. А., Жуков В. А. Совершенствование технологий предпосевной обработки почвы в условиях Дальнего Востока // Вестник аграрной науки. 2020. № 3. С. 45–51.
5. Беляев Н. М. Энергосберегающие технологии механической обработки почвы. М. : Росинформагротех, 2018. 276 с.
6. Кравченко И. Н., Дорофеев С. В. Оценка качества подготовки посевного ложа при использовании комбинированных агрегатов // Техника в сельском хозяйстве. 2022. № 4. С. 22–27.

### **References**

1. Kiryushin V. I. *Theory and practice of minimum tillage*, Moscow, KolosS, 2010, 423 p. (in Russ.).

2. Lobachevsky Ya. P. *Machines and implements for tillage*, Moscow, Agropromizdat, 2015, 312 p. (in Russ.).
3. Burlakov V. I., Ryabtsev A. N. Modern tillage units and their efficiency. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva*, 2021;5:14–18 (in Russ.).
4. Sysuev V. A., Zhukov V. A. Improvement of pre-sowing tillage technologies in the conditions of the Far East. *Vestnik agrarnoi nauki*, 2020;3:45–51 (in Russ.).
5. Belyaev N. M. *Energy-saving technologies of mechanical tillage*, Moscow, Rosinformagrotekh, 2018, 276 p. (in Russ.).
6. Kravchenko I. N., Dorofeev S. V. Assessment of seedbed preparation quality when using combined units. *Tekhnika v sel'skom khozyaistve*, 2022;4:22–27 (in Russ.).

© Фисенко А. В., 2026

Статья поступила в редакцию 29.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 29.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья

УДК 631.313

EDN UALPYL

### **Сравнительный анализ зубовых борон по воздействию на физические свойства почвы**

**Александр Вадимович Фисенко<sup>1</sup>**, аспирант

**Научный руководитель – Сергей Николаевич Воякин<sup>2</sup>**,

доктор технических наук, доцент

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

**Аннотация.** Представлен обзор видов зубовых борон и анализ их воздействия на физико-механические свойства почвы. Рассмотрены принцип действия и агротехническое назначение зубовых борон, влияние различий в их конструкции на влагоемкость и структурность почвы. На основе обзора литературы и практического опыта приведены рекомендации по выбору типа зубовой бороны для конкретных условий региона.

**Ключевые слова:** зубовая борона, боронование, влажность почвы, плотность почвы, структура почвы, Амурская область

**Для цитирования:** Фисенко А. В. Сравнительный анализ зубовых борон по воздействию на физические свойства почвы // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 220–226.

Original article

### **Comparative analysis of tooth harrows on the effects on the physical properties of the soil**

**Alexander V. Fisenko<sup>1</sup>**, Postgraduate Student

**Scientific advisor – Sergey N. Voyakin<sup>2</sup>**,

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

**Abstract.** An overview of the types of tooth harrows and an analysis of their effects on the physico-mechanical properties of the soil are presented. The principle of operation and agrotechnical purpose of tooth harrows, the influence of differences in their design on the moisture capacity and soil structure are considered. Based on a review of the literature and practical experience, recommendations are given on

choosing the type of tooth harrow for specific regional conditions.

**Keywords:** tooth harrow, harrowing, soil moisture, soil density, soil structure, Amur region

**For citation:** Fisenko A. V. Comparative analysis of tooth harrows on the effects on the physical properties of the soil. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 220–226), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В Амурской области вследствие модернизации парка техники и внедрения ресурсосберегающих технологий наметилась тенденция к минимизации обработки почвы. Крупные хозяйства все чаще отказываются от лишних проходов тяжелых орудий и отвальной вспашки, ограничиваясь поверхностными обработками. В этом контексте зубовые бороны сохраняют свою актуальность как сравнительно простые, легкие и экономичные орудия, позволяющие за один проход выполнить несколько задач: рыхление без переворота пласта, закрытие влаги и частичное уничтожение сорняков. Однако выбор конкретного типа бороны (традиционной или модернизированной конструкции) должен основываться на понимании ее влияния на физические свойства почвы и учете местных условий.

**Цель работы** – обобщить сведения о видах зубовых борон и сравнить их воздействие на влажность и плотность (структурное состояние) почвы, а также сформулировать рекомендации по применению различных борон в агротехнических условиях Амурской области.

Зубовые бороны применяют преимущественно для рыхления верхних слоев почвы после вспашки или культивации, разрушения глыб и корки, уничтожения сорняков, а также заделывания семян и удобрений при разбросном посеве. Классификация и характеристики зубовых борон даны в таблице 1.

Бороны бывают легкие, средние и тяжелые. Это деление определяется нагрузкой на зуб от массы бороны. Различия в конструкции и массе бороны могут заметно влиять на качество рыхлого слоя.

Таблица 1 – Характеристики типов зубовых борон

Тип бороны	Конструкция и рабочие параметры	Основное назначение	Особенности влияния на почву
<b>Тяжелая</b>	жесткая рама, квадратные зубья; давление 2–3 кг/зуб; глубина 6–8 см	дробление крупных комьев после вспашки; обработка целинных земель, лугов и пастбищ; боронование зяби	интенсивно рыхлит и снижает плотность верхнего слоя; при оптимальной влажности улучшает структурность; в сухую погоду возможно чрезмерное распыление грунта; на сырой почве – эффект мазания и укрупнения комков
<b>Средняя</b>	жесткая рама, квадратные зубья; давление 1–2 кг/зуб; глубина 5–6 см	универсальное рыхление на средней глубине; предпосевная обработка на окультуренных почвах; уничтожение проростков сорняков	умеренно рыхлит без сильного дробления; улучшает аэрацию и влагоемкость; эффект сохранения влаги выражен, если почва не пересушена; на тяжелых почвах может не разбить самые крупные глыбы
<b>Легкая</b>	облегченная рама, круглые зубья; давление менее 1 кг/зуб; глубина 2–4 см	поверхностное боронование: закрытие влаги ранней весной; разрушение почвенной корки; выравнивание поля перед посевом; заделка семян, удобрений; боронование всходов	способствует сохранению влаги за счет создания рыхлой мульчи; не разрушает крупных комков на твердой почве (малая эффективность при сильном уплотнении)
<b>Пружинная (штригель)</b>	гибкие пружинные зубья (диаметр 6–12 мм, длина 40 см) на шарнирной раме; угол атаки и вибрация регулируются; глубина обработки 3–9 см (до 8–9 см при наклоне зубьев)	боронование по всходам и междурядное рыхление без повреждения растений; закрытие влаги на влажных полях; предпосевное рыхление с одновременным выравниванием; повторное боронование посевов для уничтожения сорняков	обеспечивает деликатное рыхление с вибрационным эффектом – почва хорошо разуплотняется, но не «измельчается» в пыль; улучшается структурное состояние верхнего слоя, эффективно разрушается корка; сорняки вычесываются и выбиваются из грунта; за счет пружинящих зубьев и их высокой частоты не образует гребней, поле остается ровным; влажность сохраняется
<b>Сетчатая (гибкая)</b>	секции гибкой конструкции (цепно-шарнирная рама); короткие пружинные зубья разных форм (острые, ножевидные, тупые); глубина рыхления 3–5 см	ранневесеннее закрытие влаги на полях с неровным рельефом; боронование по стерне и после посева; уход за посевами на гребнях; также применяется для поверхностного рыхления лугов, пастбищ и разравнивания навоза на выпасах	равномерно обрабатывает почву на склонах и волнистых полях; сохраняет влагу подобно обычным боронам (разрушает корку, создает мульчу); структура почвы улучшается: крупные комки дробятся, поверхность выравнивается; избытка пылевидных частиц, как правило, не образует; однако при сильном уплотнении эффективна лишь в сочетании с тяжелыми боронами (самостоятельно может не прорезать плотный слой глубже 2–3 см)

Так, тяжелая борона с большим давлением на зубья разрыхляет глубже и интенсивнее, чем легкая. На тяжелых глинистых почвах таким образом можно разбить крупные глыбы после вспашки, увеличить общую порозность грунта. Но если почва слишком сухая, чрезмерно тяжелое боронование приводит к «перемалыванию» структуры в пыль [1]. Сухие прочные комки при сильном ударе зуба распадаются на очень мелкие частицы – получается пылеватый рыхлый слой, практически лишенный устойчивых агрегатов. Такая запыленность нежелательна: во-первых, при ветре возможна эрозия (выдувание); во-вторых, после дождей пылеватый слой легко слеживается в новую корку.

Наоборот, если почва влажная, тяжелый проход бороны может привести к мазанию: мелкие комочки разрыхленной сырой земли слипнутся друг с другом, укрупнятся в лепешки и при подсыхании образуется еще более плотная корка. Легкая борона в этом случае была бы даже эффективнее; она лишь слегка взрыхлит влажную поверхность, не превращая ее в кашу.

Таким образом, тяжелые бороны наиболее полезны при оптимальной или слегка повышенной влажности почвы для интенсивного рыхления, а на пересохшей или переувлажненной почве их применение несет риски ухудшения структуры. Легкие бороны, напротив, почти не могут повредить структуру, их воздействие очень слабое. Но и эффект рыхления минимальный: по сухой плотной почве легкая борона «скользит», не разрушая прочные комки (остается крупноглыбистая структура). Поэтому на полях с прочной сухой коркой легкая борона малоэффективна. Тут показана либо более тяжелая борона, либо специальная пружинная (штригельная) конструкция, зубья которой за счет вибрации способны разрушать корку, не перемалывая почву полностью [2].

Особый интерес представляет действие пружинных (вибрационных) борон на структуру почвы. Вибрация зубьев, возникающая из-за неравномерного сопротивления почвы при движении бороны, приводит к более деликатному рыхлению: почва словно «взбивается», большие глыбы разламываются, но при

этом значительная часть агрегатов сохраняется в оптимальном (комковато-зернистом) состоянии. Исследователями и конструкторами отмечено, что применение борон с вибрирующими пружинными зубьями позволяет лучше сформировать структуру верхнего слоя; по сравнению с традиционными жесткими боронами получается рыхлый слой, состоящий из агрегатов разного размера, без избытка пыли. Это создает благоприятные условия для прорастания семян и аэрации, но одновременно предотвращает быстрое запыление или ветровую эрозию, так как часть прочных агрегатов сохраняется.

Кроме того, колеблющиеся зубья более эффективно уничтожают сорняки: помимо прямого выдергивания, вибрация трясет и вываливает из почвы даже укоренившиеся проростки сорных растений. Таким образом, штригельные бороны оказывают щадящее воздействие на почву, улучшая ее структуру и не вызывая уплотнения. Их рекомендуют применять в условиях, когда обычные тяжелые орудия приводят к негативным последствиям (например, при необходимости рыхлить верхний слой на полях с повышенной влажностью или при многократном бороновании в течение сезона).

Сетчатые (гибкие) бороны благодаря своей конструкции также влияют на почву несколько иначе, чем жесткие зубовые. Гибкая борона в процессе работы как бы «причесывает» поле: ее подвижные зубья копируют рельеф, равномерно выбирая все возвышения и заглубляясь во впадины. В результате глубина обработки выравнивается (нет недобранных мест). Сетчатая борона особенно хороша на полях сложной конфигурации (волнистый рельеф, гребни) – там, где обычная рамная борона может местами висеть в воздухе или, наоборот, зарываться. Воздействие на почву у гибких борон считается более мягким: нет сильного давления на отдельные точки, так как нагрузка распределена по многим подвижным элементам. Поэтому структурное состояние после шлейф-боронования обычно характеризуется однородным мелкокомковатым слоем. Влагосберегающий эффект при этом аналогичен обычному боронованию –

разрушение капилляров и корки приводит к уменьшению испарения. Однако на очень тяжелых заплывающих почвах эффективность гибких борон может быть ниже, чем у тяжелых из-за малого веса они не всегда способны разломить крупные глыбы или проникнуть в плотную корку более чем на 2–3 см.

В таких случаях агрономы комбинируют проходы: сначала тяжелая борона разбивает основные комья, затем для выравнивания и разделки мелких агрегатов пускают сетчатую борону.

Эффективность применения зубовых борон в Амурской области определяется свойствами местных почв и особенностями климата. Как уже отмечалось, преобладающие лугово-черноземовидные почвы характеризуются тяжелым механическим составом (суглинки, глины) и недостаточной водопроницаемостью. Летом эти почвы склонны к переувлажнению: муссонные ливни в конце лета нередко приводят к застою воды на полях из-за слабого дренажа и наличия частично мерзлого подслоя (сезонное промерзание на глубину до 2–3 м, оттаивающее лишь к августу). В результате в июле – августе возможны подтопления посевов, гибель растений от избытка влаги и нехватка кислорода в корнеобитаемом слое. С другой стороны, весной и в начале лета осадков выпадает сравнительно мало, при интенсивном испарении культура может страдать от засухи уже в июне.

**Заключение.** *Бороновальные агрегаты традиционно широко используются при закрытии влаги на зяби и на паровых полях, выравнивания полей и дробления комьев, разрушения почвенной корки и уничтожении сорной растительности, довсходовом и повсходовом бороновании сельскохозяйственных культур, при уходе за лугами и пастбищами и т. д. Кроме того, бороны способствуют равномерному распределению растительных остатков по полю, что тоже положительно сказывается на структуре и влагоемкости почвы.*

### **Список источников**

1. Сабитов М. М. Влияние предпосевной обработки почвы на урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (17). С. 31–35.
2. Немыкин А. А., Никульчев К. А. Минимализация обработки почвы в Амурской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 10 (41). С. 58–63.

### **References**

1. Sabitov M. M. Effect of pre-sowing soil tillage on spring wheat yield in the forest-steppe of the Volga region. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022;3(17):31–35 (in Russ.).
2. Nemykin A. A., Nikulchev K. A. Minimization of soil tillage in Amur region. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2015;10(41):58–63 (in Russ.).

© Фисенко А. В., 2026

Статья поступила в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 620.9:004.9(571.61)  
EDN UXYWJY

### **Система мониторинга и диспетчеризации энергетических ресурсов Амурской области: состояние, проблемы и перспективы развития**

**Даниил Юрьевич Ходаковский<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Сергей Николаевич Воякин<sup>2</sup>**,  
доктор технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [khodakovsky.danya@yandex.ru](mailto:khodakovsky.danya@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье представлен комплексный анализ текущего состояния и перспектив развития Государственной информационной системы «Региональная система мониторинга и диспетчеризации энергетических ресурсов Амурской области». Рассмотрена структура генерации региона, выявлены ключевые инфраструктурные проблемы. Предложена концепция перехода к интеллектуальной гибридной диспетчеризации с использованием алгоритмов искусственного интеллекта и стандартов МЭК 61850 для компенсации волатильности возобновляемых источников энергии.

**Ключевые слова:** энергетические ресурсы, система мониторинга и диспетчеризации, цифровая трансформация, гибридная генерация, предиктивная аналитика, Амурская область

**Для цитирования:** Ходаковский Д. Ю. Система мониторинга и диспетчеризации энергетических ресурсов Амурской области: состояние, проблемы и перспективы развития // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 227–231.

Original article

### **Monitoring and dispatching system for energy resources of the Amur region: current state, challenges, development prospects**

**Daniil Yu. Khodakovsky<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Sergey N. Voyakin<sup>2</sup>**,  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[khodakovsky.danya@yandex.ru](mailto:khodakovsky.danya@yandex.ru)

**Abstract.** The article presents a comprehensive analysis of the current state and prospects for the development of the State Information System "Regional System for Monitoring and Dispatching Energy Resources of the Amur region". The structure of the region's generation is considered, and key infrastructure problems are identified. The concept of transition to intelligent hybrid dispatching using artificial intelligence algorithms and IEC 61850 standards to compensate for the volatility of renewable energy sources is proposed.

**Keywords:** energy resources, monitoring and dispatching system, digital transformation, hybrid generation, predictive analytics, Amur region

**For citation:** Khodakovskiy D. Yu. Monitoring and dispatching system for energy resources of the Amur region: current state, challenges, development prospects. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 227–231), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Энергетический комплекс Амурской области играет стратегическую роль в социально-экономическом развитии Дальнего Востока, что закреплено в документах стратегического планирования РФ [1]. Регион обладает колоссальным потенциалом гидрогенерации и развивающимся сектором возобновляемых источников энергии. Однако его географические особенности, суровые климатические условия и территориальная разобщенность потребителей создают серьезные вызовы для эффективного управления энергосистемой. В современных условиях критически важным становится развитие интегрированной системы мониторинга и диспетчеризации, способной обеспечить балансировку энергосистемы в реальном времени.

**Целью работы** является анализ функционирования Государственной информационно-коммуникационной системы «Региональная система мониторинга и диспетчеризации энергетических ресурсов Амурской области» и разработка направлений ее модернизации для перехода к парадигме *Smart Grid*.

*Анализ текущего состояния энергетической инфраструктуры.* Энергосистема Амурской области имеет уникальную структуру, опирающуюся на

«зеленую» генерацию. По данным ПАО «РусГидро», основу мощности составляют Зейская и Бурейская ГЭС. По состоянию на 1 января 2024 г., установленная мощность составила около 4 307,0 МВт, из которых более 85 % приходится на гидроэлектростанции.

Объем производства электроэнергии в 2023 г. достиг 18,06 млрд. кВт·час, что подтверждает высокий экспортный потенциал региона. При этом прогнозируется существенный рост нагрузки: к 2029 г. ожидается достижение максимума потребления (около 2 352 МВт·час) со среднегодовым темпом прироста, равным 5,49 %, что обусловлено вводом крупных промышленных объектов (в частности Амурский газоперерабатывающий и газохимический комбинаты) и развитием железнодорожной инфраструктуры.

В настоящее время функции диспетчерского управления выполняются филиалом АО «ДРСК» и службами генерирующих компаний, однако системы мониторинга зачастую фрагментированы и не объединены в единую цифровую платформу [2].

*Проблематика учета и функционирования системы.* Несмотря на внедрение автоматизированных систем, соответствующих общим требованиям к интеллектуальным системам учета, можно выделить ряд системных проблем:

1. Инфраструктурная неоднородность и потери. Хотя общие потери электроэнергии были снижены до 8,0 %, в распределительных сетях напряжением 35 кВ фиксируется критический уровень технологических потерь – в отдельных случаях до 69,48 % от отпуска в сеть. Это свидетельствует о физическом износе и несоответствии оборудования современным требованиям.

2. *Низкая наблюдаемость сети.* На 2020 г. лишь около 48,5 % приборов учета имели функцию дистанционного сбора данных. Отсутствие механизмов двустороннего взаимодействия снижает гибкость энергосистемы и затрудняет выявление нетехнических потерь.

3. *Отсутствие единой платформы.* Разрозненность информационных систем не позволяет проводить комплексный анализ энергопотребления и прогнозировать нагрузки, что делает управление реактивным, а не предиктивным, как того требуют современные подходы к цифровой трансформации [2].

Ввод крупных объектов солнечной генерации плановой мощностью около 650 МВт создает теоретический вызов для диспетчеризации из-за волатильности выработки возобновляемых источников энергии.

Для решения этой проблемы **предлагается модернизация Государственной информационной системы «Региональная система мониторинга и диспетчеризации энергетических ресурсов Амурской области» по следующим цифровым направлениям [1]:**

1. *Внедрение предиктивной аналитики и искусственного интеллекта.* Необходимо создание модуля на базе искусственного интеллекта для ультракраткосрочного прогнозирования выработки солнечными электростанциями с шагом 1–5 минут. Это позволит использовать гидроагрегаты ГЭС в качестве высокоскоростного компенсатора («виртуального аккумулятора») для сглаживания резких скачков мощности.

2. *Стандартизация протоколов (МЭК 61850).* Для обеспечения работы противоаварийной автоматики и систем автоматического регулирования частоты и мощности необходим переход на международные стандарты и протоколы [2]. Это обеспечит высокую скорость обмена данными и унификацию, что также важно для кибербезопасности критической инфраструктуры.

3. *Создание единой цифровой платформы.* Платформа государственной информационной системы должна базироваться на технологиях Big Data, IoT и облачных вычислениях, объединяя данные от генерации, передачи и конечного потребления. Это позволит реализовать функции самодиагностики оборудования и автоматической реконфигурации сетей.

**Заключение.** Государственная информационная система «Региональная система мониторинга и диспетчеризации энергетических ресурсов Амурской области» находится на этапе критической трансформации. Для обеспечения энергетической безопасности и поддержки промышленного роста регион должен перейти от пассивной учетной системы к интеллектуальной гибридной платформе. Ключевыми направлениями модернизации являются:

1. *Ускоренное и полное оснащение сетей интеллектуальными приборами учета.*
2. *Внедрение алгоритмов искусственного интеллекта для предиктивной балансировки мощностей гидро- и солнечных электростанций.*
3. *Обеспечение кибербезопасности и применение сертифицированных отечественных решений.*

Реализация данных мер позволит создать эффективный инструмент управления энергетическими ресурсами, соответствующий современным вызовам цифровой экономики.

#### **Список источников**

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 г. М. : Министерство энергетики России, 2020.
2. Ковалев А. А., Петров С. В. Цифровая трансформация энергетики: вызовы и возможности // *Электрические станции*. 2023. № 5. С. 12–19.

#### **References**

1. *Energy Strategy of the Russian Federation for the period up to 2035*, Moscow, Ministerstvo energetiki Rossii, 2020 (in Russ.).
2. Kovalev A. A., Petrov S. V. Digital transformation of energy: challenges and opportunities. *Elektricheskie stantsii*, 2023;5:12–19 (in Russ.).

© Ходаковский Д. Ю., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 656.13  
EDN VMUOFZ

### **Адаптация транспортного средства для перевозки частично заполненной жидким грузом емкости**

**Виктор Сергеевич Шиляев**<sup>1</sup>, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Сергей Васильевич Щитов**<sup>2</sup>,  
доктор технических наук, профессор  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru)

**Аннотация.** Рассмотрены проблемы транспортировки жидкостей в частично наполненных резервуарах. Проанализированы методы адаптации автомобилей, занимающихся перевозкой жидких веществ при неполном заполнении емкости. Представлена формула оценки условий продольно-поперечной устойчивости автомобиля.

**Ключевые слова:** автомобиль, частично заполненный резервуар, перевозка жидкости, устойчивость

**Для цитирования:** Шиляев В. С. Адаптация транспортного средства для перевозки частично заполненной жидким грузом емкости // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 232–235.

Original article

### **Adaptation of a vehicle for transportation of a container partially filled with liquid cargo**

**Victor S. Shilyaev**<sup>1</sup>, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Sergey V. Shchitov**<sup>2</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[shitov.sv1955@mail.ru](mailto:shitov.sv1955@mail.ru)

**Abstract.** The problems of transportation of liquids in partially filled tanks are considered. The methods of adaptation of vehicles engaged in the transportation of liquid substances with incomplete filling of the tank are analyzed. A formula for estimating the conditions of longitudinal and transverse stability of a car is presented.

**Keywords:** vehicle, partially filled tank, liquid transportation, stability

**For citation:** Shilyaev V. S. Adaptation of a vehicle for transportation of a container partially filled with liquid cargo. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 232–235), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Транспортировка жидких материалов в полной емкости не вызывает особых проблем ни при ускорениях, ни при поворотах и остановках. Однако при частичном заполнении резервуара возникают значительные трудности: меняется объем жидкости и положение ее центра тяжести, что существенно ухудшает управляемость машины.

Наиболее критичные ситуации возникают именно при местных перемещениях, когда топливо доставляют к технике, работающей на удаленных участках хозяйства. Чтобы повысить уровень безопасности перевозок, необходимо адаптировать транспортные средства таким образом, чтобы минимизировать риск потери стабильности даже при частичной загрузке емкости.

Проблематика перевозки жидких грузов с частичным заполнением изучалась в ряде научных публикаций, где рассматривались следующие ключевые моменты [1, 2]:

- 1) факторы, влияющие на боковую устойчивость машин при эксплуатации с полунаполненными емкостями;
- 2) особенности поведения транспорта на дорогах с уклоном при полупустых емкостях;
- 3) роль конструкции и технических характеристик самого транспортного средства в обеспечении стабильного передвижения с частичными объемами жидкости в перевозимых емкостях.

Таким образом, в процессе перевозки грузов с частично заполненной емкостью необходимо отметить, что кроме продольных сил, действующих при движении по прямолинейной траектории, при поперечных и продольных наклонах транспортного средства, при торможении и на поворотах возникают

поперечные силы, снижающие продольно-поперечную устойчивость. Транспортное средство сохраняет продольно-поперечную устойчивость при выполнении условия (1) и теряет данную устойчивость при выполнении условия (2):

$$M_{\text{оп}} < M_{\text{ст}}, \quad (1)$$

$$M_{\text{оп}} > M_{\text{ст}} \quad (2)$$

где  $M_{\text{оп}}$  – опрокидывающий момент, возникающий из-за изменения формы объема жидкости и смещения центра тяжести при поперечных и продольных наклонах транспортного средства, при торможении и на поворотах, Н·м;

$M_{\text{ст}}$  – стабилизирующий момент, препятствующий опрокидыванию транспортного средства при изменении формы объема жидкости и смещения центра тяжести при поперечных и продольных наклонах транспортного средства, при торможении и на повороте, Н·м.

Одним из способов улучшения стабилизации является введение коэффициента поперечной устойчивости ( $K_c$ ), характеризующего отношение стабилизирующего момента к моменту отсутствия стабилизации и определяемого с использованием формулы (3):

$$K_c = \frac{M_{\text{ст}}}{M_{\text{оп}}} \quad (3)$$

**Коэффициент поперечной устойчивости** позволяет оценить следующие факторы, влияющие на боковую устойчивость автомобиля при частичном заполнении цистерны:

1) *изменение формы объема жидкости*: при поворотах и наклонах автомобиля жидкость перераспределяется внутри цистерны, меняя свою конфигурацию; это приводит к изменению центра тяжести системы, что снижает общую устойчивость;

2) *смещение центра тяжести*: перемещение жидкости внутри частично заполненного резервуара ведет к смещению общего центра тяжести транспортного средства относительно оси вращения; чем больше свободное пространство в цистерне, тем сильнее колебания жидкости и соответственно большее смещение центра тяжести;

3) *скорость движения и резкость маневра*: чем быстрее движется автомобиль и чем резче выполняются повороты или торможения, тем выше интенсивность колебаний жидкости и перемещений центра тяжести, что увеличивает опасность нарушения устойчивости.

**Заключение.** *Разработанное техническое предложение направлено на повышение общей безопасности транспортировки жидких грузов и улучшение эксплуатационных качеств автотранспорта.*

### **Список источников**

1. Поликутина Е. С., Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Двойнова Н. Ф., Щитова В. А. Влияние конструктивно-технологических параметров транспортного средства, перевозящего жидкий груз с частично заполненной емкостью, на поперечную устойчивость // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 213. С. 154–162.

2. Поликутина Е. С., Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Двойнова Н. Ф., Щитова В. А. Особенности движения транспортных средств с неполно заполненной емкостью по дорогам, имеющим продольный уклон // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 6 (116). С. 76–81.

### **References**

1. Polikutina E. S., Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Dvoynova N. F., Shchitova V. A. Influence of structural and technological parameters of a vehicle carrying liquid cargo with a partially filled container on lateral stability. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2025;213:154–162 (in Russ.).

2. Polikutina E. S., Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Dvoynova N. F., Shchitova V. A. Features of the movement of vehicles with an incompletely filled tank on roads with a longitudinal slope. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2025;6(116):76–81 (in Russ.).

© Шиляев В. С., 2026

Статья поступила в редакцию 23.01.2026; одобрена после рецензирования 05.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 23.01.2026; approved after reviewing 05.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 004.85  
EDN VSDBYS

### **Применение методов машинного обучения для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур по метеоданным**

**Дмитрий Владимирович Шишенков<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Андрей Станиславович Ижевский<sup>2</sup>**,  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [shishenkovd@gmail.com](mailto:shishenkovd@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассмотрены возможности методов машинного обучения для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от данных о погодных условиях. Проведен компьютерный эксперимент с использованием языка Python и библиотеки scikit-learn, в ходе которого были созданы и сопоставлены несколько фигур машинного обучения. Полученные результаты показывают важность использования методов анализа данных для понимания задач агроинженерии.

**Ключевые слова:** агроинженерия, машинное обучение, прогнозирование урожайности, метеоданные

**Для цитирования:** Шишенков Д. В. Применение методов машинного обучения для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур по метеоданным // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 236–240.

Original article

### **The use of machine learning methods to predict crop yields based on weather data**

**Dmitriy V. Shishenkov<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Andrey S. Izhevsky<sup>2</sup>**,  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[shishenkovd@gmail.com](mailto:shishenkovd@gmail.com)

**Abstract.** The article discusses the possibilities of machine learning methods for predicting crop yields depending on weather data. A computer experiment was

conducted using the Python language and the scikit-learn library, during which several machine learning figures were created and compared. The results show the importance of using data analysis methods to understand the challenges of agroengineering.

**Keywords:** agroengineering, machine learning, yield forecasting, weather data

**For citation:** Shishenkov D. V. The use of machine learning methods to predict crop yields based on weather data. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 236–240), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Увеличение объема сельскохозяйственной метеорологической информации, полученной из открытых источников и автоматизированных измерительных систем, проложило путь к использованию технологий машинного обучения в задачах прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур.

Прогноз урожайности может обеспечить рациональное использование ресурсов. Традиционные статистические методы не всегда способны учитывать сложную взаимосвязь между климатом и биологическими процессами роста растений, что определяет важность использования алгоритмов машинного обучения.

**Целью работы** явилось исследование эффективности различных моделей машинного обучения для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур на основе метеоданных с проведением соответствующего вычислительного эксперимента.

**Методика исследований.** В исследовании использовались открытые статистические и метеорологические данные. Вычислительный эксперимент проведен в среде программирования Python, с применением библиотек scikit-learn, numpy, pandas, matplotlib.pyplot, seaborn, которые обеспечивают визуальный анализ сравнений.

В эксперименте последовательно обучались следующие модели:

- 1) линейная регрессия (Linear Regression);
- 2) гребневая регрессия (Ridge Regression);

- 3) случайный лес (Random forest);
- 4) градиентный бустинг (Gradient Boosting);
- 5) метод опорных векторов (SVR).

Качество оценивалось с использованием стандартных метрик регрессий: MAE, RMSE и коэффициента детерминации, рекомендованных для количественных прогностических функций.

**Результаты исследований.** Результаты моделирования отображаются в подробном графике, который изображен на рисунке 1, где фактические значения продукта показаны на оси абсцисс, а прогнозируемые значения модели машинного обучения – на оси ординат.

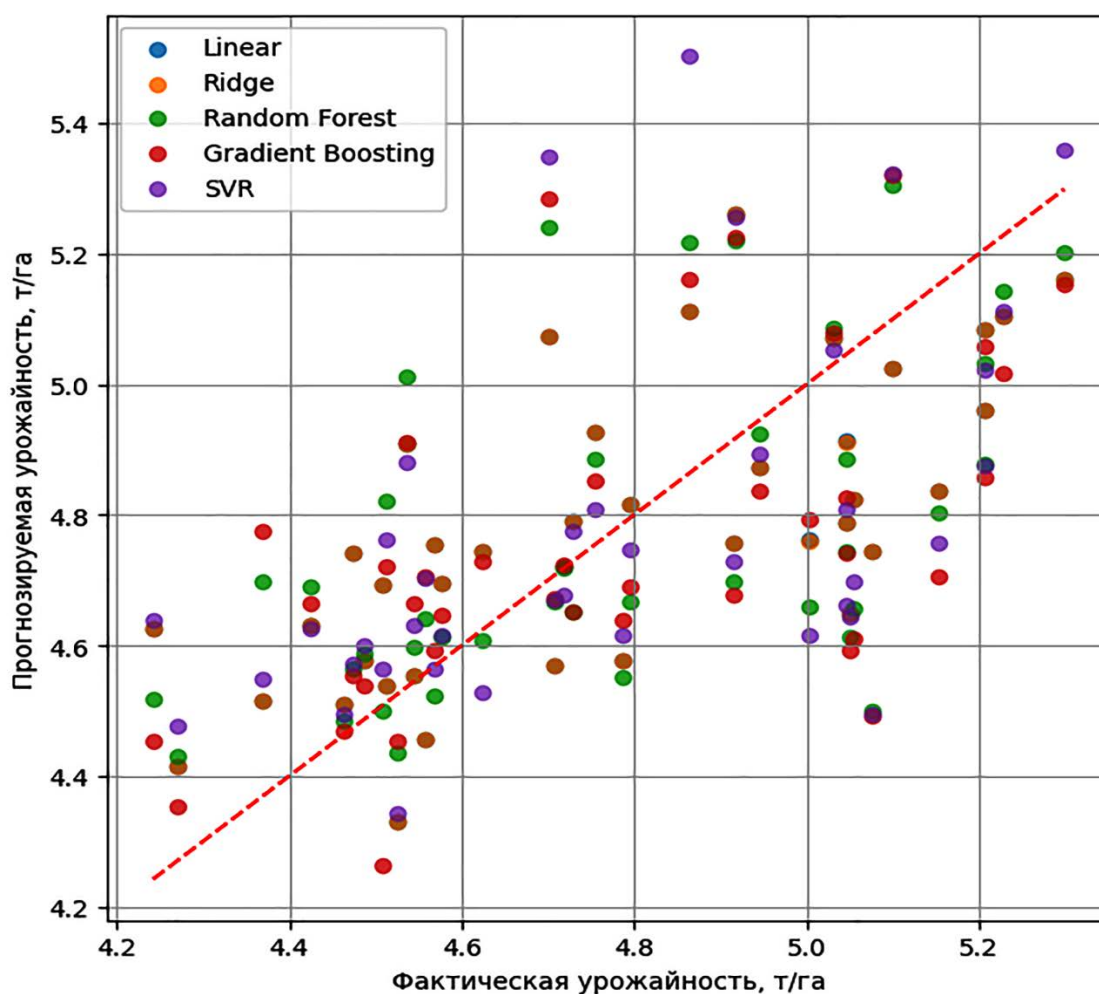


Рисунок 1 – Сравнение моделей машинного обучения

Точко-пунктирная диагональная линия соответствует идеальному прогнозу, при котором линия полностью соответствует прогнозируемому значению. Точки рядом с этой линией указывают на максимальную точность модели. Анализ графика показывает:

1) линейная и гребневая регрессии демонстрируют устойчивое, но ограниченное качество, что подтверждает наличие нелинейных зависимостей между метеоданными и урожайностью;

2) случайный лес обеспечивает более плотное распределение точек вдоль линии идеального прогноза, что свидетельствует о лучшем учете сложных взаимодействий признаков;

3) градиентный бустинг демонстрирует наилучшее согласие между фактическими и прогнозируемыми значениями, что соответствует теоретическим ожиданиям для задач регрессии с шумными данными;

4) модель SVR обеспечивает высокую точность на части наблюдений, однако чувствительна к выбору и масштабу данных.

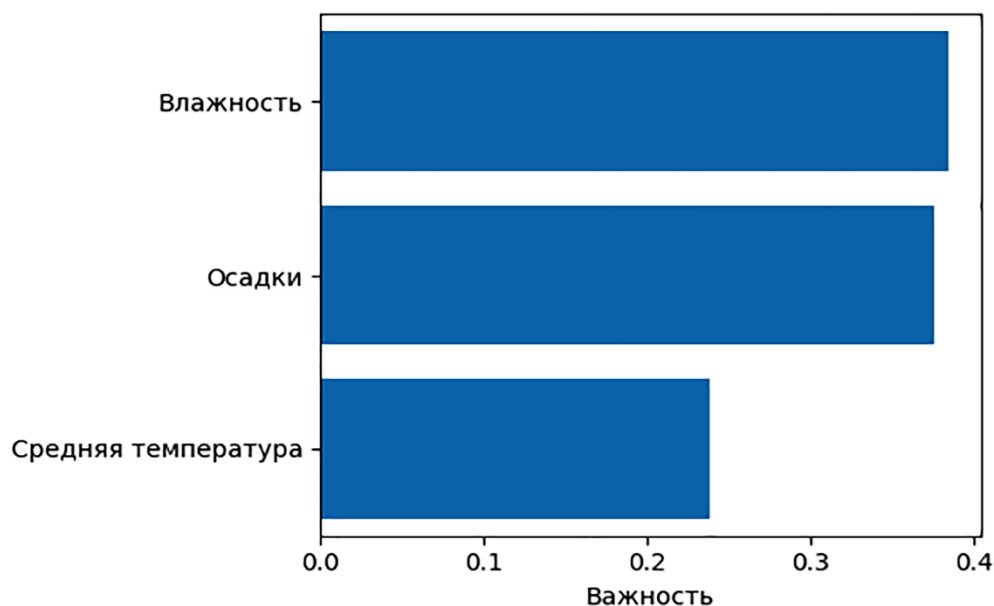
Полученные результаты подтверждают, что ансамблевые методы, в особенности градиентный бустинг, являются наиболее перспективными для задач прогнозирования урожайности по метеоданным.

В ходе эксперимента были получены прогнозные значения урожайности, которые сопоставлялись с фактическими данными. Для наглядной интерпретации результатов были построены графики зависимости «фактическое значение – прогнозируемое значение». Точки на графиках соответствуют отдельным наблюдениям, а диагональная линия отражает идеальное совпадение прогноза и реального значения.

Результаты вычислительного эксперимента показали, что линейные модели (Linear Regression и Ridge Regression) демонстрируют устойчивые и интерпретируемые результаты при ограниченном объеме данных, что подтверждает их применимость в качестве базовых моделей. Ансамблевые методы,

такие как Random Forest и Gradient Boosting, дают возможность учитывать нелинейные зависимости, однако требуют большего объема обучающей выборки для достижения высокой точности.

С помощью модели Random Forest выявлены важные признаки, которые также влияют на урожайность (рис. 2).



**Рисунок 2 – Важность метеорологических факторов**

Использование метода опорных векторов позволило получить конкурентоспособные результаты, что подтверждает универсальность данного подхода для задач регрессии.

© Шищенко Д. В., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 629.331:339.13  
EDN WBDMLE

**Устойчивость российского рынка легковых автомобилей  
в 2025 году: стабильность брендов и адаптация к кризису**

Дмитрий Сергеевич Шишлов<sup>1</sup>, студент магистратуры  
Научный руководитель – Евгений Евгеньевич Кузнецов<sup>2</sup>,  
доктор технических наук, профессор  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [shishlovps@gmail.com](mailto:shishlovps@gmail.com)

**Аннотация.** Российский автомобильный рынок в 2025 г. показал неожиданную гибкость в условиях неопределенности, сократившись лишь на 16 %, что отразилось на условиях конкурентоспособности отечественных марок. В статье приводится анализ продаж наиболее известных марок легковых автомобилей в России и прогнозируются направления дальнейшего развития автомобильного рынка.

**Ключевые слова:** российский автомобильный рынок, рейтинг моделей, объемы продаж, автопроизводители, конкурентоспособность

**Для цитирования:** Шишлов Д. С. Устойчивость российского рынка легковых автомобилей в 2025 году: стабильность брендов и адаптация к кризису // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 241–244.

Original article

**Sustainability of the Russian passenger car market  
in 2025: brand stability and adaptation to the crisis**

Dmitry S. Shishlov<sup>1</sup>, Master's Degree Student  
Scientific advisor – Evgeny E. Kuznetsov<sup>2</sup>,  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[shishlovps@gmail.com](mailto:shishlovps@gmail.com)

**Abstract.** In 2025, the Russian automotive market showed unexpected flexibility in the face of uncertainty, declining by only 16%, which affected the competitiveness of domestic brands. The article provides an analysis of sales of the most

famous brands of passenger cars in Russia and predicts the directions of further development of the automotive market.

**Keywords:** Russian automobile market, model rating, sales volumes, automakers, competitiveness

**For citation:** Shishlov D. S. Sustainability of the Russian passenger car market in 2025: brand stability and adaptation to the crisis. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 241–244), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Российский автомобильный рынок, несмотря на внешние угрозы, санкции и глубокий финансовый кризис, оказался более стабильным, чем предполагалось. Несмотря на ряд неблагоприятных обстоятельств, падение оказалось менее значительным, чем предрекали эксперты. Основной причиной торможения роста стало сочетание сразу нескольких негативных внутригосударственных факторов: высокая ключевая ставка Центрального банка, растущие цены на сами транспортные средства и общая экономическая нестабильность.

Однако ситуация изменилась ближе к осени. Тогда были озвучены планы правительства повысить ставку утилизации для автомобилей мощностью более 160 лошадиных сил, одновременно повысив налог на добавленную стоимость и увеличив внутренние сборы за утилизацию техники.

По данным аналитического агентства «Автостат», итоговый объем продаж за 2025 г. достигнул уровня 1 326 016 единиц, что демонстрировало сокращение на 16 % по сравнению с 2024 г., когда было продано 1 571 272 единиц (<https://www.autostat.ru/press-releases/61576/>).

Среди наиболее заметных явлений – возврат японской марки Toyota, занявшей десятую позицию по итогам отчетного периода с количеством продаж 29 144 шт. Это произошло несмотря на ограниченный доступ японских автомобилей, реализуемых исключительно посредством параллельного импорта. Также примечателен успех марки Solaris, занимающей восьмую строку рейтингового списка и показывая рост продаж почти вдвое (34 519 ед.) (табл. 1).

**Таблица 1 – Производители-лидеры по объему продаж легковых автомобилей**

**В единицах**

<b>Марка</b>	<b>2024 г.</b>	<b>2025 г.</b>	<b>Изменение, %</b>
Lada	463 153	329 890	–24,4
Haval	190 599	173 302	–9,1
Chery	157 036	99 810	–36,4
Geely	149 118	94 047	–36,9
Belgee	34 637	68 064	96,5
Changan	106 106	66 242	–37,6
Jetour	35 096	36 472	3,9
Solaris	14 877	34 519	132,0
Tenet	–	33 484	–
Toyota	20 775	29 144	40,3

При этом лидирующую позицию сохраняет марка LADA, хотя ее доля рынка заметно снизилась (на 24,4 % по сравнению с 2024 г.).

Рейтинг лучших продаваемых моделей остался практически неизменным. Однако следует выделить четвертую и десятую строки, занятые кроссовер-моделью Belgee X50 белорусского производства, а также универсалом Lada Largus, продемонстрировавшими уверенный рост (табл. 2).

**Таблица 2 – Модели, лидирующие по объему продаж**

**В единицах**

<b>Модель</b>	<b>2024 г.</b>	<b>2025 г.</b>	<b>Изменение, %</b>
Lada Granta	201 491	146 990	–27,0
Lada Vesta	123 170	79 796	–35,2
Haval Jolion	83 828	65 757	–21,6
Belgee X50	30 632	38 304	25,0
Geely Monjaro	47 893	37 660	–21,4
Haval M6	38 018	36 093	–5,1
Lada Niva Legend	46 817	34 310	–26,7
Lada Niva Travel	50 188	34 076	–32,1
Changan UNI-S/CS55 Plus	38 431	30 600	–20,4
Lada Largus VP	14 110	27 738	96,6

Тем не менее абсолютные лидеры рынка остаются прежними – Lada Granta, Lada Vesta и Haval Jolion. Среди них наиболее резкое снижение зафиксировано именно у популярной модели Lada Vesta, которой пришлось столк-

нуться с рядом неприятных моментов, включая проблемы с системой блокировки рулевого колеса.

**Заключение.** Несмотря на неблагоприятные экономические условия и высокие риски, российский автомобильный рынок в 2025 г. продемонстрировал неожиданно высокую устойчивость. Хотя объем продаж сократился, эксперты предсказывали гораздо большее падение. Ключевыми факторами стали активизация потребителей перед ожидаемым повышением налогов и сборов на утилизацию, а также появление новых перспективных моделей. Кроме того, возвращение японской марки Toyota, пусть и в рамках параллельного импорта, свидетельствует о сохранении интереса покупателей к зарубежным брендам даже в условиях внешних санкций и ограничений. Структура рынка осталась относительно стабильной, однако появились новые участники, способные быстро занять значимую долю продаж благодаря инновационным продуктам и грамотному маркетингу.

Таким образом, российский автомобильный рынок подтвердил свою способность эффективно реагировать на внешние угрозы и сохранять конкурентные преимущества, несмотря на сложную макроэкономическую ситуацию. Это позволяет ожидать дальнейшее улучшение ситуации в отечественном автомобильном производстве и прогнозировать повышение объемов продаж на базе качественного улучшения конструкций и технологических характеристик продаваемых брендов.

© Шишлов Д. С., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 629.3  
EDN WDNLHZ

**Обоснование критериев изменения  
технического состояния автомобильных шипованных шин**

**Дмитрий Александрович Щербаков<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Евгений Евгеньевич Кузнецов<sup>2</sup>**,  
доктор технических наук, профессор  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [ssm-197@mail.ru](mailto:ssm-197@mail.ru)

**Аннотация.** В статье приведены основные тенденции и перспективы в области развития конструкций автомобильных шин. Исследованы показатели сцепных качеств автомобильных шин на дорожных поверхностях с различными сцепными свойствами.

**Ключевые слова:** автомобильная шина, сцепные качества, сила прокола шипа, интенсивность износа, износостойкость

**Для цитирования:** Щербаков Д. А. Обоснование критериев изменения технического состояния автомобильных шипованных шин // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 245–250.

Original article

**Justification of criteria for changing  
the technical condition of automobile studded tires**

**Dmitry A. Shcherbakov<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Evgeny E. Kuznetsov<sup>2</sup>**,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[ssm-197@mail.ru](mailto:ssm-197@mail.ru)

**Abstract.** The article presents the main trends and prospects in the development of automobile tire designs. The indicators of the coupling qualities of automobile tires on road surfaces with various coupling properties are investigated.

**Keywords:** car tire, traction qualities, spike puncture force, wear intensity, wear resistance

**For citation:** Shcherbakov D. A. Justification of criteria for changing the technical condition of automobile studded tires. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 245–250), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Безопасность эксплуатации транспортных средств в зимний период во многом определяется состоянием шин, от которых зависит сцепление автомобиля с дорожным покрытием, управляемость и устойчивость при движении. При отрицательных температурах, обледенении и снежных накатах основную роль в обеспечении сцепных свойств играют шипованные шины, эксплуатационные характеристики которых напрямую зависят от количества и состояния шипов противоскольжения, состояния протектора. В процессе эксплуатации происходит постепенная потеря и разрушение шипов, что снижает эффективность их работы и приводит к уменьшению коэффициента сцепления с дорожным покрытием. Это увеличивает тормозной путь, снижает устойчивость автомобиля на поворотах и значительно повышает риск возникновения дорожно-транспортных происшествий.

Современные методы контроля состояния шипованных шин основаны на визуальной или ручной оценке степени износа протектора и количества оставшихся шипов. Такой подход носит субъективный характер и не позволяет обеспечить достоверную количественную оценку остаточного ресурса, поскольку не учитывает динамику изменения сцепных свойств шины в зависимости от степени износа, погодных условий и характера дорожного покрытия. Отсутствие единой стандартизированной методики комплексной оценки эксплуатационного состояния шипованных шин приводит к затруднениям при определении момента, когда использование шины становится небезопасным.

В этой связи актуальной является разработка методики, позволяющей повысить объективность оценки работоспособности, контролировать состояние и прогнозировать эксплуатационные свойства шипованных автомобильных

шин в зависимости от условий эксплуатации, параметров дорожного покрытия и их конструктивных особенностей.

Эксплуатация автомобилей в условиях пониженных температур сопровождается рядом факторов. Дороги покрываются снегом, наледью, что резко снижает коэффициент сцепления шин с дорогой, увеличивает тормозной путь, снижает устойчивость на поворотах и при торможении. Таким образом, сцепные свойства шин являются одним из ключевых факторов, определяющих безопасность дорожного движения в зимний период.

При движении автомобиля и блокировке колес шины нагреваются в связи с трением о поверхность дороги, приводя к образованию тонкого слоя влаги вплоть до температуры 100 °С, поэтому на заснеженной дороге желательны шины противоскольжения, продавливающие влажную пленку между шиной и дорогой. Применение зимних шин, оснащенных противоскользящими шипами, позволяет существенно повысить коэффициент сцепления. Однако эффективность таких шин со временем снижается вследствие износа протектора и выпадения шипов [1].

*К факторам, влияющим на сцепные свойства, можно отнести:*

1. *Тип дорожного покрытия.* В зимних условиях можно выделить несколько характерных типов покрытий: сухой или мокрый асфальт, обеспечивающий наибольший коэффициент сцепления; укатанный снег, при котором коэффициент сцепления снижается в 1,5–2 раза; рыхлый снег, значительно ухудшающий сцепление; лед, на котором коэффициент сцепления минимален.

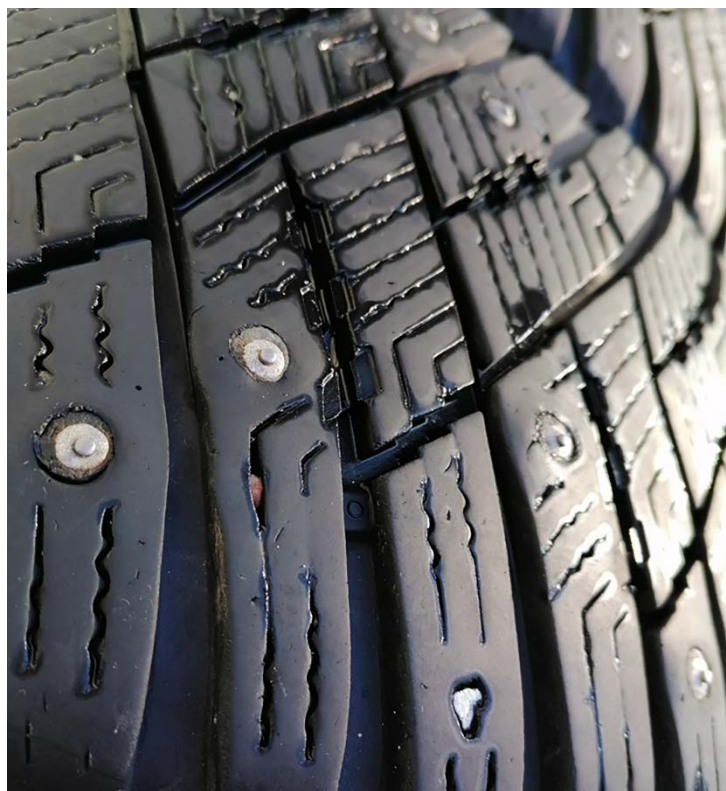
2. *Степень ошиповки шин,* определяющая количество сохранившихся шипов относительно их номинального числа, заданного и установленного производителем.

3. *Сила прокола шипа* – усилие, которое необходимо приложить к стержню шипа, чтобы он при установке и полезной работе выступал над поверхностью протектора на 0,5 мм.

В процессе эксплуатации шипы постепенно выпадают, изнашиваются и теряют свои сцепные свойства. Это приводит к снижению коэффициента сцепления и, как следствие, увеличению тормозного пути, ухудшению разгонной динамики, снижению курсовой устойчивости транспортного средства.

Характер износа и выпадения шипов зависит от многих условий (рис. 1):

- интенсивности эксплуатации автомобиля;
- типа дорожного покрытия;
- нагрузки на ось и конкретное колесо;
- конструктивных особенностей шины;
- качества установки и материала шипов;
- соблюдения режима давления в шинах.



**Рисунок 1 – Состояние автомобильной шипованной шины**

Тип дорожного покрытия также является одним из основных факторов, определяющих условия взаимодействия шин с дорогой и, следовательно, уровень безопасности движения в зимний период. В зависимости от состояния

покрытия (сухой асфальт, укатанный или рыхлый снег, лед) существенно изменяется коэффициент сцепления, который напрямую влияет на эффективность торможения и разгона автомобиля. Именно дорожное покрытие формирует базовые условия, в которых проявляется влияние других эксплуатационных факторов, таких как степень ошиповки шин или нагрузка на колесо.

В настоящее время контроль остаточной ошиповки шин в большинстве случаев осуществляется визуально или посредством точечных измерений в условиях станций технического обслуживания, что не позволяет получить объективную и оперативную информацию о фактическом состоянии всех шин одного автомобиля или парка транспортных средств [2].

**Заключение.** Таким образом, проблема отсутствия научно обоснованной методики оценки работоспособности, контроля и прогнозирования эксплуатационных свойств шипованных автомобильных шин является актуальной как с точки зрения обеспечения безопасности дорожного движения, так и в аспекте экономической эффективности эксплуатации транспортных средств. В этой связи возникает необходимость разработки математической модели, позволяющей количественно оценивать влияние остаточной ошиповки на ключевые динамические показатели автомобиля – тормозной путь и время разгона.

Это создаст основу для формирования научно обоснованных критериев, способствующих определению сроков своевременной замены или восстановления шин, а также для определения способов оптимизации затрат автотранспортных предприятий.

### **Список источников**

1. Ботвинцева Н. Ю., Буракова И. С., Стрельцова Т. Н., Нестерчук А. В. Исследование влияния погодных условий на величину коэффициента сцепления шин с дорожным покрытием // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 11–3. С. 407–411.

2. Корнев А. С., Медведев Д. Ю. Целесообразность повторной ошиповки шин с точки зрения безопасности и экономики // Тенденции развития технических средств и технологий в АПК : материалы междунар. науч.-практ. конф. Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2023. С. 96–101.

### References

1. Botvintseva N. Yu., Burakova I. S., Streltsova T. N., Nesterchuk A. V. Investigation of the influence of weather conditions on the coefficient of adhesion of tires to the road surface. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2013;11–3:407–411 (in Russ.).

2. Kornev A. S., Medvedev D. Yu. Expediency of repeated tire pinching from the point of view of safety and economics. Proceedings from Trends in the development of technical means and technologies in agriculture: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 96–101), Voronezh, Voronezhskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2023 (in Russ.).

© Щербаков Д. А., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.331  
EDN WFMWUP

**Автоматизация селекционной сеялки СС-11  
путем управления вариатором с помощью шагового двигателя**

**Владислав Андреевич Яковлев<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Максим Валерьевич Шевченко<sup>2</sup>**,  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [Vladislavhik.ry@gmail.com](mailto:Vladislavhik.ry@gmail.com)

**Аннотация.** Рассмотрена автоматизация селекционной техники на примере сеялки СС-11. Предложено оригинальное техническое решение по управлению точностью высева через автоматизированное позиционирование рукоятки механического вариатора с использованием шагового двигателя и микроконтроллера.

**Ключевые слова:** сеялка, автоматизация, вариатор, шаговый двигатель, микроконтроллер, точный высев

**Для цитирования:** Яковлев В. А. Автоматизация селекционной сеялки СС-11 путем управления вариатором с помощью шагового двигателя // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 251–254.

Original article

**Automation of the SS-11 breeding planter  
by controlling a variator using a stepper motor**

**Vladislav A. Yakovlev<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Maxim V. Shevchenko<sup>2</sup>**,  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[Vladislavhik.ry@gmail.com](mailto:Vladislavhik.ry@gmail.com)

**Abstract.** The automation of breeding equipment is considered using the example of the SS-11 seeder. An original technical solution is proposed for controlling the seeding accuracy through automated positioning of the handle of a mechanical variator using a stepper motor and a microcontroller.

**Keywords:** seeder, automation, variator, stepper motor, microcontroller, precision seeding

**For citation:** Yakovlev V. A. Automation of the SS-11 breeding planter by controlling a variator using a stepper motor. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 251–254), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В условиях развития сельского хозяйства актуальной задачей является модернизация устаревшей селекционной техники. Так, сеялка СС-11 применяется в опытных хозяйствах и аграрных вузах [1].

Ключевой ее недостаток – механический вариатор, требующий ручной регулировки нормы высева, что приводит к исключению оперативной адаптации сеялки к скорости движения агрегата и снижению точности полевых опытов. Современные рыночные аналоги (Wintersteiger, John Deere) предлагают полную автоматизацию на базе электропривода, но стоимость данного оборудования (от 3,5 млн. руб.) и сложность конструкции делают их недоступными для большинства российских организаций [2].

В этой связи **целью исследования** явилась автоматизация существующей машины СС-11 без кардинальной переделки конструкции.

В качестве методологической основы был применен сравнительный анализ существующих технических решений. Выявлено, что полная замена механического привода на электроприводной, характерная для премиальных сеялок, является капиталоемкой и требует высокой квалификации для обслуживания [3]. Альтернативный подход, предполагающий установку шагового двигателя непосредственно на орган ручного управления вариатором, не был обнаружен в известных научных и патентных источниках и показывает новизну предлагаемого решения.

**Сущность технической разработки.** Техническая система включает следующие компоненты: исполнительный механизм на базе шагового двигателя NEMA 24 с редуктором, соединенный с рукояткой вариатора; блок управления

на микроконтроллере Raspberry Pi 5; датчик скорости на базе GPS-приемника u-blox NEO-M8N.

*Алгоритм работы системы* заключается в расчете необходимой нормы высева в зависимости от текущей скорости, поступающей с GPS-датчика, и последующем изменении положения рукоятки вариатора через драйвер шагового двигателя. В данном случае сохраняется вся оригинальная механическая трансмиссия сеялки, а изменение происходит только в узле управления.

**Эффективность разработки.** Преимущества данного подхода заключаются в низкой стоимости в сравнение с аналогами; сохранении возможности ручного дублирующего регулирования; простоте интеграции с открытыми системами навигации; высокой ремонтпригодности.

Предварительные расчеты показали, что точность регулирования нормы высева приблизительно будет составлять 4 %, что соответствует требованиям государственного стандарта для селекционных работ (допуск 5 %). Время отклика системы не превышает одной секунды при рабочих скоростях до 7 км/час.

Экономический эффект от внедрения заключается не только в прямой экономии семян за счет более точного высева, но и в повышении качества проводимых полевых экспериментов, что критически важно для селекционных и агротехнических исследований. Срок окупаемости комплекта автоматизации оборудования оценивается в 1,5–2 года.

**Заключение.** Предлагаемый метод автоматизации сеялки СС-11 на основе установки шагового двигателя на рукоятку вариатора представляет практически значимое, экономически целесообразное и технически реализуемое решение, которое позволит эффективно автоматизировать большое количество устаревшей, но надежной техники, и вывести ее на более точный уровень выполнения посевных работ.

### Список источников

1. Кленин Н. И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М. : Колос, 2008. 816 с.
2. Wintersteiger AG. Сеялка Plot: технические характеристики // Wintersteiger. URL: <https://www.wintersteiger.com/seedmech/ru/produktsiya/seyalki-derzhateli-dlya-instrumentov/selektionnye-seyalki/plot-rowseed-s> (дата обращения: 12.01.2026.).
3. Руководство по эксплуатации селекционной сеялки СС-11. Львов, 1987. 95 с.

### References

1. Klenin N. I. *Agricultural and melioration machines*, Moscow, Kolos, 2008, 816 p. (in Russ.).
2. Wintersteiger AG. Plot planter: specifications. *Wintersteiger.com*. Retrieved from <https://www.wintersteiger.com/seedmech/ru/produktsiya/seyalki-derzhateli-dlya-instrumentov/selektionnye-seyalki/plot-rowseed-s> (Accessed 12 January 2026.) (in Russ.).
3. *Operating manual for the SS-11 selection seeder*, Lvov, 1987, 95 p. (in Russ.).

© Яковлев В. А., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 631.331  
EDN XGCUAF

### **Адаптация работы селекционной сеялки СС-11 к плодородию почвы**

**Владислав Андреевич Яковлев<sup>1</sup>**, студент магистратуры

**Чжу Лидун<sup>2</sup>**, студент магистратуры

**Научные руководители: Максим Валерьевич Шевченко<sup>3</sup>**,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Сергей Васильевич Щитов<sup>4</sup>**, доктор технических наук, профессор

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия, [Vladislavhik.ry@gmail.com](mailto:Vladislavhik.ry@gmail.com)

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы разработки и внедрения интеллектуальной системы управления дифференцированным внесением удобрений и семян для селекционной сеялки СС-11. Предложено техническое решение по адаптации сеялки для обеспечения оптимальной нормы внесения удобрения в зависимости от плодородия почвы. Приведено краткое описание технического решения.

**Ключевые слова:** селекционная сеялка, плодородие почвы, адаптация средств механизации, удобрение, норма внесения

**Для цитирования:** Яковлев В. А., Чжу Лидун. Адаптация работы селекционной сеялки СС-11 к плодородию почвы // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 255–259.

Original article

### **Adaptation of the SS-11 breeding planter to soil fertility**

**Vladislav A. Yakovlev<sup>1</sup>**, Master's Degree Student

**Zhu Lidong<sup>2</sup>**, Master's Degree Student

**Scientific advisors: Maxim V. Shevchenko<sup>3</sup>**,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

**Sergey V. Shchitov<sup>4</sup>**, Doctor of Technical Sciences, Professor

<sup>1, 2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

[Vladislavhik.ry@gmail.com](mailto:Vladislavhik.ry@gmail.com)

**Abstract.** The issues of developing and implementing an intelligent management system for differentiated fertilization and seed application for the CC-11 breeding

planter are considered. A technical solution has been proposed to adapt the seeder to ensure an optimal fertilizer application rate depending on soil fertility. A brief description of the technical solution is provided.

**Keywords:** selection seeder, soil fertility, adaptation of means of mechanization, fertilizer, application rate

**For citation:** Yakovlev V. A., Zhu Lidong. Adaptation of the SS-11 breeding planter to soil fertility. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 255–259), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В условиях реализации стратегии точного земледелия в Российской Федерации одной из приоритетных задач является повышение эффективности посевных работ при одновременной минимизации затрат ресурсов. Поддержание почвенного плодородия выступает фундаментальным гарантом получения стабильно высокого урожая.

Существующие средства механизации часто не учитывают вариативность плодородия почвенного покрова в пределах одного поля, что приводит к неравномерному развитию растений.

Ключевыми критериями качества процесса внесения минеральных удобрений являются [1, 2]:

- 1) обоснованность дозировки в строгом соответствии с фактическим состоянием почвы и биологическими потребностями культуры;
- 2) соблюдение агротехнических сроков с учетом региональных природно-климатических факторов;
- 3) высокая равномерность распределения по площади и глубине заделки.

Согласно установленным нормативам, отклонение по количеству вносимого удобрения не должно превышать 10 %, а по глубине – не более 20 %. Особое значение имеет предпосевное внесение, обеспечивающее формирование мощной корневой системы и адаптивность растений к неблагоприятным внешним условиям и заболеваниям.

**Цель проводимых исследований** – создание и внедрение модернизированной сеялки селекционного типа, оснащенной интеллектуальной системой управления дозированным внесением удобрений в зависимости от состояния почвы и потребностей сельскохозяйственных культур. В соответствии с целью поставлены и решены следующие задачи:

- 1) провести патентный поиск по рассматриваемому вопросу;
- 2) разработать техническое решение для модернизации сеялки;
- 3) создать интеллектуальную систему управления дозированием удобрения;
- 4) подготовить патентные материалы и программы для ЭВМ.

Для реализации поставленных задач был проведен патентный поиск, в результате которого выбраны наиболее сходные по назначению высевающие аппараты:

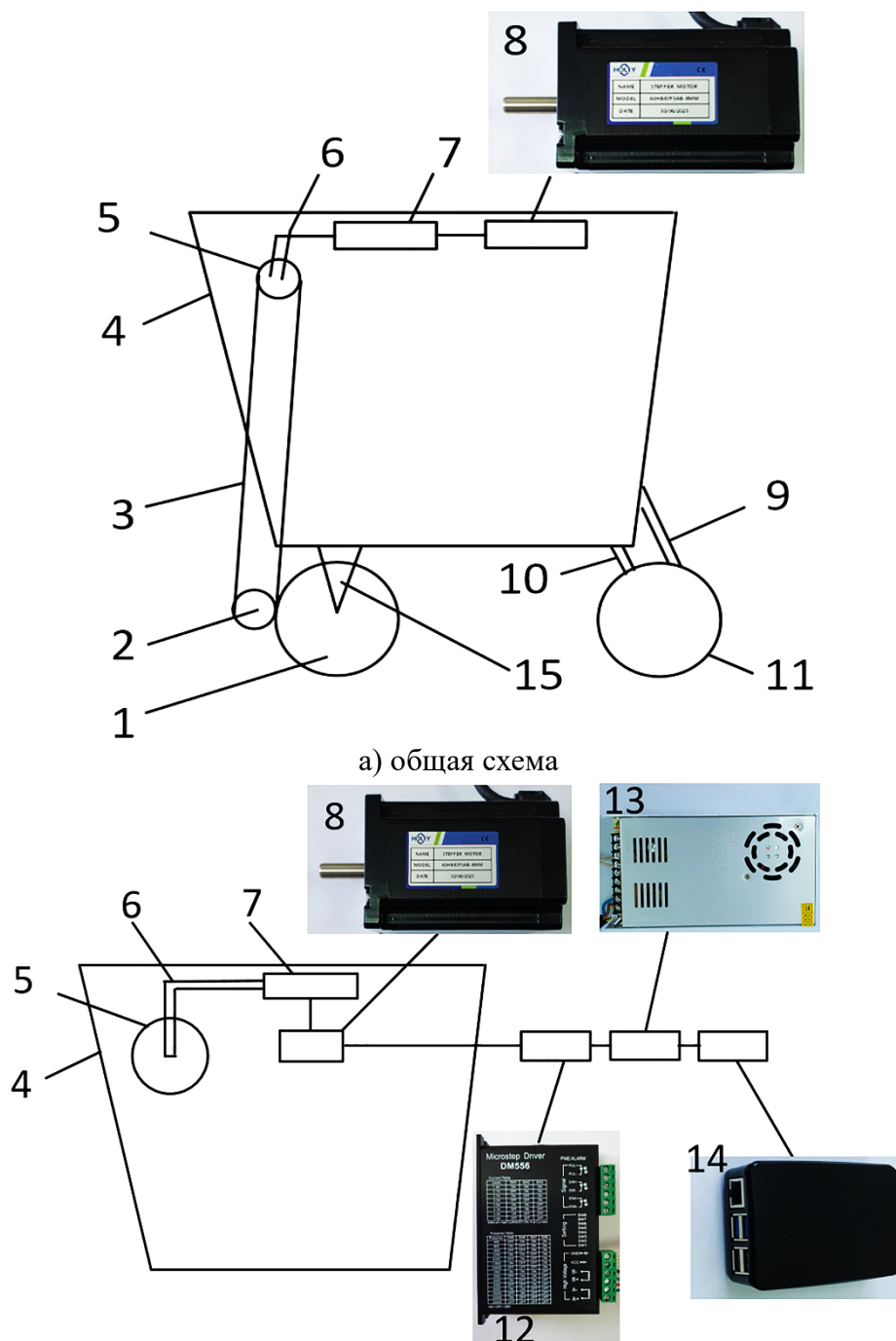
1. Устройство со сложной кинематикой (секционная катушка, муфты, клапаны), характеризующееся избыточным количеством узлов и отсутствием автоматизации регулировки нормы высева (патент РФ № 2681491).

2. Аппарат для мелкосемянных культур с катушками, имеющими щеточное обрамление (патент РФ № 2461171). Отличается сложностью калибровки и необходимостью полной замены аппарата при смене типа удобрений.

На основании теоретических данных разработано устройство – **автоматический корректор-регулятор высевающего аппарата**, которое интегрируется в состав машинно-тракторного агрегата и обеспечивает прецизионное управление процессом (патент РФ № 236232 U1).

**Описание технической разработки.** Предложенное устройство представляет собой конструкцию, которая включает раму с бункером, на котором установлен высевающий аппарат, связанный с вариатором, получающим привод от опорно-приводного колеса через ролик и цепную передачу, и позволяющий регулировать норму внесения удобрений через рукоятку управления, которая связана с редуктором и шаговым электродвигателем, управляемый

микроконтроллером через драйвер, и компьютером, установленным в кабине трактора (рис. 1).



1 – опорно-приводное колесо; 2 – ролик; 3 – цепная передача; 4 – бункер с высевающим аппаратом; 5 – инвертор; 6 – рукоятка управления; 7 – редуктор; 8 – шаговый электродвигатель; 9 – семяпровод; 10 – поводок; 11 – дисковый сошник; 12 – драйвер шагового двигателя; 13 – блок питания; 14 – бортовой компьютер 15 – рама сеялки

**Рисунок 1 – Автоматический корректор-регулятора  
высевающего аппарата селекционной сеялки**

Управление осуществляется на основе цифровых карт поля, содержащих данные о состоянии плодородия участков.

**Заключение.** Использование автоматического корректора-регулятора позволит адаптировать норму внесения туков в зависимости от содержания азота, фосфора и калия в конкретной точке поля за счет изменения передаточного отношения в приводе высевающего блока под воздействием микропроцессорной системы. Это позволит сеялке «мгновенно» реагировать на изменение почвенного профиля, что критически важно для селекционных делянок, где почвенная пестрота может исказить результаты сортоиспытаний.

#### **Список источников**

1. Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Воякин С. Н., Поликутина Е. С., Юсифова С. Ф., Щитова В. А. Повышение эффективности использования навесной сеялки СС-11 // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 6. С. 62–66.

2. Поликутина Е. С., Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Панова Е. В., Щитова В. А. Обоснование конструктивно-технологических параметров привода механизма внесения минерального удобрения // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 211 (07).

#### **References**

1. Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Voyakin S. N., Polikutina E. S., Yusifova S. F., Shchitova V. A. Improving the efficiency of the SS-11 mounted planter. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2025;6:62–66 (in Russ.).

2. Polikutina E. S., Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Panova E. V., Shchitova V. A. Substantiation of the design and technological parameters of the drive mechanism for applying mineral fertilizers. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2025;211(07) (in Russ.).

© Яковлев В. А., Чжу Лидун, 2026

Статья поступила в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 09.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 09.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья

УДК 631.354.2

EDN ХНРQMJ

### **Анализ уборки сои зерноуборочными комбайнами в Бурейском муниципальном округе**

**Евгений Александрович Якушкин<sup>1</sup>**, студент магистратуры

**Научный руководитель – Иван Васильевич Бумбар<sup>2</sup>**,

доктор технических наук, профессор

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия, [yakushkin268@gmail.com](mailto:yakushkin268@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы эффективности работы зерноуборочных комбайнов на уборке сои в условиях Бурейского муниципального округа в 2025 г. Проведен обзор исследований, посвященных снижению потерь и обеспечению устойчивости уборочного процесса. Особое внимание уделено практическим аспектам эксплуатации зерноуборочной техники в условиях переувлажненных почв, характерных для региона.

**Ключевые слова:** соя, зерноуборочный комбайн, уборка урожая, потери соевых бобов, сроки уборки

**Для цитирования:** Якушкин Е. А. Анализ уборки сои зерноуборочными комбайнами в Бурейском муниципальном округе // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 260–265.

Original article

### **Analysis of soybean harvesting by combine harvesters in the Bureysky municipal district**

**Evgeny A. Yakushkin<sup>1</sup>**, Master's Degree Student

**Scientific advisor – Ivan V. Bumbar<sup>2</sup>**, Doctor of Technical Sciences, Professor

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

[yakushkin268@gmail.com](mailto:yakushkin268@gmail.com)

**Abstract.** The article discusses the efficiency of combine harvesters for harvesting soybeans in the Bureysky municipal district in 2025. A review of studies on reducing losses and ensuring the sustainability of the harvesting process has been conducted. Special attention is paid to the practical aspects of the operation of grain harvesting equipment in conditions of waterlogged soils typical for the region.

**Keywords:** soybeans, combine harvester, harvesting, loss of soybeans, harvesting time

**For citation:** Yakushkin E. A. Analysis of soybean harvesting by combine harvesters in the Bureysky municipal district. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 260–265), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Соя является одной из ведущих сельскохозяйственных культур Российской Федерации и занимает ключевое место в структуре земледелия Амурской области, которая стабильно входит в число лидеров по объемам ее производства [1]. Уборка сои относится к числу наиболее сложных технологических операций вследствие биологических и физико-механических особенностей культуры. Низкое расположение стручков, склонность бобов к осыпанию и чувствительность семян к механическим воздействиям требуют точной настройки рабочих органов зерноуборочных комбайнов [1, 2] и строгого соблюдения агротехнических сроков уборки [1, 3].

Анализ научных исследований показывает, что значительная роль отводится совершенствованию конструкций рабочих органов зерноуборочных комбайнов и оптимизации режимов их работы [1, 2]. Вместе с тем, в условиях Амурской области существенное влияние на эффективность уборки оказывают природно-климатические факторы, прежде всего неустойчивые погодные условия и переувлажнение почвы в период уборочных работ.

Отечественные исследования в области уборки сои направлены преимущественно на изучение влияния режимов работы молотильно-сепарирующих устройств на величину потерь и дробление бобов. Установлено, что отклонение параметров обмолота от оптимальных значений приводит к увеличению потерь и ухудшению качества продукции [1].

В проведенных исследованиях отмечается, что наряду с конструктивными особенностями комбайнов существенное влияние на эффективность

уборки оказывают условия эксплуатации, включая влажность почвы и возможность своевременного выхода техники в поле [1, 3]. Это особенно актуально для регионов с неустойчивыми погодными условиями, к числу которых относится Бурейский муниципальный округ.

Практические данные, использованные в статье, получены в ходе прохождения производственной практики в ИП Якушкин А. А., расположенном в Бурейском муниципальном округе Амурской области. Уборка сои в хозяйстве осуществлялась зерноуборочными комбайнами колесного и гусеничного типа.

**Влияние сроков уборки на потери урожая.** Посевные площади сои в Бурейском муниципальном округе в 2025 г. составили 30 937 га, в ИП Якушкин А. А. этот показатель соответствовал 2 300 га.

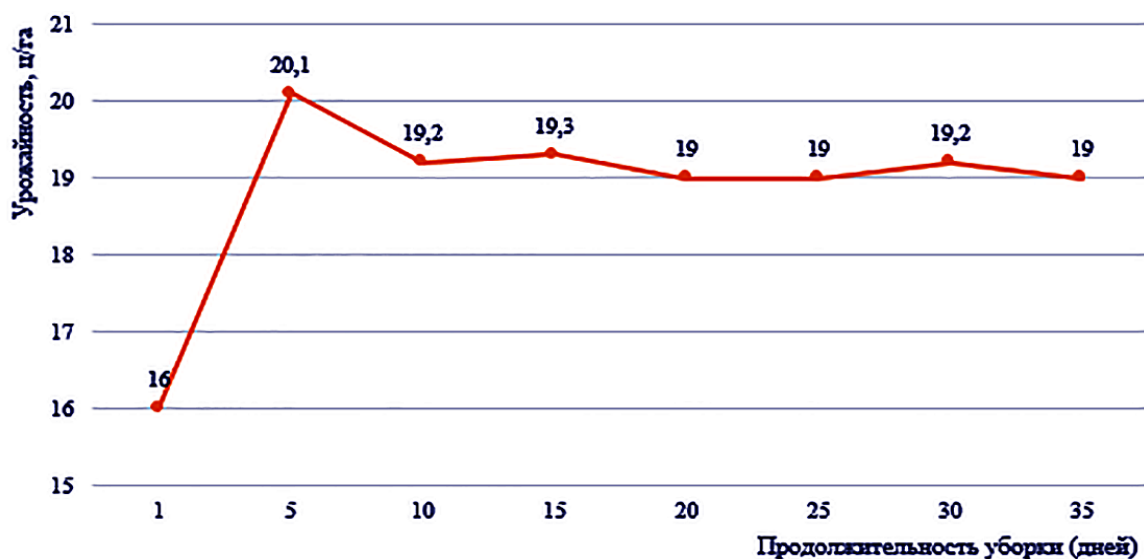
Существенным фактором, влияющим на эффективность уборки сои в условиях Амурской области, являются сроки проведения уборочных работ. При неблагоприятных погодных условиях и повышенной влажности почвы уборка нередко растягивается за пределы агротехнических оптимальных сроков. Это приводит к увеличению потерь вследствие осыпания бобов, полегания растений и ухудшения условий работы уборочной техники [2, 3].

Для наглядной оценки влияния продолжительности уборочного периода был проведен анализ уборки сои в рассматриваемом муниципальном образовании. Результаты исследований демонстрируют колебания производительности от 30 до 3 793 гектаров в день (рис. 1). Этот показатель свидетельствует о значительной неоднородности условий возделывания культур и эффективности аграрных технологий, применяемых в регионе [3].

Исследования показывают, что изменения в величине обмолота сои начинают проявляться после 25-го дня уборочной кампании. Это позволяет сделать вывод о влиянии продолжительности уборки на снижение урожая сои к ее концу. Следует также отметить, что за основной период уборки (с 25-го дня) наблюдается снижение урожайности с 20,1 до 19 ц/га (рис. 2).



**Рисунок 1 – Изменение величины обмолота и производительности зерноуборочных комбайнов в зависимости от продолжительности уборки сои (2025 г.)**



**Рисунок 2 – Динамика урожайности сои в зависимости от продолжительности уборочного периода (2025 г.)**

Из представленных графиков следует значительное колебание производительности при среднем значении показателя 2 535 га за день. При такой производительности уборку сои в хозяйстве можно провести за 12 дней. Значительная длительность уборочного периода привела к потере до 1 ц/га урожайности сои к концу уборки.

**Сравнение эксплуатации колесных и гусеничных комбайнов.** В парке техники ИП Якушкин А. А. использовались колесные зерноуборочные комбайны Vector 410, а также гусеничные комбайны Vector 450 Track. Практические наблюдения показали, что в условиях частого переувлажнения почвы гусеничные зерноуборочные комбайны обладают рядом эксплуатационных преимуществ.

Так, за счет сниженного удельного давления на почву гусеничные машины сохраняют работоспособность в условиях, при которых использование колесных комбайнов затруднено либо невозможно. Это позволяет сократить вынужденные простои комбайнов и обеспечить более стабильные темпы работ, что особенно важно для сжатия сроков уборки сои [1].

В результате за уборочный период гусеничные зерноуборочные комбайны в ИП Якушкин А. А. обеспечивали более высокую фактическую производительность по площади, достигая до 500 га за сезон, по сравнению с колесными машинами аналогичного класса. На наш взгляд, для хозяйств Амурской области целесообразно предусматривать наличие в парке зерноуборочной техники гусеничные комбайны или комбинировать их состав, что способствует сокращению сроков уборки и снижению потерь урожая.

**Заключение.** *Проведенный анализ показал, что эффективность уборки сои зерноуборочными комбайнами в условиях Бурейского муниципального округа определяется не только их конструктивными особенностями, но и сроками проведения уборочных работ и условиями эксплуатации машин. Затягивание сроков уборки приводит к росту потерь бобов и снижению фактического сбора урожая, что связано с необходимостью применения комбайнов с большей производительностью.*

### Список источников

1. Бумбар И. В., Тихончук П. В., Кувшинов А. А., Вязьмин М. И., Лонцева И. А. Совершенствование уборки сои, зерновых и кукурузы в условиях Амурской области : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. 284 с.
2. Бумбар И. В. Уборка сои : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2006. 240 с.
3. Щегорец О. В. Соеводство : монография. Краснознаменск : Типография Парадиз, 2018. 600 с.

### References

1. Bumbar I. V., Tikhonchuk P. V., Kuvshinov A. A., Vyazmin M. I., Lontseva I. A. *Improving the harvesting of soybeans, grains and corn in the Amur region: monograph*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2023, 284 p. (in Russ.).
2. Bumbar I. V. *Soybean harvesting: monograph*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2006, 240 p. (in Russ.).
3. Shchegorets O. V. *Soybean growing: monograph*, Krasnoznamensk, Tipografiya Paradiz, 2018, 600 p. (in Russ.).

© Якушкин Е. А., 2026

Статья поступила в редакцию 27.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 27.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

**ПИЩЕВЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ  
И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ  
К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ ПЕРЕРАБОТКИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Научная статья  
УДК 634.7:66.047.2  
EDN XITXLG

**Исследование способов сушки ягод и соевого белка  
для получения белково-витаминного комплекса**

**Руслан Владимирович Аверьянов<sup>1</sup>**, аспирант

**Научный руководитель – Анна Владимировна Ермолаева<sup>2</sup>**,

кандидат технических наук, доцент

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия, [averyanov.ruslan2015@gmail.com](mailto:averyanov.ruslan2015@gmail.com)

**Аннотация.** Растворимость и восстанавливаемость сухих пищевых порошков – ключевой показатель их функциональности, особенно при использовании в напитках, смесях мгновенного приготовления и функциональных добавках. В работе исследованы способы сушки ягод Дальневосточного региона (калина, брусника, черника, клюква) в комбинации с соевым белком для получения белково-витаминного комплекса. Изучен процесс сублимационной сушки, включающий замораживание при температуре минус 40 °С, первичную сублимацию при давлении 10–15 Па и вторичную десорбционную сушку. Оценены режимы обработки, структурные изменения и гидратационные свойства готовых продуктов.

**Ключевые слова:** сушка, ягоды, соевый белок, белково-витаминный комплекс, свойства продукта

**Для цитирования:** Аверьянов Р. В. Исследование способов сушки ягод и соевого белка для получения белково-витаминного комплекса // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 267–272.

Original article

**A study of methods for drying berries and soy protein  
to obtain a protein-vitamin complex**

**Ruslan V. Averyanov<sup>1</sup>**, Postgraduate Student

**Scientific advisor – Anna V. Ermolaeva<sup>2</sup>**,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

[averyanov.ruslan2015@gmail.com](mailto:averyanov.ruslan2015@gmail.com)

**Abstract.** The solubility of dry food powders is a key indicator of their functionality, especially when used in beverages, instant mixes, and functional additives. This study investigated methods for drying berries from the Russian Far East (viburnum, lingonberry, blueberry, and cranberry) in combination with soy protein to produce a protein-vitamin complex. The freeze-drying process, which includes freezing of minus 40 °C, primary sublimation at a pressure of 10–15 Pa, and secondary desorption drying, was studied. The processing conditions, structural changes, and hydration properties of the finished products were assessed.

**Keywords:** drying, berries, soy protein, protein-vitamin complex, product properties

**For citation:** Averyanov R. V. A study of methods for drying berries and soy protein to obtain a protein-vitamin complex. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 267–272), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

**Введение.** Авторами было решено разработать белково-витаминный комплекс (БВК) из таких ягод, как калина, брусника, черника, клюква, а также с использованием соевого белка [1]. Каждая из ягод обладает уникальными преимуществами для здоровья, начиная от противовоспалительных свойств и заканчивая иммуностимулирующим эффектом. Соевый белок содержит большое количество белка, превосходя по этому показателю мясо, яйца и молоко. Он помогает снижать уровень «плохого» холестерина и способствует профилактике сердечно-сосудистых заболеваний. В отличие от многих других растительных белков, соевый обладает высокой усвояемостью. Белково-витаминный комплекс планируется применять в качестве комплексной пищевой добавки в технологии напитков для здорового питания.

Получение белково-витаминных концентратов на основе соевого белка и ягод калины, брусники, черники, клюквы с применением сублимационной (лиофильной) сушки представляет научный и практический интерес.

**Цель работы** – исследовать способы получения БВК на основе сушки различными способами и выявить наиболее эффективный способ сушки. Для осуществления цели необходимо решить ряд задач:

1. Рассмотреть виды сушки.
2. Исследовать процесс получения БВК путем сушки в дегидраторе и сублимированной сушки.

**Научная новизна исследований** заключается в обосновании целесообразности применения сублимационной сушки для получения БВК.

Важность технологий сушки и их параметров для получения сухих продуктов состоит в сохранении всех ценных составляющих исходного сырья и его первоначальных свойств.

Суть сушки в дегидраторе заключается в принудительной циркуляции подогретого воздуха через слой продукта. Преимущества конвективной сушки включают доступность оборудования, простоту в использовании, возможность сушки больших партий продуктов. Самый важный недостаток данного метода сушки – высокая температура, вследствие чего начинается разрушение термолабильных витаминов (потери витамина С достигают 30–45 %).

При сублимационной сушке продукты высушиваются при низкой температуре, которая не денатурирует белки и не приводит к потере биологической жизнеспособности микроорганизмов. Из-за низкотемпературной сушки потери летучих компонентов в продуктах, тепловой денатурации питательных веществ и ароматических компонентов очень малы. В процессе данной сушки практически невозможно осуществить рост микроорганизмов и действие ферментов. При таком способе сушки объем и форма продукта в основном не изменяются, при высушивании удаляется 95–99,5 % влаги, тем самым удлиняется срок хранения.

Высушивались продукты по трем этапам: фаза замораживания; первичная стадия сублимации; вторичная сушка. После проведения процедуры сублимации продукты переработки ягод и соевого белка были герметично упакованы для предотвращения поступления воздуха и воздействия света, чтобы избежать адсорбции влаги, повреждения поверхности и появления посторонних запахов [2].

Продолжительность сублимационной сушки составляла примерно 14 час, тогда как конвективной – 24 час. Однако при конвективной сушке наблюдалось образование плотной корки на поверхности продукта, замедляющей удаление влаги из внутренних слоев [3].

**Результаты исследований.** Нами проведено сравнение методик сушки по разным показателям. В таблице 1 дана сравнительная характеристика.

Далее выполнено сравнение методов сушки ягод и соевого белка по степени и скорости растворения частиц (табл. 2).

**Таблица 1 – Сравнение методов сушки по ключевым показателям**

Показатели	Конвективная сушка	Сублимационная сушка
Температура, °С	65	–40
Время сушки, час	24	14
Сохранность витамина С в ягодах, %	55–70	90–95
Содержание антоцианов в ягодах, %	75	92
Потери биоактивных веществ, %	20–40	менее 10
Изменение цвета	умеренное потемнение	не изменился

**Таблица 2 – Сравнение методов сушки по степени и скорости растворения частиц**

Методы сушки	Степень растворимости, %	Скорость растворения, с	Примечания
<i>Соевый белок</i>			
Сублимированная	85–88	10–15	хорошая растворимость, но более медленная из-за плотной структуры
Конвекционная	60–70	30	частичная денатурация, агрегация белка
<i>Ягоды</i>			
Сублимированная	88–92	8–12	–
Конвекционная	80–85	6–10	–

Сублимационная сушка оптимальна для соевого белка благодаря формированию пористых, быстро смачиваемых частиц и контролируемому термическому воздействию, максимальной сохранности аминокислотного профиля. Несмотря на чуть более медленное растворение, она предпочтительна для ягод, так как максимально сохраняет термолабильные компоненты и обеспечивает хорошую растворимость при тонком измельчении [4].

Сублимационная сушка доказала преимущество перед конвективной по сохранности термолабильных соединений: витамина С (на 25–28 % выше) и антоцианов (на 22–26 % выше). Полученный комплекс сохраняет функциональные свойства компонентов: иммуностимулирующее действие ягод и гипохолестеринемический эффект соевого белка.

**Заключение.** *При разработке многокомпонентных смесей, в том числе БВК, целесообразно использовать отдельную сушку компонентов с последующим смешиванием порошков. Сублимированный БВК будет рекомендоваться для обогащения функциональных напитков, йогуртов и сухих завтраков в системе здорового питания. Обоснована целесообразность применения трехстадийной сублимационной сушки для получения комплексного продукта БВК с максимальным сохранением биологической ценности компонентов.*

#### **Список источников**

1. Аверьянов Р. В. Исследование потребительского рынка г. Благовещенска в отношении продуктов содержащих белково-витаминный комплекс // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : материалы X всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. Новосибирск : Золотой колос, 2025. С. 441–444.
2. Короткий И. А., Расщепкин А. Н., Федоров Д. Е. Исследование сублимационной сушки ягод жимолости // Актуальные проблемы современной науки : материалы II междунар. науч.-практ. конф. Москва, Будапешт, Вена : Финансовая Рада Украины, 2015. С. 30–32.
3. Расщепкин А. Н., Федоров Д. Е., Короткий И. А. Влияние температуры сублимационной сушки на качество дикорастущих ягод // Современные технологии продуктов питания : материалы 2-й междунар. науч.-практ. конф. Курск : Университетская книга, 2015. С. 125–128.
4. Хомус С. С. С. У., Степанов К. М. Способ получения сухого соевого молока с использованием сублимационной сушки // Journal of Agriculture and Environment. 2022. № 3 (23).

#### **References**

1. Averyanov R. V. Research of the consumer market of the city of Blagoveshchensk in relation to products containing protein-vitamin complex. Proceedings

from The role of agricultural science in the sustainable development of rural areas: *X Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchnaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem.* (PP. 441–444), Novosibirsk, Zolotoi kolos, 2025 (in Russ.).

2. Korotkiy I. A., Rasshchepkin A. N., Fedorov D. E. Study of freeze-drying of honeysuckle berries. Proceedings from Actual problems of modern science: *II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya.* (PP. 30–32), Moscow, Budapest, Vienna, Finansovaya Rada Ukrainy, 2015 (in Russ.).

3. Rasshchepkin A. N., Fedorov D. E., Korotkiy I. A. Effect of freeze-drying temperature on the quality of wild berries. Proceedings from Modern food technologies: *II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya.* (PP. 125–128). Kursk, Universitetskaya kniga, 2015 (in Russ.).

4. Khomus S. S. S. U., Stepanov K. M. Method for obtaining dry soybean milk using freeze-drying. *Journal of Agriculture and Environment*, 2022;3(23) (in Russ.).

© Аверьянов Р. В., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 338.43:664  
EDN XMUCEZ

**Аспекты деятельности малых форм хозяйствования  
в области переработки сельскохозяйственной продукции**

**Виктория Николаевна Бочарникова<sup>1</sup>**, аспирант  
**Научный руководитель – Юрий Александрович Китаев<sup>2</sup>**,  
доктор экономических наук, доцент

<sup>1</sup> Белгородский государственный аграрный университет  
Белгородская область, Белгород, Россия, [viktory-843@mail.ru](mailto:viktory-843@mail.ru)

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный аграрный университет  
Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** Представлены данные анализа динамики производства сельскохозяйственной продукции за последние 30 лет. Авторы акцентировали внимание на деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей, занимающих отдельную нишу среди товаропроизводителей. Затронуты проблемы переработки и сбыта фермерских товаров. Рассмотрены основные тенденции современного аграрного рынка.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, крестьянские (фермерские) хозяйства, фермерские продукты, переработка и сбыт продукции, здоровое питание

**Для цитирования:** Бочарникова В. Н. Аспекты деятельности малых форм хозяйствования в области переработки сельскохозяйственной продукции // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 273–279.

Original article

**Aspects of the activities of small business entities  
in the field of agricultural products processing**

**Victoria N. Bocharnikova<sup>1</sup>**, Postgraduate Student  
**Scientific advisor – Yuri A. Kitaev<sup>2</sup>**,

Doctor of Economic Sciences, Associate Professor

<sup>1</sup> Belgorod State Agrarian University, Belgorod region, Belgorod, Russia

<sup>2</sup> Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russia

<sup>1</sup> [viktory-843@mail.ru](mailto:viktory-843@mail.ru)

**Abstract.** The data of the analysis of the dynamics of agricultural production over the past 30 years are presented. The authors focused on the activities of peasant (farming) farms and individual entrepreneurs who occupy a separate niche among producers. Problems in the processing and marketing of farm products were touched upon. The main trends of the modern agricultural market are considered.

**Keywords:** agriculture, peasant (farming) farms, farm products, processing and marketing of products, healthy nutrition

**For citation:** Bocharnikova V. N. Aspects of the activities of small business entities in the field of agricultural products processing. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 273–279), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Обеспечение населения продовольствием является одной из ключевых задач любого государства. С ростом населения планеты голод по-прежнему остается актуальной проблемой, решить которую возможно только совместными усилиями всего мирового сообщества. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), по итогам 2024 г. голод испытывали около 8,2 % населения Земли. Ранее задекларированные оптимистичные прогнозы о полной ликвидации голода к 2030 г. опровергаются фактическими данными. Говоря об экономической доступности здорового рациона, ввиду роста цен и снижения покупательной способности около 32 % населения не имеют возможности приобретения соответствующих продуктов.

В состав здорового рациона входят разнообразные продукты, среди которых овощи, фрукты, мясо, яйца, морепродукты, поэтому он обеспечивает достаточное потребление питательных веществ. Стоимость пищевых продуктов может препятствовать доступу к здоровому рациону и его потреблению [1].

Также отмечается тенденция роста мирового потребления ультрапереработанных продуктов, несмотря на растущий объем фактических данных, подтверждающих их негативное воздействие на здоровье. К ним относят многочисленные пищевые добавки, ароматизаторы, красители, усилители вкуса, консерванты [1].

Рост заболеваемости населения напрямую связан с качеством потребляемых продуктов питания. В этой связи в последние годы большое внимание уделяется популяризации здорового образа жизни и профилактическим мероприятиям.

В России термин «здоровое питание» получил нормативное закрепление. Под ним понимается ежедневный рацион, отвечающий требованиям безопасности, создающий условия для физического и интеллектуального развития, жизнедеятельности человека и будущих поколений [2].

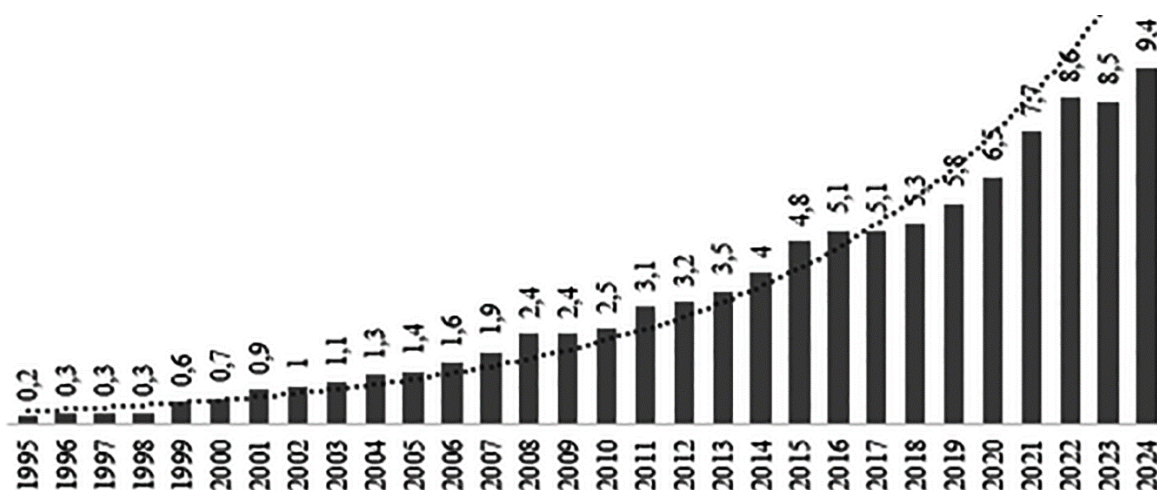
С 2016 г. реализуется стратегия повышения качества пищевой продукции, положения которой направлены на укрепление здоровья нации, обеспечение доступа к безопасным продуктам, регламентацию всех этапов производства – от использования ветеринарных и фитосанитарных препаратов до пищевых добавок в процессе переработки сырья [3].

Проблемой продовольственной безопасности в нашей стране занимались на государственном уровне при любом политическом строе, при этом в досоветский и советский периоды отдавали приоритет самообеспечению. После распада СССР дефицит продовольствия пытались решить за счет импортных поставок продуктов питания.

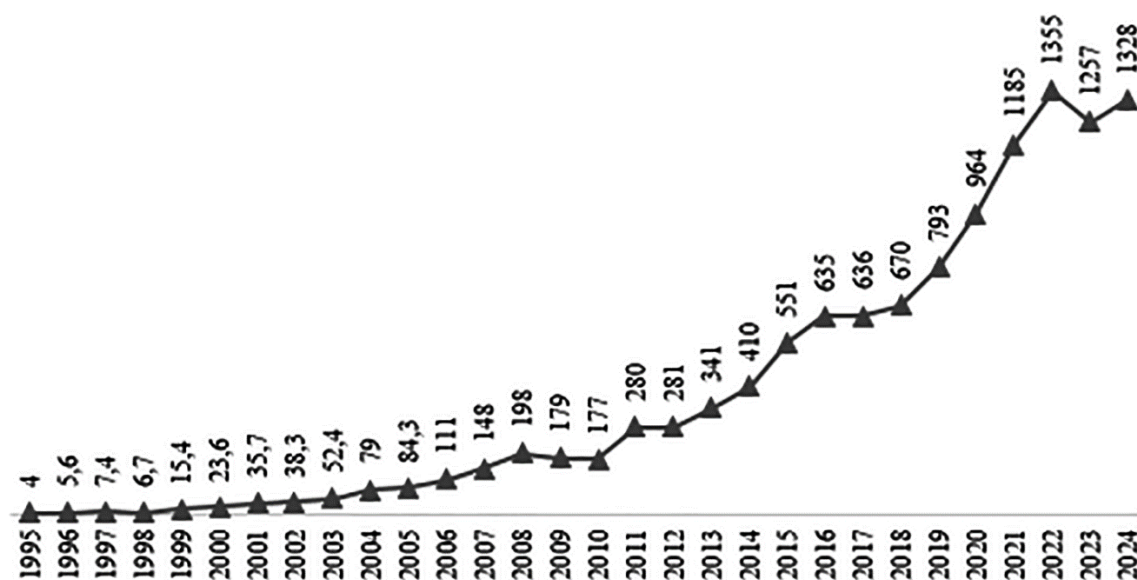
Кризис 1990-х гг. заставил пересмотреть подходы, вернувшись к импортозамещению и наращиванию собственного производства. Возрождение отрасли сельского хозяйства идет постепенно, но продуктивно. Проанализировав динамику производства продукции сельского хозяйства в РФ за период 1995–2024 гг., отметим ее кратный рост. В денежном выражении объемы выросли в 47 раз – с 0,2 трлн. руб. в 1995 г. до 9,4 трлн. руб. в 2024 г. (рис. 1).

Благодаря реализуемым мерам господдержки сельхозтоваропроизводителей, помимо обеспечения внутреннего рынка, Россия вошла в лидеры мировых поставщиков продовольствия. Вклад в общее национальное производство вносят субъекты различных организационно-правовых форм. Наше внимание

остановилось на малых формах хозяйствования, к которым относят крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальных предпринимателей. По итогам 2024 г. силами КФХ произведено продукции на 1 328 млрд. руб., что в десятки раз превышает значения, имевшие место в начале анализируемого периода (1995 г.) (рис. 2).



**Рисунок 1 – Динамика производства продукции сельского хозяйства всеми категориями хозяйств в РФ, трлн. руб. [4, 5]**

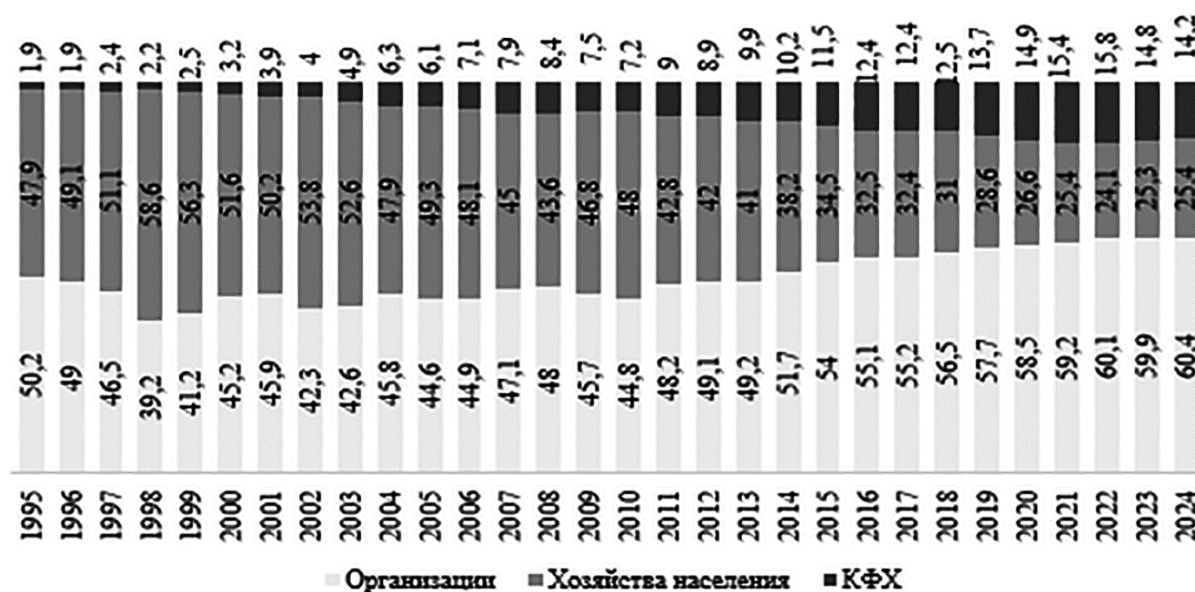


**Рисунок 2 – Динамика производства продукции сельского хозяйства крестьянскими (фермерскими) хозяйствами в РФ, млрд. руб. [4, 5]**

Довольно существенно развитию хозяйств способствовали федеральные и региональные программы по развитию сельских территорий, льготное

кредитование на приобретение жилья, более низкие цены в сравнении с городами, благоприятная экологическая обстановка. Пандемия коронавируса мотивировала многих пересмотреть свою жизнь, сменив место жительства и род деятельности. Как раз, в период 2020–2023 гг. наблюдается рост производства фермерской продукции.

Проанализировав структуру производства сельскохозяйственной продукции в РФ в разрезе категорий хозяйств, отметим лучшие показатели у КФХ. При этом их доля в объеме производства выросла в 7,5 раз – с 1,9 % в 1995 г. до 14,2 % в 2024 г. Сельскохозяйственные организации демонстрируют положительную динамику: рост составил 1,2 раза – с 50,2 % (1995 г.) до 60,4 % (2024 г.). Доля хозяйств населения в объеме производства продукции снизилась в 1,9 раза – с 47,9 % на начало периода до 25,4 % к 2024 г. (рис. 3).



**Рисунок 3 – Структура производства сельскохозяйственной продукции в РФ в разрезе категорий хозяйств, % [4, 5]**

Занятие фермерством снова набирает популярность. Важно отметить, что и спрос на продукты питания с натуральным составом вырос с появлением трендов на здоровое питание, развитие массового спорта. Потребитель стара-

ется выбрать лучшее. Вместе с растущими объемами произведенной продукции перед фермерами становятся новые задачи по переработке и сбыту своих товаров. Ввиду натурального состава, такая продукция имеет ограниченные сроки годности, особые требования к транспортировке, способы обработки с сохранением полезных свойств, что требует специальных знаний, навыков, персонала, оборудования и т. д.

Выйти за пределы локальных рынков, местных ярмарок в широкие сети также является барьером. Зачастую в штате фермерских хозяйств задействовано небольшое количество персонала, постоянное присутствие которого необходимо в самих хозяйствах. Делегировать часть логистических, маркетинговых функций фермеров призваны агроагрегаторы, посредники, призванные внести вклад в улучшение инфраструктуры рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Это новые участники, получившие нормативное закрепление менее года назад (март 2025 г.) принятием федерального закона от 08.08.2024 № 297-ФЗ, вносящего соответствующие изменения в федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» и некоторые другие законодательные акты РФ.

Правительством РФ расширены меры поддержки в 2026 г. Агроагрегаторам, занятым переработкой и последующим сбытом фермерской продукции, возместят часть затрат на закупку продуктов. Эксперты отмечают, что специализированные участники рынка смогут разгрузить фермеров от многих управленческих задач, что позволит сосредоточиться непосредственно на производстве. Кроме агроагрегаторов, меры поддержки предусмотрены и для малых хозяйств. Они также включают гранты на открытие сельских пекарен, которые пользуются большим спросом.

Практика показала, что субсидирование КФХ и индивидуальных предпринимателей положительно сказывается на развитии этой группы хозяйству-

ющих субъектов. Особую актуальность их деятельность приобретает в сочетании с возрождением сельских территорий и отдаленных местностей.

### **Список источников**

1. Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире. Рим, 2025. 235 с.
2. О качестве и безопасности пищевых продуктов : федеральный закон от 02.01.2000 № 29-ФЗ // Кодекс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901751351> (дата обращения: 14.01.2026).
3. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. : распоряжение Правительства РФ от 29.06.2016 № 1364-р // Кодекс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420363999> (дата обращения: 14.01.2026).
4. Продукция сельского хозяйства в фактически действовавших ценах // Единая межведомственная информационно-статистическая система. URL: <https://fedstat.ru/indicator/43337> (дата обращения: 14.01.2026).
5. Российский статистический ежегодник. М. : Росстат, 2025. 621 с.

### **References**

1. *The state of food security and nutrition in the world*, Rome, 2025, 235 p. (in Russ.).
2. On the quality and safety of food products: Federal Law No. 29-FZ of January 02, 2000. *Docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/901751351> (Accessed 14 January 2026) (in Russ.).
3. Strategy for improving the quality of food products in the Russian Federation until 2030: Decree of the Government of the Russian Federation No. 364-r of June 29, 2016. *Docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/420363999> (Accessed 14 January 2026) (in Russ.).
4. Agricultural products in actual prices. *Fedstat.ru* Retrieved from <https://fedstat.ru/indicator/43337> (Accessed 14 January 2026) (in Russ.).
5. *Russian statistical yearbook*, Moscow, Rosstat, 2025, 621 p. (in Russ.).

© Бочарникова В. Н., 2026

Статья поступила в редакцию 27.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 27.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 637.146:664.6  
EDN WIOUKD

**Возможность использования функциональных ингредиентов растительного происхождения при производстве кисломолочных продуктов**

**Ксения Леонидовна Иванова<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Елизавета Алексеевна Денисова<sup>2</sup>**, студент бакалавриата  
**Научный руководитель – Елена Витальевна Закипная<sup>3</sup>**,  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия  
<sup>1</sup> [kсенija231215@yandex.ru](mailto:kсенija231215@yandex.ru), <sup>2</sup> [liza.lenisova@bk.ru](mailto:liza.lenisova@bk.ru)

**Аннотация.** Приведена классификация растительных ингредиентов, используемых при производстве кисломолочных продуктов. Рассмотрена их краткая характеристика и функциональные свойства.

**Ключевые слова:** кисломолочные продукты, растительные функциональные ингредиенты, свойства

**Для цитирования:** Иванова К. Л., Денисова Е. А. Возможность использования функциональных ингредиентов растительного происхождения при производстве кисломолочных продуктов // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 280–283.

Original article

**The possibility of using functional ingredients of plant origin in the production of fermented dairy products**

**Ksenia L. Ivanova<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Elizaveta A. Denisova<sup>2</sup>**, Undergraduate Student  
**Scientific advisor – Elena V. Zkipnaya<sup>3</sup>**,  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
<sup>1</sup> [kсенija231215@yandex.ru](mailto:kсенija231215@yandex.ru), <sup>2</sup> [liza.lenisova@bk.ru](mailto:liza.lenisova@bk.ru)

**Abstract.** The classification of herbal ingredients used in the production of fermented milk products is given. Their brief characteristics and functional properties

are considered.

**Keywords:** fermented milk products, herbal functional ingredients, properties

**For citation:** Ivanova K. L., Denisova E. A. The possibility of using functional ingredients of plant origin in the production of fermented dairy products. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 280–283), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Современный рынок пищевых продуктов предъявляет все более повышенные требования к их функциональности. Кисломолочные продукты (йогурт, биокефир, напитки на основе сыворотки и т. д.) – естественная платформа для внедрения функциональных растительных ингредиентов. Растительные компоненты (пробиотические волокна, белки, экстракты, полифенолы, растительные масла) позволяют повысить пищевую ценность, улучшить текстуру и расширить целевые потребительские сегменты рынка молочной промышленности [1, 2].

Приведем классификацию и свойства ключевых растительных функциональных ингредиентов:

1. *Пробиотические волокна* (инулин, фруктоолигосахариды, галактоолигосахариды) – стимулируют рост полезной микрофлоры, улучшают кремообразность, удержание влаги.

2. *Бета-глюканы* (овес, ячмень) – повышают вязкость, дают плотную структуру, обладают гипохолестеринемическим эффектом.

3. *Растительные белки и изоляты* (соевый, гороховый, рисовый белок) – увеличивают содержание белка, влияют на текстуру и могут требовать корректировки процесса ферментации.

4. *Полисахариды* (пектин, гуаровая камедь, ксантан) – применяются как натуральные загустители и стабилизаторы структуры.

5. *Пищевые волокна и микрокапсулированные добавки* – повышают сытность, улучшают реологию.

6. *Полифенольные экстракты и растительные биологические компоненты* (зеленый чай, экстракт гречихи, ягодные экстракты) – обладают антиоксидантной активностью, но могут влиять на вкус и активность микроорганизмов.

7. *Растительные масла и фито-компоненты* (стеролы) – позволяют создавать продукты с пониженным содержанием насыщенных жиров, добавляют функциональность.

Положительными эффектами растительных функциональных ингредиентов выступают улучшает структуры (кремоподобная консистенция), снижение отделения сыворотки. Они повышают питательную ценность (белок, клетчатка), являются функциональными маркерами (пребиотики, антиоксиданты) [3].

Стевия – растение, листья которого содержат стевииозиды, обладающие высокой сладостью, но не влияющие на уровень сахара в крови. Применение стевии позволяет создавать кисломолочные продукты с пониженным содержанием сахара, что значительно расширяет целевую аудиторию. Стевия обладает антиоксидантными, противовоспалительными свойствами, она способствует улучшению обмена веществ.

Ягоды голубики, малины и черники богаты антоцианами, витаминами (С, Е), пищевыми волокнами, которые усиливают антиоксидантную защиту организма. Ягоды способствуют укреплению иммунной системы, улучшают работу пищеварительного тракта, способствуют поддержанию здоровья сердечно-сосудистой системы. Их добавление в кисломолочные продукты повышает не только питательную, но и органолептическую ценность (аромат, вкус, цвет).

**Заключение.** Использование функциональных растительных ингредиентов при производстве кисломолочных продуктов является перспективным направлением, способным повысить питательную ценность, расширить ассортимент и удовлетворить растущий спрос на функциональные и качественные продукты. От правильного выбора ингредиентов, оптимизации технологических режимов и тщательной оценки их совместимости с молочной матрицей и

микрофлорой зависит получение многокомпонентного качественного функционального кисломолочного продукта.

### **Список источников**

1. Закипная Е. В., Андреев А. В. Использование растительных компонентов в технологии производства молочных продуктов // *Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство : материалы V междунар. науч.-практ. конф.* Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2018. С. 336–339.

2. Решетник Е. И., Грибанова С. Л., Держапольская Ю. И. Технологические особенности производства обогащенного молочного биопродукта с ненарушенным сгустком // *Пищевые технологии : материалы III междунар. симпозиума.* Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2024. С. 81–85.

3. Парфенова С. Н., Закипная Е. В. Перспективы использования растительного сырья в производстве кисломолочных продуктов // *Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф.* Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2021. С. 420–425.

### **References**

1. Zakipnaya E. V., Andreev A. V. The use of plant components in dairy production technology. Proceedings from Innovative technologies in the food industry: science, education and production: *V Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya.* (PP. 336–339), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2018 (in Russ.).

2. Reshetnik E. I., Gribanova S. L., Derzhapolskaya Yu. I. Technological features of the production of enriched dairy bio-products with undisturbed clot. Proceedings from Food technology: *III Mezhdunarodnyi simpozium.* (PP. 81–85), Kemerovo, Kemerovskii gosudarstvennyi universitet, 2024 (in Russ.).

3. Parfenova S. N., Zakipnaya E. V. Prospects of using plant raw materials in the production of fermented dairy products. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya.* (PP. 420–425), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2021 (in Russ.).

© Иванова К. Л., Денисова Е. А., 2026

Статья поступила в редакцию 27.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 27.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 664.66(571.6)  
EDN UHAQZD

**Региональные биокорректоры Дальнего Востока:  
перспективы создания функциональных хлебобулочных изделий**

**Оксана Владимировна Калинина<sup>1</sup>**, аспирант  
**Научный руководитель – Кетеван Рубеновна Бабухадия<sup>2</sup>**,  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [kalinina\\_oksana.82@mail.ru](mailto:kalinina_oksana.82@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрены возможности использования местных сырьевых ресурсов Дальневосточного региона в качестве биокорректоров для производства функциональных хлебобулочных изделий. Проанализированы основные виды перспективного сырья. Исследованы технологические аспекты применения и экономические преимущества использования региональных ресурсов. Определены перспективные направления для создания новых видов специализированной хлебобулочной продукции.

**Ключевые слова:** хлебобулочные изделия, функциональные продукты, биокорректоры, Дальний Восток, местное сырье

**Для цитирования:** Калинина О. В. Региональные биокорректоры Дальнего Востока: перспективы создания функциональных хлебобулочных изделий // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 284–290.

Original article

**Regional biocorrectors of the Far East:  
prospects for the creation of functional bakery products**

**Oksana V. Kalinina<sup>1</sup>**, Postgraduate Student  
**Scientific advisor – Ketevan R. Babukhadiya<sup>2</sup>**,  
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[kalinina\\_oksana.82@mail.ru](mailto:kalinina_oksana.82@mail.ru)

**Abstract.** The article discusses the possibilities of using local raw materials from the Far Eastern region as biocorrectors for the production of functional bakery

products. The main types of promising raw materials are analyzed. The technological aspects of the application and the economic advantages of using regional resources are investigated. Promising directions for the creation of new types of specialized bakery products have been identified.

**Keywords:** bakery products, functional products, biocorrectors, Far East, local raw materials

**For citation:** Kalinina O. V. Regional biocorrectors of the Far East: prospects for the creation of functional bakery products. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 284–290), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В современных условиях питания все большее значение приобретают продукты, способные не только утолять голод, но и оказывать положительное влияние на здоровье человека. Особое место в этом направлении занимают функциональные хлебобулочные изделия, обогащенные витаминами, минеральными веществами, пищевыми волокнами и другими биологически активными компонентами [1]. Для Дальневосточного региона разработка таких продуктов особенно актуальна в связи с необходимостью импортозамещения, рационального использования местных ресурсов и удовлетворения специфических потребностей населения. Хлеб, как продукт ежедневного потребления, представляет собой идеальную основу для внедрения функциональных ингредиентов [2].

**Целью работы** является анализ потенциала местных сырьевых ресурсов Дальнего Востока для использования в качестве биокорректоров при производстве хлебобулочных изделий функциональной направленности.

Биокорректорами называют природные компоненты, которые добавляются в пищевые продукты с целью целенаправленного изменения их химического состава и функциональных свойств для повышения питательной ценности и обеспечения оздоровительного эффекта. В контексте хлебопечения к ним можно отнести различные виды сырья растительного, животного и даже древесного происхождения, каждый из которых выполняет определенную

роль: служит источником пищевых волокон, витаминов, антиоксидантов, белков или минеральных веществ [3].

Дальневосточный регион обладает уникальным набором сырьевых ресурсов, которые могут быть успешно использованы в качестве биокорректоров. В качестве перспективных объектов выделены шесть ключевых компонентов, доступных в регионе (рис. 1).



цельнозерновая мука



порошок из шиповника



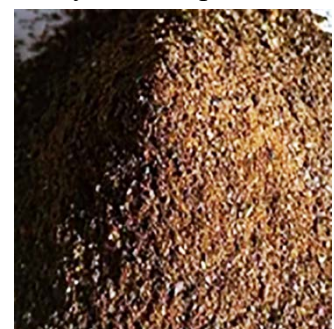
цукаты из ревеня



лавитол-арабиногалактан



молочная сыворотка



ржаной солод

**Рисунок 1 – Биокорректоры Дальневосточного региона, перспективные для хлебопечения**

*Цельнозерновая мука* местного помола служит основным источником нерастворимых пищевых волокон (клетчатки), витаминов группы В, магния, цинка и железа. Ее использование позволяет повысить плотность полезных нутриентов в изделии и снизить его гликемический индекс. *Порошок из шиповника* (виды, характерные для региона: морщинистый, даурский) является концентрированным источником витамина С и биофлавоноидов, обеспечивая антиоксидантную активность. *Цукаты из ревеня* содержат растворимые пище-

вые волокна (пектин), витамин К и органические кислоты, способствуя детоксикации и улучшению пищеварения [4, 5].

Пищевая добавка «Лавитол-арабиногалактан», производимая из даурской лиственницы, представляет высокоэффективный пребиотик, стимулирующий рост полезной кишечной микрофлоры и обладающий иммуномодулирующими свойствами. Молочная творожная сыворотка – доступное вторичное сырье, обогащающее продукт сывороточными белками, кальцием, фосфором и лактозой, а также выступающее отличной основой для заквасок. Ржаной ферментированный солод, получаемый из местного зерна, является природным улучшителем, ответственным за формирование насыщенного вкуса, аромата, цвета и за обеспечение питательными веществами микрофлоры теста.

Систематизация данных биокорректоров для хлебопекарного применения была осуществлена на основе их функционально-технологических характеристик и биологической активности (рис. 2). В основу было положено разделение компонентов на три ключевых кластера.



Рисунок 2 – Схема группировки биокорректоров Дальневосточного региона по функциональным кластерам

*Первый кластер* составляет технологическая основа, куда входят компоненты, задающие основные структурные и биотехнологические параметры продукта: цельнозерновая мука (структурный каркас), молочная сыворотка (среда для закваски) и ржаной солод (улучшитель вкуса и аромата). *Второй блок* представляет функциональное ядро композиции – лавитол-арабиногалактан. Этот ингредиент является целевым пребиотиком с научно доказанным действием, а его высокие влагоудерживающие свойства дополнительно улучшают качество изделия. *Третий кластер* объединяет витаминно-антиоксидантный комплекс, предназначенный для направленного обогащения: порошок из шиповника (витамин С, биофлавоноиды) и цукаты из ревеня (витамин К, пектин).

Данная группировка отражает синергетическое взаимодействие: компоненты технологической основы создают стабильную матрицу для работы функционального ядра, а элементы витаминного комплекса усиливают общую биологическую ценность.

Применение этих биокорректоров в хлебопечении требует учета их технологических особенностей. Ингредиенты с высоким содержанием клетчатки увеличивают водопоглощение на 5–15 %. Кислотные компоненты (порошок шиповника) могут влиять на состояние клейковины, что требует корректировки рецептуры. Молочная сыворотка и ржаной солод, являясь питательной средой, способны ускорять брожение. Все биокорректоры изменяют органолептические свойства. При этом арабиногалактан и пектины из ревеня могут увеличивать срок сохранения свежести благодаря влагоудерживающим свойствам.

Биокорректоры в той или иной степени изменяют органолептические свойства изделий. Важным технологическим преимуществом предлагаемой композиции и метода (применение закваски на сыворотке) является контроль над полным биохимическим профилем сырья. Так, например, лектины, присутствующие в цельнозерновой муке и ревене, в ходе длительной фермента-

ции и последующей высокотемпературной выпечки подвергаются значительной деградации и инактивации. Этот процесс устраняет их потенциальные антинутритивные свойства, превращая сырьевую матрицу в безопасную и биодоступную форму. Таким образом, технология выступает не только как способ формирования структуры и вкуса, но и как инструмент управления биологической активностью комплексного сырьевого набора.

Использование местных биокорректоров предоставляет экономические и маркетинговые преимущества: снижение себестоимости за счет локализации цепочки поставок, создание продукта с уникальной региональной идентичностью, соответствие трендам на здоровое питание.

**Заключение.** *Дальневосточный регион обладает значительным потенциалом для создания функциональных хлебобулочных изделий. Перспективными направлениями дальнейших исследований является углубленный анализ трансформации полного спектра биологически активных веществ (включая вторичные метаболиты и белки, такие как лектины) в процессе ферментации и выпечки для точного прогнозирования и управления функциональными свойствами конечного продукта; разработка линейки бездрожжевых изделий на основе предложенных сбалансированных композиций и оптимизация технологических параметров их производства. Реализация этих направлений позволит создать новые виды полезной хлебобулочной продукции и внести вклад в развитие пищевой промышленности Дальнего Востока.*

#### **Список источников**

1. Корячкина С. Я., Матвеева Т. В. Функциональные пищевые ингредиенты и добавки для хлебобулочных и кондитерских изделий : учебное пособие. СПб. : ГИОРД, 2013. 528 с.
2. Бабухадия К. Р., Буцик И. А., Соколова О. В. Анализ конъюнктуры рынка хлебобулочных изделий: спрос и предложение // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2025. С. 139–145.

3. Бабухадия К. Р., Буцик И. А., Неустроев А. О. Аспекты использования нетрадиционного сырья в производстве хлебобулочных изделий // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Т. 17. № 1. С. 76–85.

4. Бабухадия К. Р., Пакусина А. П., Пашина Л. Л. Качественные характеристики кексов, обогащенных биологически активными веществами растительных источников // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2024. № 11 (212). С. 169–176.

5. Бабухадия К. Р., Калинина О. В. Разработка технологии и рецептуры кексов с использованием биологически активных веществ растительных источников // Эколого-биологическое благополучие растительного и животного мира : материалы междунар. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. С. 182.

### References

1. Koryachkina S. Ya., Matveeva T. V. *Functional food ingredients and additives for bakery and confectionery products: a textbook*, Saint-Petersburg, GIORD, 2013, 528 p. (in Russ.).

2. Babukhadiya K. R., Butsik I. A., Sokolova O. V. Market analysis of bakery products: supply and demand. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 139–145), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

3. Babukhadiya K. R., Butsik I. A., Neustroev A. O. Aspects of the use of non-traditional raw materials in the production of bakery products. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2023;17;1:76–85 (in Russ.).

4. Babukhadiya K. R., Pakusina A. P., Pashina L. L. Qualitative characteristics of cupcakes enriched with biologically active substances from plant sources. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024;11(212):169–176 (in Russ.).

5. Babukhadiya K. R., Kalinina O. V. Development of cupcake technology and formulation using biologically active substances from plant sources. Proceedings from Ecological and biological well-being of flora and fauna: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 182), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2022 (in Russ.).

© Калинина О. В., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 579.222.3  
EDN YCASZX

**Биохимические свойства активизированных  
моноштаммов *Streptococcus thermophilus***

Елизавета Дмитриевна Ковалева<sup>1</sup>, аспирант  
Маргарита Евгеньевна Есина<sup>2</sup>, студент бакалавриата  
Научный руководитель – Ирина Валерьевна Бояринева<sup>3</sup>,  
доктор технических наук, доцент  
<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный федеральный университет  
Приморский край, Владивосток, Россия, [boyarineva.iv@dvfu.ru](mailto:boyarineva.iv@dvfu.ru)

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований биохимических свойств двух штаммов *Streptococcus thermophilus*, предоставленных российскими коллекциями культур. Активизация штаммов проводилась методом последовательных пассажей на стерильном обезжиренном молоке и экспериментальных питательных средах. Установлено, что в процессе последовательных генераций наблюдается существенное сокращение времени ферментации при сохранении высокой кислотообразующей активности. Концентрация жизнеспособных клеток составляла  $10^9$ – $10^{12}$  КОЕ/мл.

**Ключевые слова:** *Streptococcus thermophilus*, активизация, кислотообразование, пассаж, бактериальные концентраты, биохимическая активность, функциональное питание, пробиотики

**Для цитирования:** Ковалева Е. Д., Есина М. Е. Биохимические свойства активизированных моноштаммов *Streptococcus thermophilus* // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 291–295.

Original article

**Biochemical properties of activated  
monostrains of *Streptococcus thermophilus***

Elizaveta D. Kovaleva<sup>1</sup>, Postgraduate Student  
Margarita E. Esina<sup>2</sup>, Undergraduate Student  
Scientific advisor – Irina V. Boyarineva<sup>3</sup>,  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern Federal University, Primorsky krai, Vladivostok, Russia  
[boyarineva.iv@dvfu.ru](mailto:boyarineva.iv@dvfu.ru)

**Abstract.** The article presents the results of a study on the biochemical properties of two strains of *Streptococcus thermophilus* provided by Russian culture collections. Strain activation was carried out by sequential passaging on sterile skim milk and experimental nutrient media. It was established that during sequential generations, a significant reduction in fermentation time was observed while maintaining high acid-forming activity. The concentration of viable cells ranged from  $10^9$  to  $10^{12}$  CFU/ml.

**Keywords:** *Streptococcus thermophilus*, activation, acid formation, passage, bacterial concentrates, biochemical activity, functional nutrition, probiotics

**For citation:** Kovaleva E. D., Esina M. E. Biochemical properties of activated monostrains of *Streptococcus thermophilus*. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 291–295), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

**Введение.** Среди молочнокислых микроорганизмов особый интерес представляют штаммы *Streptococcus thermophilus*, широко используемые в производстве кисломолочных продуктов [1]. Высокая экономическая и технологическая ценность данного вида обусловлена его способностью к быстрому росту, интенсивному кислотообразованию и активному участию в формировании органолептических свойств ферментированных продуктов [2].

Активизация штаммов *Streptococcus thermophilus* осуществляется адаптацией к условиям культивирования: многократные пассажи, изменение состава питательной среды и температурных режимов. Данные подходы способны приводить к усилению кислотообразующей активности, изменениям углеводного и белкового обмена, а также повышению синтеза биологически активных соединений (экзополисахариды и ферменты) [3, 4].

**Целью исследований** явилось изучение биохимической активности российских штаммов *Streptococcus thermophilus* с перспективой их дальнейшего комбинирования в бактериальные консорциумы.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований являлись два штамма *Streptococcus thermophilus* (условно обозначенные как штамм 1 и штамм 2), предоставленные российскими коллекциями культур. Данные

штаммы выбраны как перспективные с точки зрения биохимической активности и потенциального использования в составе бактериальных концентратов.

Активацию культур осуществляли методом последовательных пассажей, подсаживая на стерильное обезжиренное молоко и на экспериментальные питательные среды с различными источниками углерода и азота. Количество вносимого инокулята составляло 3 и 5 %. Культивирование проводили при температуре 40 °С в течение 8 последовательных генераций.

В ходе исследований определяли показатели: активную кислотность потенциометрическим методом; продолжительность культивирования; концентрацию жизнеспособных клеток методом серийных разведений; органолептические характеристики формируемых сгустков. Динамику роста культур оценивали импедансным методом. Микроскопические исследования проводили для подтверждения морфологических характеристик культур.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Проведено комплексное изучение биохимической активности штаммов *S. thermophilus* при различных режимах культивирования. В ходе исследований установлено, что оба штамма обладают высокой биохимической активностью, особенно на поздних генерациях культивирования.

На этапе активации (без добавления инокулята) штамм 1 на обезжиренном молоке достигал значения рН, равного 4,10 за 17 час при концентрации жизнеспособных клеток  $2 \times 10^{12}$  КОЕ/мл, а на экспериментальной среде соответственно 3,94 за 16 час с концентрацией  $1 \times 10^9$  КОЕ/мл. Штамм 2 демонстрировал сопоставимые результаты: рН – 4,22 за 18 час ( $7 \times 10^{11}$  КОЕ/мл) на молоке и рН – 4,19 за 17 час ( $4 \times 10^9$  КОЕ/мл) на экспериментальной среде.

В I генерации (доза инокулята 5 %) продолжительность ферментации составила 14–15 час для обоих штаммов, при этом значения рН находились в диапазоне 4,07–4,31 в зависимости от штамма и питательной среды. Концен-

трация клеток варьировала от  $1 \times 10^9$  до  $9 \times 10^{10}$  КОЕ/мл. К V генерации наблюдалось существенное сокращение времени ферментации до 6–7 час, при этом кислотообразующая активность оставалась на высоком уровне (4,13–4,79). Концентрация жизнеспособных клеток составляла от  $3 \times 10^9$  до  $4 \times 10^{10}$  КОЕ/мл.

К VIII генерации время культивирования стабилизировалось на уровне 6–6,5 час. Штамм 1 показал значения рН – 4,63 на молоке и 4,50 на экспериментальной среде при концентрации  $8 \times 10^9$  и  $1 \times 10^{10}$  КОЕ/мл соответственно. Значения рН штамма 2 составили 4,54 на молоке и 4,52 на экспериментальной среде при концентрации  $7 \times 10^9$  и  $1 \times 10^{10}$  КОЕ/мл. Таким образом, последовательные пассажи привели к значительному ускорению ферментативных процессов: продолжительность культивирования сократилась в 2,5–3 раза по сравнению с I генерацией, что свидетельствует об успешной адаптации культур к условиям среды.

Для штамма 1 характерно плавное нарастание кислотности в течение 5–17 час, что свидетельствует об адаптации культуры к условиям ферментации. Формируемые сгустки отличались высокой плотностью и минимальным выделением сыворотки, указывая на стабильность белкового матрикса.

Штамм 2 проявил более выраженную кислотообразующую активность и сокращенное время ферментации – до 6 час в VII и VIII генерациях. Это делает его перспективным для использования в промышленном производстве бактериальных концентратов. Однако для данного штамма отмечено явление синерезиса, вероятно связанное с высоким уровнем биохимической активности и интенсивным протеолизом.

**Заключение.** Проведенное исследование биохимических свойств двух штаммов *Streptococcus thermophilus* позволило установить следующее. Последовательные пассажи (от I до VIII генерации) обеспечивают существенное сокращение времени ферментации (с 14–18 до 6–6,5 час) при сохранении высокой кислотообразующей активности и концентрации жизнеспособных клеток

на уровне  $10^9$ – $10^{10}$  КОЕ/мл.

Штамм 1 отличается формированием стабильных плотных сгустков. Штамм 2 характеризуется более интенсивным кислотообразованием и минимальным временем ферментации, что делает его перспективным для промышленных технологий.

#### Список источников

1. Lavelle K., Martinez I., Neve H. Biodiversity of *Streptococcus thermophilus* phages in global dairy fermentations // *Viruses*. 2018. Vol. 10. No. 10. P. 577.
2. Markakiou S., Gaspar P., Johansen E. Harnessing the metabolic potential of *Streptococcus thermophilus* for new biotechnological applications // *Current Opinion in Biotechnology*. 2020. Vol. 61. P. 142–152.
3. Гришина К. В., Горькова И. В. Изучение взаимосвязи фазы культивирования *Streptococcus thermophilus* и *Streptococcus mesophilus* с pH // *Научный журнал молодых ученых*. 2014. № 2 (3).
4. Свириденко Г. М., Шухалова О. М., Данилова Е. С. Особенности развития и метаболизма штаммов *Streptococcus thermophilus* в разных условиях глубинного жидкофазного культивирования // *Пищевые системы*. 2023. Т. 6. № 4. С. 512–518.

#### References

1. Lavelle K., Martinez I., Neve H. Biodiversity of *Streptococcus thermophilus* phages in global dairy fermentations. *Viruses*, 2018;10;10:577.
2. Markakiou S., Gaspar P., Johansen E. Harnessing the metabolic potential of *Streptococcus thermophilus* for new biotechnological applications. *Current Opinion in Biotechnology*, 2020;61:142–152.
3. Grishina K. V., Gorkova I. V. Study of the relationship between the cultivation phase of *Streptococcus thermophilus* and *Streptococcus mesophilus* and pH. *Nauchnyi zhurnal molodykh uchennykh*, 2014;2(3) (in Russ.).
4. Sviridenko G. M., Shukhalova O. M., Danilova E. S. Features of growth and metabolism of *Streptococcus thermophilus* strains under different conditions of submerged liquid-phase cultivation. *Pishchevye sistemy*, 2023;6;4:512–518 (in Russ.).

© Ковалева Е. Д., Есина М. Е., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья

УДК 637.13

EDN YHIDHW

**Теоретические аспекты использования арабиногалактана в производстве замороженного десерта на молочно-растительной основе**

**Валентина Сергеевна Кувшинова<sup>1</sup>**, аспирант

**Научный руководитель – Юлия Игоревна Держапольская<sup>2</sup>**,

кандидат технических наук, доцент

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия, [valagluhenko@gmail.com](mailto:valagluhenko@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассмотрены теоретические аспекты использования полисахарида арабиногалактана в технологии производства замороженного десерта на молочно-растительной основе. Приведены данные о функциональных свойствах арабиногалактана, а также его технологических функциях. Проведены исследования опытных образцов, в результате чего сделан вывод о целесообразности использования арабиногалактана в технологии замороженных десертов в качестве функционального ингредиента.

**Ключевые слова:** замороженный десерт, арабиногалактан, функциональный ингредиент, органолептический анализ

**Для цитирования:** Кувшинова В. С. Теоретические аспекты использования арабиногалактана в производстве замороженного десерта на молочно-растительной основе // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 296–301.

Original article

**Theoretical aspects of the use of arabinogalactan in the production of frozen dessert based on milk and plant**

**Valentina S. Kuvshinova<sup>1</sup>**, Postgraduate Student

**Scientific advisor – Yulia I. Derzhapolskaya<sup>2</sup>**,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

[valagluhenko@gmail.com](mailto:valagluhenko@gmail.com)

**Abstract.** The article discusses the theoretical aspects of the use of arabinogalactan polysaccharide in the production technology of frozen dessert on a milk-plant

basis. Data on the functional properties of arabinogalactan, as well as its technological functions, are presented. Studies of prototypes have been conducted, as a result of which it is concluded that it is advisable to use arabinogalactan in frozen dessert technology as a functional ingredient.

**Keywords:** frozen dessert, arabinogalactan, functional ingredient, organoleptic analysis

**For citation:** Kuvshinova V. S. Theoretical aspects of the use of arabinogalactan in the production of frozen dessert based on milk and plant. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 296–301), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

На данном этапе развития молочной промышленности роль продуктов питания уже давно не ограничивается обеспечением организма базовой энергией. Современные молочные продукты зачастую носят значение функциональных и помимо своих основных функций также оказывают специфическое благотворное влияние на здоровье человека.

Ассортимент кисломолочных и цельномолочных продуктов функционального назначения достаточно обширен; при этом потребители отмечают нехватку замороженных десертов, изготовленных из натурального сырья и содержащих функциональные вещества, оказывающих положительный эффект на организм человека. В этой связи можно считать актуальной тему обогащения замороженных десертов функциональными ингредиентами.

Функциональные ингредиенты, используемые для обогащения молочных продуктов питания, включают в себя широкий спектр веществ различного вида. Данные вещества положительно влияют на пищевую и биологическую ценность обогащаемых продуктов, позволяя использовать их не только для повседневного, но и для лечебно-диетического питания.

Одним из таких веществ является побочный продукт производства листовницы Даурской – арабиногалактан. Он представляет собой натуральный пребиотик, являющийся на 100 % растворимым пищевым волокном, полностью

усваиваемый организмом человека и способствующий поддержанию здорового состояния кишечника. Обладает пребиотическими, антиоксидантными и иммуностимулирующими свойствами. При внесении его в качестве функционального ингредиента арабиногалактан поддерживает рост пробиотических бактерий, подавляя при этом развитие патогенной микрофлоры.

По внешнему виду (рис. 1) арабиногалактан представляет собой порошок светло-кремового цвета, однородной консистенции, без посторонних частиц. Вещество имеет легкий хвойный аромат и сладковатый вкус. За счет своего молекулярного строения арабиногалактан улучшает всасывание и доставку питательных веществ в желудочно-кишечный тракт человека, способствуя их более эффективному усвоению [1, 2].



**Рисунок 1 – Арабиногалактан. Внешний вид**

Арабиногалактан также обладает рядом важных физико-химических и технологических свойств, позволяющих использовать его не только в качестве функционального ингредиента, но и технологического помощника при производстве продуктов питания. Он имеет влагоудерживающую, загущающую способности; термостабилен; биологически разлагаем и полностью растворим в воде различной температуры. Важно отметить стабилизирующие свойства данного вещества – арабиногалактан используется в качестве безопасного geleобразователя и эмульгатора.

При этом известно, что взаимодействие полисахаридов с камедями, используемыми в качестве стабилизаторов, приводит к возникновению так называемого синергетического эффекта и повышает термостабильность эмульсий в широком диапазоне температур и кислотности. Таким образом, можно считать актуальным исследование влияния включения в состав смеси для замороженного десерта полисахарида арабиногалактана.

**Результаты исследований.** Для проведения исследований в лаборатории кафедры технологии переработки сельскохозяйственной продукции были подготовлены шесть опытных образцов смеси для замороженного десерта (рис. 2).

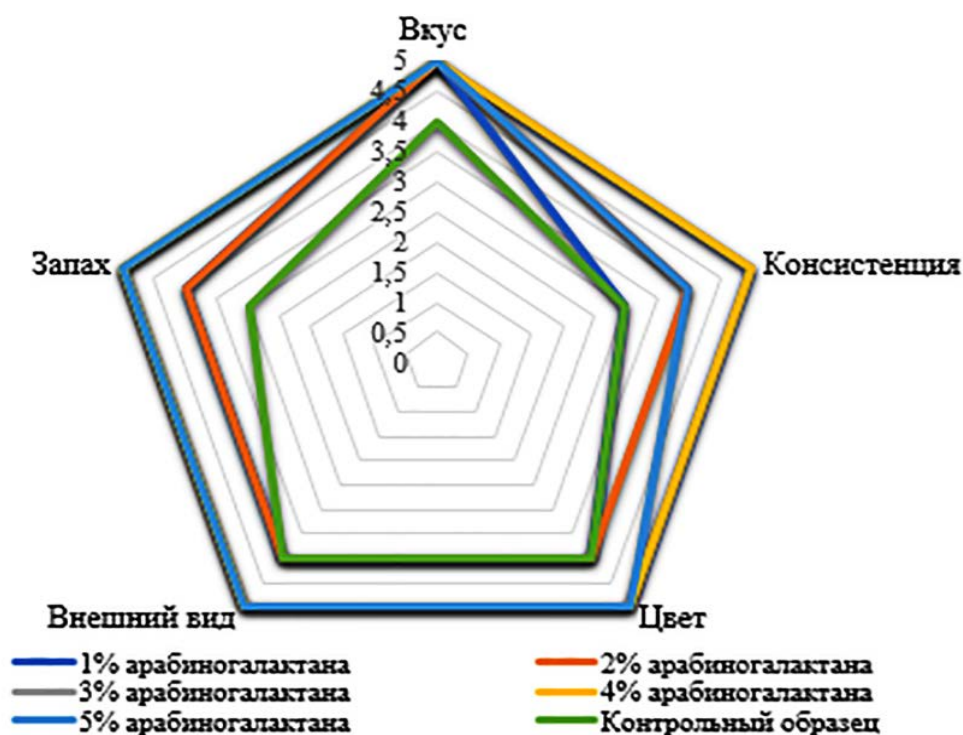


**Рисунок 2 – Опытные образцы**

Смесь подвергали тепловой обработке при температуре 80–85 °С в течение одной минуты, а после охлаждали до температуры 40–45 °С и вносили стабилизатор (конжачковую камедь) в объеме 5 % и арабиногалактан в количестве от 1 до 5 %. Также был подготовлен один контрольный образец без добавления функционального ингредиента. Доза вносимого функционального компонента и стабилизатора была выбрана с учетом требований нормативных документов и особенностей производства конкретного продукта.

Далее была изучена степень влияния добавления арабиногалактана на органолептические свойства смесей для замороженного десерта и взаимодей-

стве полисахарида с используемым стабилизатором. На основании полученных данных построена профилограмма (рис. 3).



**Рисунок 3 – Влияние арабиногалактана на органолептические свойства замороженного десерта**

**Заключение.** *Внесение арабиногалактана положительно влияет на органолептические свойства смесей для замороженного десерта. Образец № 4 с содержанием арабиногалактана в количестве 4 % набрал наибольшее количество баллов. При этом все образцы имели светло-бежевый окрас, однородную и в меру вязкую консистенцию, а также приятный вкус и запах, характерные для данного вида продукта.*

#### **Список источников**

1. Завезенова И. В. Йогуртный кисломолочный продукт, обогащенный функциональной добавкой арабиногалактан // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 6–1. С. 29–32.
2. Решетник Е. И., Держапольская Ю. И., Грибанова С. Л. Исследование реологических свойств обогащенного кисломолочного напитка // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2023. Т. 17. № 4. С. 225–233.

### References

1. Zavezenova I. V. Fermented yogurt product enriched with the functional additive arabinogalactan. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2014;6–1:29–32 (in Russ.).
2. Reshetnik E. I., Derzhapolskaya Yu. I., Griбанова S. L. Investigation of rheological properties of enriched fermented milk drink. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2023;17;4:225–233 (in Russ.).

© Кувшинова В. С., 2026

Статья поступила в редакцию 29.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 29.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 664.6:547.458.8  
EDN YNPNPM

**Технологические аспекты применения пектина для повышения механической устойчивости и текстурной целостности снеков**

**Татьяна Владимировна Матвеева<sup>1</sup>**, аспирант  
**Научный руководитель – Анна Владимировна Ермолаева<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [tanya24\\_99@mail.ru](mailto:tanya24_99@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассматриваются функциональные свойства пектина, которые определяют его способность выступать в качестве эффективного связующего средства при экструзии или прессовании закусок. Особое внимание уделяется механизму, с помощью которого пектин образует прочную структуру при взаимодействии с водой, белками и крахмалом, а также влиянию кислотности, температуры и степени этерификации на его связывающую способность. Даны практические рекомендации по включению пектина в рецептуру снека для повышения стабильности размеров, уменьшения крошения и улучшения общей текстурной целостности готового продукта.

**Ключевые слова:** пектин, характеристика, функциональные свойства, приготовление снеков, механическая устойчивость, текстурная целостность

**Для цитирования:** Матвеева Т. В. Технологические аспекты применения пектина для повышения механической устойчивости и текстурной целостности снеков // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 302–307.

Original article

**Technological aspects of the use of pectin to enhance the mechanical stability and textural integrity of snacks**

**Tatiana V. Matveeva<sup>1</sup>**, Postgraduate Student  
**Scientific advisor – Anna V. Ermolaeva<sup>2</sup>**,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[tanya24\\_99@mail.ru](mailto:tanya24_99@mail.ru)

**Abstract.** The article discusses the functional properties of pectin, which determine its ability to act as an effective binder in the extrusion or pressing of snacks. Special attention is paid to the mechanism by which pectin forms a solid structure when interacting with water, proteins and starch, as well as the effect of acidity, temperature and degree of esterification on its binding ability. Practical recommendations are given on the inclusion of pectin in the snack formulation to increase dimensional stability, reduce crumbling and improve the overall textural integrity of the finished product.

**Keywords:** pectin, characteristics, functional properties, snack preparation, mechanical stability, textural integrity

**For citation:** Matveeva T. V. Technological aspects of the use of pectin to enhance the mechanical stability and textural integrity of snacks. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 302–307), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Современный рынок снеков характеризуется стремительным ростом сегмента «здоровых» и «чистых» продуктов. Потребители все чаще отказываются от продуктов с искусственными добавками, требуя натуральные, легко читаемые этикетки. Одной из ключевых технологических задач при разработке таких снеков является обеспечение механической прочности и стабильности размеров, особенно при использовании нетрадиционного сырья – растительные белки, псевдозерновые продукты, порошки из овощей и бобовых, которые часто обладают низкой связующей способностью [1].

В этих условиях растет интерес к природным гидроколлоидам, среди которых особое место занимает пектин – полисахарид, получаемый из побочных продуктов переработки цитрусовых и яблок.

Благодаря своим уникальным реологическим свойствам пектин способен не только улучшать текстуру, но и выступать в качестве эффективного связующего вещества, обеспечивая целостность структуры закусочки на всех этапах производства – от формования до упаковки.

Пектин представляет собой линейный полимер  $\alpha$ - (1→4)-связанной D-галактуроновой кислоты, частично этерифицированный метанолом. В зависимости от степени этерификации (DE) различают:

1) высокометоксилированные (HM) пектины (DE >50 %) – образуют гели в кислой среде (pH = 2,8–3,5) с высоким содержанием сахара (более 55 %);

2) пектины с низким содержанием метоксилированных (LM) пектинов (DE <50 %) – желатин в присутствии двухвалентных катионов (в первую очередь  $Ca^{2+}$ ), независимо от содержания сахара и при нейтральном pH.

Для большинства снежков, особенно соленых или с низким содержанием углеводов, предпочтение отдается LM-пектинам, поскольку они не требуют кислой среды или высокой концентрации сахара, что расширяет их применение в самых разнообразных рецептурах.

*Основными функциональными свойствами пектина, используемого для приготовления снежков, являются:*

- высокая влагоудерживающая способность;
- способность образовывать вязкоупругие гели;
- стабилизация дисперсных систем;
- снижение рассыпчатости и повышение механической прочности.

*При добавлении в рецептуру снежков пектин проявляет свои связующие свойства в несколько этапов:*

1. Гидратация и набухание при смешивании с водой или паром. Пектиновые цепочки поглощают влагу, расширяются и образуют вязкую коллоидную фазу.

2. Покрытие частиц крахмала, белка, клетчатки и других компонентов, создающее между ними «клеевой» слой.

3. Формирование пространственной сетки при термической обработке (экструзии, выпечке, сушке). В случае пленочных пектинов эта сетка дополнительно стабилизируется ионными связями с кальцием.

4. Структурная фиксация после удаления влаги: даже в сухом виде пектиновая матрица сохраняет достаточную эластичность, предотвращая растрескивание и крошение.

Роль пектина особенно важна при экструзии – одном из наиболее распространенных методов производства закусок. Под воздействием высокого давления, температуры и сдвига пектин способствует равномерному распределению компонентов и повышает стабильность экструзии, уменьшая деформацию изделий при выходе из матрицы [2, 3].

Оптимальная дозировка пектина в рецептурах закусочных продуктов, как правило, находится в диапазоне 0,2–1,5 % от массы сухих веществ. Превышение указанного объема нежелательно, поскольку может вызвать формирование излишне плотной консистенции и появление липкого поверхностного слоя, что ухудшает органолептические и текстурные характеристики готового продукта.

Пектин хорошо сочетается с рисовой, кукурузной и гречневой мукой, продуктами переработки сои (мука, изолят), а также растительными порошками (морковь, свекла и др.).

Оптимальный уровень влажности теста (массы) перед формированием составляет 18–25 %. Температура находится в пределах 80–140 °С в зависимости от способа обработки (экструзия, прессование, сушка, выпечка).

С точки зрения функциональных свойств, пектин способствует формированию оптимальной реологической структуры, повышает механическую устойчивость готовых изделий и снижает массовые потери при транспортировке и хранении. Особую ценность представляет его мультифункциональность: в единой рецептуре пектин одновременно выполняет роль структурообразователя, влагоудерживающего агента и стабилизатора дисперсных систем.

Тем не менее применение пектина сопряжено с определенными технологическими ограничениями. Его гелеобразующая способность и вязкостные характеристики в значительной степени зависят от кислотности среды и концентрации катионов, прежде всего кальция, что требует строгого контроля параметров технологического процесса. Эффективность действия пектина напрямую коррелирует с точностью дозирования и степенью гомогенизации в дисперсионной среде; неравномерное распределение приводит к образованию неоднородной текстуры. Дополнительную сложность представляет потенциальное синергетическое или антагонистическое взаимодействие с другими гидроколлоидами (например, каррагинаном), что обуславливает необходимость предварительной оптимизации состава многокомпонентных систем на лабораторном этапе разработки рецептуры.

**Заключение.** *Пектин представляет перспективный и технологически гибкий ингредиент для производства современных закусок. Способность образовывать прочную, но гибкую структуру делает его ценной заменой синтетическим связующим и глютену в безглютеновых системах.*

*При правильном выборе типа пектина, дозировки и условий обработки можно добиться высокой стабильности размеров, минимального крошения и привлекательной текстуры готового продукта. Учитывая мировую тенденцию к натуральности и функциональности, пектин будет играть все более важную роль в инновационных рецептурах снеков.*

#### **Список источников**

1. Будько Д. В. Российский рынок снеков: рост продаж «здоровых» продуктов // Бизнес пищевых ингредиентов. 2012. № 1 (28). С. 40–41.
2. Личко Н. М., Курдина В. Н., Елисеева Л. Г., Мельников Е. М. Технология переработки продукции растениеводства : учебное пособие. М. : КолосС, 2006. 616 с.
3. Жолик Г. А., Козлов Н. А. Технология переработки растительного сырья : учебное пособие. Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2004. 140 с.

### References

1. Budko D. V. The Russian market of snacks: the growth of sales of "healthy" products. *Biznes pishchevykh ingredientov*, 2012;1(28):40–41 (in Russ.).
2. Lichko N. M., Kurdina V. N., Eliseeva L. G., Melnikov E. M. *Technology of crop production processing: a textbook*, Moscow, KolosS, 2006, 616 p. (in Russ.).
3. Zholik G. A., Kozlov N. A. *Technology of processing plant raw materials: a textbook*, Gorki, Belorusskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2004, 140 p. (in Russ.).

© Матвеева Т. В., 2026

Статья поступила в редакцию 29.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 29.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 637.146:339.132  
EDN ZJITZW

**Анализ потребительских предпочтений  
как основа разработки новых функциональных продуктов**

**Артем Олегович Неустроев<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Кетеван Рубеновна Бабухадия<sup>2</sup>**,  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [3889047@gmail.com](mailto:3889047@gmail.com)

**Аннотация.** На основе анкетирования потребителей обоснованы некоторые аспекты разработки обогащенной творожной пасты. Выявлен значительный потенциал спроса (60 % респондентов). Определены ключевые элементы рецептуры по мнению респондентов: наиболее предпочтительное сочетание компонентов – кабачок и черная смородина; наиболее востребованная функциональная добавка – арабиногалактан.

**Ключевые слова:** функциональные продукты питания, творожная паста, потребительские предпочтения, овощно-ягодный наполнитель

**Для цитирования:** Неустроев А. О. Анализ потребительских предпочтений как основа разработки новых функциональных продуктов // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 308–314.

Original article

**Analysis of consumer preferences  
as a basis for the development of new functional products**

**Artem O. Neustroev<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Ketevan R. Babukhadiya<sup>2</sup>**,  
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[3889047@gmail.com](mailto:3889047@gmail.com)

**Abstract.** Based on a consumer survey, aspects of the development of enriched cottage cheese paste are substantiated. Significant demand potential has been identified (60% of respondents). The key elements of the formulation were identified according to the respondents: the most preferred combination of components is

squash and black currant; the most popular functional additive is arabinogalactan.

**Keywords:** functional foods, curd paste, consumer preferences, vegetable and berry filling

**For citation:** Neustroev A. O. Analysis of consumer preferences as a basis for the development of new functional products. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 308–314), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В современных условиях наблюдается устойчивая тенденция к повышению интереса потребителей к здоровому образу жизни и сбалансированному питанию. Особую ценность представляют продукты, являющиеся источником полноценного белка, незаменимых аминокислот и витаминов, необходимых для нормального функционирования организма. В этой связи значительную роль в рационе играют молочные продукты, среди которых особыми потребительскими и технологическими свойствами обладает творожная паста [1].

Данный продукт характеризуется нежной однородной консистенцией, высокой усвояемостью и возможностью обогащения за счет введения различных ингредиентов – фруктов, ягод, овощей и орехов. Это позволяет не только разнообразить вкусовую палитру, но и целенаправленно повысить пищевую и функциональную ценность продукта. Творожная паста занимает существенную долю в сегменте творожных изделий, что подтверждает ее устойчивый потребительский спрос [2, 3].

Ввиду высокой конкуренции на продовольственном рынке, для успешной разработки и вывода новых продуктов, в том числе обогащенных, необходимо проведение маркетинговых исследований [4].

Маркетинговые исследования представляют собой методологически обоснованный и структурированный процесс, направленный на систематический сбор, регистрацию, обработку и интерпретацию данных, связанных с маркетинговыми аспектами и проблемами. Данный подход позволяет не только углубить понимание текущих маркетинговых тенденций и динамики

рынка, но и существенно повысить качество процедур принятия решений, а также обеспечить более эффективный контроль и управление маркетинговыми процессами в условиях динамично меняющейся рыночной среды [4]. Соответственно, предварительный сбор и анализ информации о предпочтениях целевой аудитории позволяет принимать обоснованные решения и адаптировать продукт к запросам локального рынка.

Анализ рынка творожной пасты в г. Белогорске показывает, что на нем доминируют крупные местные производители, в частности АО «Молочный комбинат Благовещенский». Значительную часть ассортимента также составляют продукты компаний ОАО «Савушкин продукт» (Республика Беларусь) и АО «Карат» (Россия, Московская область). Однако представленное рыночное разнообразие не в полной мере отвечает растущему спросу на специализированные и функциональные продукты, в том числе с оригинальными растительными наполнителями, что определяет актуальность проведения исследований для разработки новой, соответствующей запросам потребителей продукции.

**Целью работы** явился анализ потребительских предпочтений для определения ключевых параметров новой творожной пасты. Для достижения цели были поставлены задачи: 1) оценить общий спрос на функциональные творожные продукты; 2) выявить предпочтительные виды овощно-ягодных наполнителей и пребиотических добавок; 3) определить ожидаемую частоту потребления.

**Гипотеза исследований** состояла в том, что комбинированные овощно-ягодные наполнители будут пользоваться большим спросом, чем монокомпонентные, что позволит научно обосновать выбор рецептуры для последующей технологической разработки.

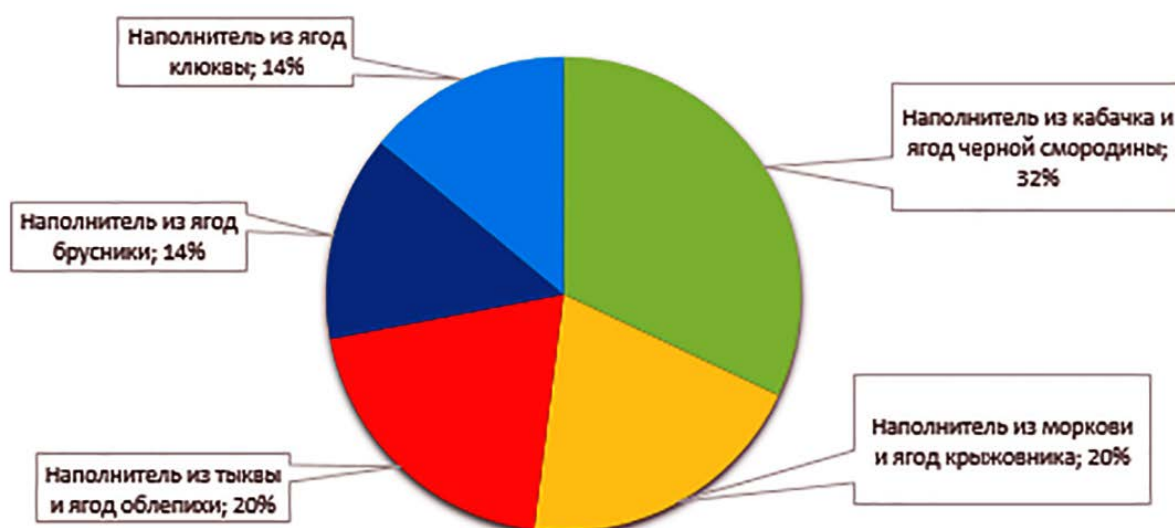
**Методика исследований.** Исследование проводилось в период с 1 октября по 20 декабря 2025 г. методом личного анкетирования. Целевая выборка включала 100 респондентов – жителей г. Белогорска, сбалансированных по

полу (50 % мужчин, 50 % женщин), а также возрастным группам (20–35; 36–50; 51–65 лет).

В качестве инструмента использовалась структурированная анкета, содержащая вопросы о готовности к покупке функциональной творожной пасты, предпочтениях к наполнителям и пребиотикам, а также ожидаемой частоте потребления. Для обработки результатов применялись методы описательной статистики и визуализации данных в программе Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** По результатам опроса большинство респондентов (60 %) готовы приобрести функциональную творожную пасту.

При ответе на вопрос «Какой наполнитель вы предпочитаете для включения в рецептуру творожной пасты с функциональными свойствами?» комбинация кабачка и черной смородины явилась наиболее предпочтительной для 32 % респондентов (рис. 1). Этот результат, вероятно, объясняется стремлением потребителей к сбалансированному вкусу: нейтральная основа кабачка хорошо сочетается с кисло-сладкими ягодами, а также ассоциируется с полезным и натуральным продуктом.

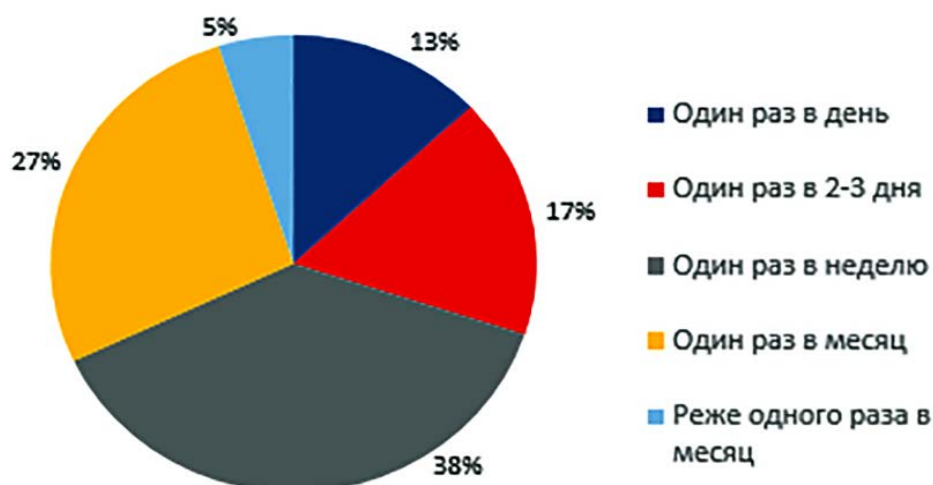


**Рисунок 1 – Распределение респондентов при выборе наполнителей**

Суммарный выбор вариантов с комбинированными наполнителями (кабачок и смородина; тыква и облепиха; морковь и крыжовник) составил 72 %,

что подтверждает гипотезу о большей привлекательности комплексных решений по сравнению с монокомпонентными ягодными добавками (28 %).

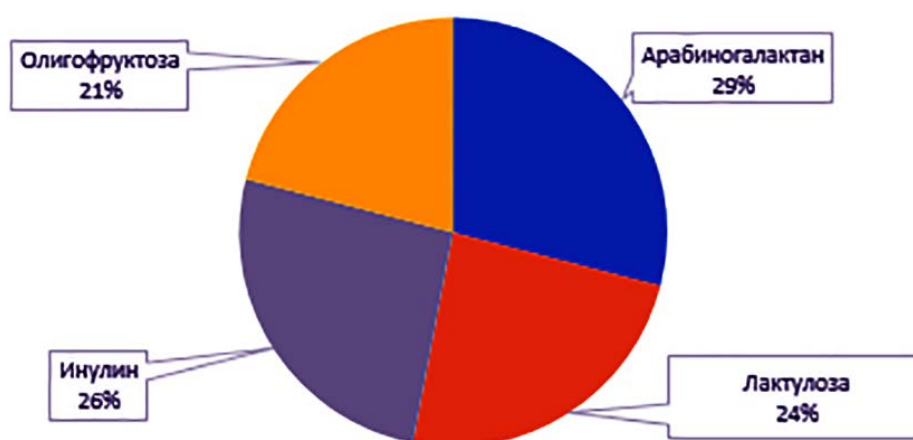
Данные опроса о желаемой периодичности потребления представлены на рисунке 2. Потреблять в пищу пасту творожную с функциональными свойствами один раз в день готово 13 % респондентов; один раз в 2–3 дня – 17 %; один раз в неделю – 38 %; один раз в месяц – 27 %; реже одного раза в месяц – 5 %. Как видно, наиболее распространенным вариантом является включение творожной пасты с функциональными свойствами в рацион питания один раз в неделю (38 % респондентов). Совокупная доля тех, кто готов употреблять продукт один раз в 2–3 дня или ежедневно (30 %), формирует существенный сегмент потенциальных регулярных потребителей. С учетом полученного распределения можно предположить, что восприятие продукта варьируется: от варианта для систематического включения в рацион до продукта периодического (эпизодического) выбора.



**Рисунок 2 – Периодичность потребления пасты творожной с функциональными свойствами**

Результаты выбора респондентами пребиотика для обогащения творожной пасты представлены на рисунке 3. Относительное предпочтение было отдано арабиногалактану, который выбрали 29 % респондентов. На другие вари-

анты пришлось: 26 % (инулин), 24 % (лактолоза) и 21 % (олигофруктоза). Несмотря на то, что распределение является достаточно близким, выявленный выбор в пользу арабиногалактана имеет важное практическое значение. Этот пребиотик не только соответствует потребительскому запросу, но и обладает технологическими преимуществами, такими как хорошая растворимость и устойчивость при хранении, что делает его перспективным для применения в разрабатываемой творожной пасте.



**Рисунок 3 – Выбор пребиотиков респондентами**

**Заключение.** Проведенный анализ предпочтений потребителей показывает, что респонденты демонстрируют высокую заинтересованность к приобретению творожной пасты, обладающей выраженными полезными свойствами. В данном контексте выбор потребителей определяется не только функциональными характеристиками продукта, но и его вкусовыми качествами, что подтверждается представленным в статье анализом потребительских предпочтений. Также было установлено, что из четырех представленных на выбор пребиотиков, респонденты отдали предпочтение арабиногалактану, который даст творожной пасте пребиотические свойства. Кроме того, значительная часть респондентов выразила желание приобрести данную творожную пасту с периодичностью один раз в неделю, что свидетельствует о формировании устойчивого спроса на данный продукт.

### Список источников

1. Бобренева И. В. Функциональные продукты питания и их разработка : монография. СПб. : Лань, 2022. 368 с.
2. Бабухадия К. Р., Ермолаев А. О. Исследование творожной массы, обогащенной растительными добавками // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2021. № 11 (176). С. 233–239.
3. Babukhadiya K. R., Ermolaev A. O., Podtoptanyi V. S. Biologically active substances of plant components for the enrichment of dairy products // Scientific support for the sustainable development of agro-industrial complex. Institute of Physics Publishing, 2020. P. 012009.
4. Ибрагимов И. А. Возможности маркетинговых коммуникаций на продовольственных рынках на примере рынка молочной продукции // European Science. 2016. № 10 (20). С. 22–34.

### References

1. Bobreneva I. V. *Functional food products and their development: monograph*, Saint-Petersburg, Lan', 2022, 368 p. (in Russ.).
2. Babukhadiya K. R., Ermolaev A. O. Study of curd mass enriched with plant additives. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2021; 11(176):233–239 (in Russ.).
3. Babukhadiya K. R., Ermolaev A. O., Podtoptanyi V. S. Biologically active substances of plant components for the enrichment of dairy products. Proceedings from Scientific support for the sustainable development of agro-industrial complex. (PP. 012009), Institute of Physics Publishing, 2020.
4. Ibragimov I. A. Possibilities of marketing communications in food markets on the example of the dairy market. *European Science*, 2016;10(20):22–34 (in Russ.).

© Неустроев А. О., 2026

Статья поступила в редакцию 29.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 29.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 637.146.3  
EDN ZONCZM

### **Перспективы использования растительных компонентов в сывороточных напитках**

**Снежана Евгеньевна Николаенко<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Елизавета Алексеевна Денисова<sup>2</sup>**, студент бакалавриата  
**Научный руководитель – Елена Витальевна Закипная<sup>3</sup>**,  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия  
<sup>1</sup> [snezannatroanskaa@gmail.com](mailto:snezannatroanskaa@gmail.com), <sup>2</sup> [liza.lenisova@bk.ru](mailto:liza.lenisova@bk.ru)

**Аннотация.** Рассмотрены основные группы растительных компонентов и их основные свойства. Обосновано влияние растительных компонентов на качество и безопасность молочного продукта.

**Ключевые слова:** сывороточный напиток, растительные компоненты, функциональные свойства, качество продукта

**Для цитирования:** Николаенко С. Е., Денисова Е. А. Перспективы использования растительных компонентов в сывороточных напитках // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 315–319.

Original article

### **Prospects for the use of plant ingredients in whey drinks**

**Snezhana E. Nikolaenko<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Elizaveta A. Denisova<sup>2</sup>**, Undergraduate Student  
**Scientific advisor – Elena V. Zkipnaya<sup>3</sup>**,  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
<sup>1</sup> [snezannatroanskaa@gmail.com](mailto:snezannatroanskaa@gmail.com), <sup>2</sup> [liza.lenisova@bk.ru](mailto:liza.lenisova@bk.ru)

**Abstract.** The main groups of plant components and their basic properties are considered. The influence of plant components on the quality and safety of dairy products is substantiated.

**Keywords:** whey drink, plant ingredients, functional properties, product quality

**For citation:** Nikolaenko S. E., Denisova E. A. Prospects for the use of plant ingredients in whey drinks. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 315–319), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Популярными молочными функциональными продуктами, богатыми белками и полезными микроэлементами, являются сывороточные напитки. К ним все более растет интерес и обогащение таких напитков растительными компонентами открывает новые возможности для улучшения питательной ценности, вкуса и полезных свойств.

Преимуществом внесения растительных компонентов при производстве сывороточных напитков является улучшение их пищевой ценности. Растительные ингредиенты, такие как экстракты трав, овощей, плодов и семян, часто содержат витамины (А, С, Е), микроэлементы (магний, калий), антиоксиданты и пищевые волокна. Они повышают биологическую ценность сывороточных напитков, а также способствуют укреплению иммунитета и улучшению пищеварения при их потреблении [1, 2].

Некоторые растительные компоненты могут частично замещать молочные ингредиенты, что снижает риски аллергии и непереносимость, делая продукт более доступным для круга потребителей.

Растительные добавки придают напиткам разнообразные вкусовые оттенки – от ягодных до пряных, что расширяет ассортимент и удовлетворяет запросы различных групп потребителей.

Современные потребители все больше отдают предпочтение натуральным продуктам с функциональными свойствами. Растительные компоненты идеально вписываются в эту тенденцию, повышая маркетинговую привлекательность молочной продукции.

Добавки на основе экстрактов ягод, фруктов и овощей улучшают как вкусовые качества, так и антиоксидантную активность напитков. Семена и орехи

(льна, чиа, миндаль) обогащают напитки полезными жирами и белками растительного происхождения [3, 4].

*Рассмотрим основные группы растительных компонентов и их свойства:*

1. *Пищевые волокна и пребиотики* (инулин, фрукто- и галактоолигосахариды,  $\beta$ -глюканы (овес)) – увеличивают вязкость, улучшают удержание влаги, действуют как пребиотики.

2. *Растительные белки* (соевый, гороховый, рисовый) – повышают белковую ценность, а также влияют на органолептические показатели и структурно-механические свойства сывороточных напитков.

3. *Зерновые продукты и отруби* – содержат как растворимые, так и нерастворимые волокна; они экономичны, но требуют предварительной обработки для устранения зернистости.

4. *Полифенольные и витаминные экстракты* (ягоды, зеленый чай) – придают антиоксидантные свойства продуктам, а также влияют на маркетинговую привлекательность напитков; однако их использование может вызывать горький вкус или антимикробную активность.

*Влияние растительных компонентов на качество и безопасность молочных продуктов:*

– пищевая ценность: повышение белка и клетчатки, улучшение пробиотической активности; возможно снижение гликемического индекса;

– сенсорика: возможны изменения вкуса, цвета и текстуры; в этой связи необходима оптимизация рецептур и использование натуральных маскирующих компонентов;

– безопасность и маркировка: контроль аллергенов (например, соя, орехи), проверка на пестициды и микробиологию растительных ингредиентов;

– доступность сырья: сыворотка – побочный продукт в молочной промышленности, а растительные компоненты (отруби, зерновые экстракты, соевый белок, инулин) часто дешевле специализированных добавок;

– функциональность: сочетание белков сыворотки и растительных волокон, пребиотиков дает синергетический эффект (улучшение микрофлоры, сытность, снижение гликемического ответа).

**Заключение.** *Интеграция растительных компонентов в сывороточных напитках – обоснованное и перспективное направление в молочной промышленности. Комбинация экологичности, функциональной ценности и экономической привлекательности делает такие продукты конкурентоспособными на современном рынке здорового питания.*

### **Список источников**

1. Закипная Е. В., Барина Е. А. Обоснование и разработка технологии сывороточного напитка с растительным компонентом // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Нальчик : Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет, 2021. С. 62–65.

2. Закипная Е. В., Андреев А. В. Использование растительных компонентов в технологии производства молочных продуктов // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство : материалы V междунар. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2018. С. 336–339.

3. Закипная Е. В. Перспективы использования льняного семени как нового функционального ингредиента в молочной промышленности // Технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сб. науч. тр. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2017. С. 34–39.

4. Zakiynaya E. V., Parfyonova S. N. Fortified sour-milk beverages with the use of the far eastern region's wild berries // Fundamental and applied scientific research in the development of agriculture in the Far East. Springer, 2022. P. 602–610.

### **References**

1. Zakiynaya E. V., Barinova E. A. Justification and development of technology for a whey drink with a plant component. Proceedings from Actual problems of agricultural science: applied and research aspects: *Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 62–65), Nal'chik, Kabardino-Balkarskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2021 (in Russ.).

2. Zakiynaya E. V., Andreev A. V. The use of plant components in dairy production technology. Proceedings from Innovative technologies in the food industry: science, education and production: *V Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 336–339), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2018 (in Russ.).

3. Zakiynaya E. V. Prospects of using flaxseed as a new functional ingredient in the dairy industry. Proceedings from *Tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaistvennoi produktsii*. (PP. 34–39), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2017 (in Russ.).

4. Zakiynaya E. V., Parfyonova S. N. Fortified sour-milk beverages with the use of the far eastern region's wild berries. Proceedings from Fundamental and applied scientific research in the development of agriculture in the Far East. (PP. 602–610), Springer, 2022.

© Николаенко С. Е., Денисова Е. А., 2026

Статья поступила в редакцию 29.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 29.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 637.146.3  
EDN ZPZBZY

### **Влияние параметров технологического процесса на качество творожного продукта**

**Вера Степановна Нышта<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Светлана Леонидовна Грибанова<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [lsv24leon@mail.ru](mailto:lsv24leon@mail.ru)

**Аннотация.** Рассмотрены особенности и способы коагуляции молока. Выявлены факторы, оказывающие влияние на процесс свертывания. Дана характеристика полученных сгустков в зависимости от температуры пастеризации молока. Показано, что с увеличением температуры пастеризации внешний вид и характеристики сгустка улучшаются.

**Ключевые слова:** творожный продукт, технологический процесс, свертывание молока, характеристики сгустка

**Для цитирования:** Нышта В. С. Влияние параметров технологического процесса на качество творожного продукта // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 320–324.

Original article

### **The influence of technological process parameters on the quality of the curd product**

**Vera S. Nyshta<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Svetlana L. Gribanova<sup>2</sup>**, Candidate of Technical Sciences  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[lsv24leon@mail.ru](mailto:lsv24leon@mail.ru)

**Abstract.** The features and methods of milk coagulation are considered. The factors influencing the coagulation process have been identified. The characteristics of the obtained clots are given depending on the temperature of milk pasteurization. It is shown that with increasing pasteurization temperature, the appearance and characteristics of the clot improve.

**Keywords:** curd product, technological process, milk coagulation, characteristics of the clot

**For citation:** Nyshta V. S. The influence of technological process parameters on the quality of the curd product. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 320–324), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Процесс производства творога заключается в свертывании молока и дальнейшем обезвоживании творожного сгустка. От того как пройдет процесс свертывания во многом зависит эффективность обезвоживания, качество белкового сгустка и полученного готового продукта.

При производстве творога, как правило, используются два способа коагуляции: кислотный и кислотно-сычужный. Кислотный основан на коагуляции белков молока под действием закваски или различных кислот (соляной, молочной и др.); кислотно-сычужный – на коагуляции белков молока под действием сычужного фермента или ферментных препаратов при внесении хлористого кальция и закваски [1].

На процесс сквашивания оказывает влияние качество вносимой закваски, которая также обогащает продукт жизненно важной микрофлорой и ее метаболитами [2].

На свертывание молока влияют факторы, представленные на рисунке 1. При пастеризации молока, как известно, изменяются его физические и химические свойства, что приводит к увеличению продолжительности сычужного свертывания и ухудшению качества сгустка, вследствие перехода кальциевых солей из растворимого состояния в нерастворимое. Сгусток становится менее плотным и хуже выделяет сыворотку [3].

Процесс подготовки молока к свертыванию при производстве творога кислотно-сычужным способом проводится в последовательности:

- 1) очистка при температуре 35–40 °С;
- 2) пастеризация при температуре (80±2) °С;

- 3) охлаждение до температуры сквашивания ( $30 \pm 2$ ) °С;
- 4) внесение закваски в количестве 3 % от массы заквашиваемого молока;
- 5) внесение хлорида кальция из расчета 400 г соли на одну тонну молока в виде 40 % водного раствора;
- 6) внесение молокосвертывающего фермента в виде однопроцентного водного раствора.



**Рисунок 1 – Факторы, влияющие на процесс свертывания молока**

**Результаты исследований.** При изучении влияния температурной обработки молока на продолжительность свертывания, структурно-механические свойства сгустка и качество творога установлено, что для ускорения процесса свертывания дозу молокосвертывающего фермента необходимо увеличить в пятьдесят раз. При этом хлорид кальция использовали в виде 2-процентного раствора.

Исследование проводилось в трехкратной повторности. Выбрано три режима пастеризации молока. После пастеризации молоко охлаждали до температуры заквашивания, вносили необходимые компоненты, пробы перемешивали. Продолжительность свертывания определяли по секундомеру, считая ее от момента внесения фермента в молоко до появления хлопьев белка в молоке. При проведении исследования поддерживалась постоянная температура

пробы, соответствующая процессу сквашивания.

После фиксирования времени свертывания молока пробы выдерживались в покое 10 минут, а затем определялось качество сгустка пробой на излом. Полученные данные представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Характеристика полученных сгустков**

<b>Проба</b>	<b>Внешний вид</b>	<b>Характеристика сгустка</b>
1	малая свертываемость; на изломе линий нет	слабый, неэластичный
2	несколько обтекаемая форма на изломе	недостаточно плотный, эластичный
3	острые края на изломе	плотный, эластичный

**Заключение.** Таким образом, с увеличением температуры пастеризации внешний вид и характеристики сгустка улучшаются. Установлено влияние температурного режима обработки молока на качество белкового сгустка, что в дальнейшем окажет влияние и на качество готового продукта.

#### **Список источников**

1. Держапольская Ю. И., Лутова Ю. В., Грибанова С. Л. Исследование потребительских предпочтений жителей Амурской области в отношении обогащенного творога и творожных продуктов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. Т. 11. № 4 (60). С. 89–93.
2. Присяжная С. П., Уварова Л. М., Грибанова С. Л. Производство и потребление молочных продуктов в Амурской области // Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сб. науч. тр. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2013. С. 93–98.
3. Решетник Е. И., Грибанова С. Л., Держапольская Ю. И. Технологические особенности производства обогащенного молочного биопродукта с ненарушенным сгустком // Пищевые технологии : материалы III междунар. симпозиума. Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2024. С. 81–85.

#### **References**

1. Derzhapolskaya Yu. I., Lutova Yu. V., Gribanova S. L. Study of consumer preferences of residents of the Amur region regarding fortified cottage cheese and cottage cheese products. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashchego plyus*, 2022;11;4(60):89–93 (in Russ.).

2. Prisyazhnaya S. P., Uvarova L. M., Griбанова S. L. Production and consumption of dairy products in the Amur region. Proceedings from *Tekhnologiya proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaistvennoi produktsii*. (PP. 93–98), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2013 (in Russ.).

3. Reshetnik E. I., Griбанова S. L., Derzhapolskaya Yu. I. Technological features of the production of enriched dairy bio-products with undisturbed clot. Proceedings from Food technologies: *III Mezhdunarodnyi simpozium*. (PP. 81–85), Kemerovo, Kemerovskii gosudarstvennyi universitet, 2024 (in Russ.).

© Нышта В. С., 2026

Статья поступила в редакцию 26.01.2026; одобрена после рецензирования 05.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 26.01.2026; approved after reviewing 05.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья  
УДК 637.352  
EDN ZRBAWO

**Крапива двудомная (*Urtica dioica*) как перспективный  
фитокомпонент в технологии творожных паст**

**Александра Александровна Оленева<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Юлия Игоревна Держапольская<sup>2</sup>**,  
кандидат технических наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [aleksandraburdial@gmail.com](mailto:aleksandraburdial@gmail.com)

**Аннотация.** Проведен анализ витаминного и минерального состава порошка крапивы двудомной. Обоснована целесообразность его применения в технологии творожных паст как источника биологически активных веществ и минеральных элементов функционального назначения.

**Ключевые слова:** крапива двудомная, творожные пасты, функциональные свойства, витаминный состав, минеральный состав

**Для цитирования:** Оленева А. А. Крапива двудомная (*Urtica dioica*) как перспективный фитокомпонент в технологии творожных паст // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 325–328.

Original article

**Dioecious nettle (*Urtica dioica*) as a promising  
phytocomponent in the technology of cottage cheese pastes**

**Alexandra A. Oleneva<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Yulia I. Derzhapolskaya<sup>2</sup>**,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[aleksandraburdial@gmail.com](mailto:aleksandraburdial@gmail.com)

**Abstract.** The analysis of the vitamin and mineral composition of nettle powder was carried out. The expediency of its application in the technology of cottage cheese pastes as a source of biologically active substances and mineral elements of functional purpose is substantiated.

**Keywords:** dioecious nettle, cottage cheese pastes, functional properties, vitamin composition, mineral composition

---

**For citation:** Oleneva A. A. Dioecious nettle (*Urtica dioica*) as a promising phyto-component in the technology of cottage cheese pastes. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 325–328), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Пищевая промышленность находится в состоянии активного поиска новых, нетрадиционных источников сырья, позволяющих не только обогатить продукты питания биологически активными веществами, но и придать им функциональные свойства, направленные на поддержание здоровья человека. В контексте данного тренда особый интерес представляют дикорастущие растения, к которым относится крапива двудомная (*Urtica dioica* L.).

Крапива является природным концентратом витаминов (К, С, группы В, β-каротина), минеральных элементов (железо, кальций, магний, кремний), хлорофилла, флавоноидов и фенольных кислот. Интеграция данного фитоконпонента в рецептуру творожной пасты позволяет создать продукт с повышенной нутритивной плотностью, способный корректировать дефициты микро-нутриентов в рационе современного человека.

Творожные пасты пользуются устойчивым потребительским спросом [1, 2]. Разработка новой линейки продуктов лечебно-профилактического назначения на их основе, обогащенных натуральным растительным компонентом, соответствует стратегии импортозамещения и отвечает запросам рынка здорового питания. Такие продукты могут быть ориентированы на группы населения, нуждающиеся в дополнительных источниках железа (при анемии), антиоксидантов (для снижения оксидативного стресса) и пищевых волокон [3].

Таким образом, исследование, направленное на комплексное изучение крапивы двудомной в качестве функционального ингредиента для творожных паст, является своевременным и имеет значительную научно-практическую ценность для развития отрасли биотехнологии продуктов питания.

**Цель работы** – теоретически обосновать целесообразность использования порошка крапивы двудомной (*Urtica dioica L.*) в качестве функционального ингредиента в технологии творожных паст. Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи:

1. Провести анализ витаминного состава порошка крапивы двудомной.
2. Провести анализ минерального состава порошка крапивы двудомной.
3. Обосновать потенциальную пользу порошка крапивы двудомной в технологии творожных паст.

**Результаты исследований.** С целью оценки биологической ценности крапивы двудомной как фитокомпонента для обогащения творожных паст был проанализирован ее витаминный состав. Проведенный анализ позволяет обосновать функциональную направленность и потенциальное влияние продукта на обменные процессы в организме человека.

Сухая крапива двудомная является источником широкого спектра витаминов. Наибольшую долю составляют витамин К и аскорбиновая кислота, что указывает на выраженные антиоксидантные и гемостатические свойства сырья. Наличие витаминов группы В и  $\beta$ -каротина дополняет витаминный профиль, способствуя повышению биологической ценности творожных паст и расширению их профилактического потенциала.

Для более детальной оценки нутритивного потенциала крапивы двудомной проанализирован ее минеральный состав. Рассмотрение минерального профиля позволяет обосновать функциональную направленность разрабатываемых творожных паст.

Минеральный профиль сухой крапивы характеризуется выраженным доминированием кальция, доля которого составляет около 55 % от общей суммы ключевых макроэлементов. Это подтверждает перспективность ее использования в качестве растительного источника для обогащения продуктов питания данным эссенциальным нутриентом. Значительное содержание

калия и фосфора (примерно 19 и 16 % соответственно) усиливает физиологическую значимость фитокомпонента. Несмотря на меньшую долю, магний и железо, составляющие около 5 и 4 % соответственно, обладают высокой биологической активностью, что подтверждает перспективность использования порошка крапивы двудомной при разработке функциональных творожных паст.

### **Список источников**

1. Беляев А. Г., Кулешова Е. С., Ши Ч. Результаты исследования органолептических свойств творожных продуктов, полученных с применением отваров шиповника и крапивы // Проблемы конкурентоспособности потребительских товаров и продуктов питания : материалы 2-ой междунар. науч.-практ. конф. Курск : Юго-Западный государственный университет, 2020. С. 71–76.
2. Lupinskaya S. M. Подготовка дикорастущего сырья при получении функциональных молочных продуктов // Техника и технология пищевых производств. 2010. № 3 (18). С. 13–17.
3. Lupinskaya S. M., Kuznetsova L. A. Разработка композиции дикорастущего сырья для повышения биологической ценности плавленых сыров // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 2 (37). С. 22–28.

### **References**

1. Belyaev A. G., Kuleshova E. S., Shi Ch. Results of the study of the organoleptic properties of cottage cheese products obtained using decoctions of wild rose and nettle. Proceedings from Problems of the competitiveness of consumer goods and food products: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 71–76), Kursk, Yugo-Zapadni gosudarstvennyi universitet, 2020 (in Russ.).
2. Lupinskaya S. M. Preparation of wild-growing raw materials for functional dairy products. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2010;3(18):13–17 (in Russ.).
3. Lupinskaya S. M., Kuznetsova L. A. Development of a composition of wild-growing raw materials to increase the biological value of processed cheeses. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2015;2(37):22–28 (in Russ.).

© Оленева А. А., 2026

Статья поступила в редакцию 28.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 28.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья

УДК 664

EDN ZZOXTK

### Применение экстракта коры березы в пищевых продуктах

Денис Сергеевич Плаксин<sup>1</sup>, студент магистратуры

Хунбо Ван<sup>2</sup>, аспирант

Научный руководитель – Екатерина Ивановна Решетник<sup>3</sup>,

доктор технических наук, профессор

<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> [den-plaksin113@mail.ru](mailto:den-plaksin113@mail.ru), <sup>2</sup> [68336044@qq.com](mailto:68336044@qq.com)

**Аннотация.** Дано описание экстракта коры березы. Изучены преимущества и недостатки бетулина. Рассмотрены сферы пищевой промышленности, в которых используется экстракт коры березы.

**Ключевые слова:** экстракт коры березы, бетулин, экстракт бересты, пищевые продукты

**Для цитирования:** Плаксин Д. С., Хунбо Ван. Применение экстракта коры березы в пищевых продуктах // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 329–333.

Original article

### Application of birch bark extract in food products

Denis S. Plaksin<sup>1</sup>, Master's Degree Student

Hongbo Wang<sup>2</sup>, Postgraduate Student

Scientific advisor – Ekaterina I. Reshetnik<sup>3</sup>,

Doctor of Technical Sciences, Professor

<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> [den-plaksin113@mail.ru](mailto:den-plaksin113@mail.ru), <sup>2</sup> [68336044@qq.com](mailto:68336044@qq.com)

**Abstract.** A description of birch bark extract is given. The advantages and disadvantages of betulin have been studied. The spheres of the food industry in which birch bark extract is used are considered.

**Keywords:** birch bark extract, betulin, food products

**For citation:** Plaksin D. S., Hongbo Wang. Application of birch bark extract in food products. Proceedings from Current research by young scientists – results and

---

prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 329–333), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Экстракт коры березы – это биоматериал, который имеет светло-кремовый цвет и порошкообразную консистенцию. Его получают с помощью различных методов, которые могут включать экстракцию полярными или неполярными растворителями, щелочной гидролиз или паровую дистилляцию. Основным компонентом экстрактов – бетулин, содержащийся в бересте (внешней части коры березы).

Бетулин применяется в пищевой промышленности для улучшения качества продуктов, увеличения сроков хранения и обогащения продуктов биологически активными веществами. Он обладает антиоксидантным, противовоспалительным, антисептическим, гепатопротекторным, детоксицирующим, противоаллергическим и иммуномодуляторным действием. Кроме того, бетулин не изменяет органолептические свойства продуктов, не имеет запаха и вкуса. Из недостатков можно отметить плохую растворимость, склонность к изомеризации и низкую температуру плавления [1].

Экстракт коры березы используется в хлебобулочной, мясной, масложировой и молочной промышленности, а также в производстве напитков.

*Добавление экстракта бересты в хлеб* позволяет улучшить качество и длительность хранения готового продукта. Еще одним преимуществом является использование бетулина в производстве хлебобулочных изделий диабетического назначения, так как он обладает антиоксидантным действием, что позволяет создавать продукты с низким гликемическим индексом и применять его в качестве натурального заменителя консервантов и эмульгаторов в хлебе [2].

*Использование бетулина в мясной промышленности* обосновано. Экстракт бересты стабилизирует мясную эмульсию и хорошо связывает жирные кис-

лоты, что позволяет сохранить товарный вид мясопродуктов. Его эмульгирующая способность позволяет стабилизировать жир, а антиоксидантная активность блокирует развитие нежелательных окислительных процессов [3, 4].

*В производстве масложировых продуктов* экстракт коры березы предпочтительно применять в качестве натуральной функциональной пищевой добавки. Его добавляют в жировые эмульсионные продукты (спред, сливочное масло, майонез и маргарин). В результате такого взаимодействия бетулин показывает свои антиоксидантные и консервирующие свойства. В частности, он подавляет перекисное окисление липидов и рост спорообразующей микрофлоры, что снижает окислительную порчу продуктов, позволяет подвергать их термической обработке и увеличивает сроки хранения готовой продукции. Подобные свойства экстракта бересты можно также использовать при производстве кондитерских изделий [5].

*Бетулин в качестве добавки также применяют в производстве алкогольной и безалкогольной продукции.* В первом случае он улучшает органолептические показатели (умягчает вкус и уменьшает неприятный запах), снижает уровень малонового диальдегида в крови, что препятствует разрушению мембран клеток печени. В производстве безалкогольной продукции экстракт бересты может быть добавлен в функциональные напитки и ароматизационные агенты (например, травяные чаи и энергетические напитки) с целью повышения иммунитета. Однако такие напитки не являются лекарственными средствами и (или) биологически активными добавками к пище [1].

*В молочной промышленности* бетулин можно использовать [6]:

1) в качестве консерванта; введение экстракта бересты в виде жировой эмульсии позволяет сократить процесс гомогенизации и получить равномерное его распределение в молочном продукте; также это способствует задержке развития посторонней микрофлоры (плесень, дрожжи) и снижению микробной обсемененности;

2) в качестве эмульгатора; бетулин позволяет снизить выход в водную фазу нативной ксантинооксидазы, которая обладает нитрит- и нитратредуктазной активностью;

3) в качестве обогащающей добавки; бетулин можно вносить на разных стадиях технологического процесса в виде порошка, жировой эмульсии или дисперсии, что способствует росту количества молочнокислых микроорганизмов;

4) в качестве антимикробного упаковочного материала; добавка размещается на поверхности упаковки, постепенно выделяясь в процессе хранения, что оказывает влияние на микроорганизмы, которые вызывают порчу пищевого продукта; как результат, сохранность продукта увеличивается.

**Заключение.** *Добавление экстракта коры березы в указанные пищевые продукты позволяет увеличить их срок годности, усилить органолептические свойства и повысить пищевую ценность для человека. Эти преимущества позволяют использовать бетулин и в других сферах (например, в фармацевтике, косметологии и при производстве кормов для животных).*

#### **Список источников**

1. Кузнецова С. А., Скворцова Г. П., Маляр Ю. Р. Выделение бетулина из бересты березы и изучение его физико-химических и фармакологических свойств // *Химия растительного сырья*. 2013. № 2. С. 93–100.

2. Веселова А. Ю. Использование бетулиносодержащего экстракта бересты в производстве хлебобулочных изделий диабетического назначения // *Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института*. 2014. № 4 (35). С. 18–24.

3. Мурашев С. В. Определение эффективной концентрации бетулина, вводимого в вареные колбасные изделия // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. 2015. Вып. 39. С. 97–101.

4. Решетник Е. И., Уточкина Е. А. Практические аспекты проектирования функциональных продуктов питания : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2012. 97 с.

5. Базарнова Ю. Г. Биологическая активность сухого экстракта бересты и его применение в масложировых продуктах // *Процессы и аппараты пищевых производств*. 2011. № 2. С. 32–39.

6. Максимюк В. А., Решетник Е. И. Исследование возможности обогащения молочных продуктов питания экстрактом коры березы // Пищевые инновации и биотехнологии : материалы V междунар. науч. конф. Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), 2017. С. 526–527.

### References

1. Kuznetsova S. A., Skvortsova G. P., Malyar Yu. R. Isolation of betulin from birch bark and study of its physico-chemical and pharmacological properties. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2013;2:93–100 (in Russ.).

2. Veselova A. Yu. The use of betulin-containing birch bark extract in the production of diabetic bakery products. *Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo inzhenerno-ekonomicheskogo instituta*, 2014;4(35):18–24 (in Russ.).

3. Murashev S. V. Determination of the effective concentration of betulin introduced into boiled sausages. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015;39:97–101 (in Russ.).

4. Reshetnik E. I., Utochkina E. A. *Practical aspects of designing functional food products: monograph*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2012, 97 p. (in Russ.).

5. Bazarnova Yu. G. Biological activity of dry birch bark extract and its use in fat and oil products. *Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*, 2011;2:32–39 (in Russ.).

6. Maksimyuk V. A., Reshetnik E. I. Investigation of the possibility of enriching dairy products with birch bark extract. Proceedings from Food innovation and biotechnology: *V Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya*. (PP. 526–527), Кемерово, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), 2017 (in Russ.).

© Плаксин Д. С., Хунбо Ван, 2026

Статья поступила в редакцию 26.01.2026; одобрена после рецензирования 06.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 26.01.2026; approved after reviewing 06.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья

УДК 664.6

EDN ZIEBFO

**Научное обоснование выбора растительного сырья  
для формирования витаминно-ликопинового комплекса**

**Елизавета Николаевна Солдатченкова<sup>1</sup>**, студент магистратуры

**Научный руководитель – Юлия Игоревна Держапольская<sup>2</sup>**,

кандидат технических наук, доцент

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия, [liza.soldatchenkova@internet.ru](mailto:liza.soldatchenkova@internet.ru)

**Аннотация.** Обоснован выбор сухих томатов и семян черного тмина для формирования витаминно-ликопинового комплекса. Показан синергизм компонентов и повышение биодоступности ликопина за счет липидной фазы.

**Ключевые слова:** ликопин, сухие томаты, черный тмин, антиоксидантная активность, биодоступность

**Для цитирования:** Солдатченкова Е. Н. Научное обоснование выбора растительного сырья для формирования витаминно-ликопинового комплекса // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 334–339.

Original article

**Scientific substantiation of the choice of plant raw materials  
for the formation of a vitamin-lycopene complex**

**Elizaveta N. Soldatchenkova<sup>1</sup>**, Master's Degree Student

**Scientific advisor – Yulia I. Derzhapolskaya<sup>2</sup>**,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

[liza.soldatchenkova@internet.ru](mailto:liza.soldatchenkova@internet.ru)

**Abstract.** The choice of dried tomatoes and black cumin seeds for a vitamin-lycopene complex is substantiated. Component synergy and increased lycopene bioavailability due to the lipid phase are shown.

**Keywords:** lycopene, dried tomatoes, black cumin, antioxidant activity, bioavailability

**For citation:** Soldatchenkova E. N. Scientific substantiation of the choice of plant raw materials for the formation of a vitamin-lycopene complex. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 334–339), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

В современных условиях питания наблюдается рост алиментарно-зависимых заболеваний, связанных с дефицитом биологически активных веществ в рационе, в частности витаминов, антиоксидантов и каротиноидов. Среди последних особое внимание науки и практики привлекает ликопин – мощный каротиноид, демонстрирующий выраженные антиоксидантные, противоопухолевые и кардиопротекторные свойства. Основным промышленным источником ликопина являются томаты и продукты их переработки. В то же время использование моноингредиентных продуктов на основе томатов не всегда позволяет обеспечить комплексное физиологическое воздействие, поскольку биологическая эффективность ликопина может быть ограничена его низкой биодоступностью и отсутствием синергичного действия с другими нутриентами.

В этой связи актуальной становится разработка комбинированных пищевых комплексов, где ликопин выступает в синергии с другими биологически активными веществами. Перспективным направлением является обогащение томатных продуктов сырьем, богатым витаминами (особенно жирорастворимыми E и A), полиненасыщенными жирными кислотами и эфирными маслами, которые могут выступать как синергисты антиоксидантного действия и природные эмульгаторы, повышающие биодоступность ликопина [1].

Семена черного тмина (*Nigella sativa* L.) представляют интерес в качестве компонента такого комплекса. Они содержат широкий спектр биологически активных веществ, включая тимохинон, жирорастворимые витамины и полиненасыщенные жирные кислоты. Указанные соединения не только дополняют биологическое действие томатных каротиноидов, но и формируют липидную

фазу, способствующую солюбилизации и повышению биодоступности гидрофобного ликопина.

Таким образом, комплексное научное обоснование выбора именно комбинации «томаты – семена черного тмина» для создания витаминно-ликопинового комплекса является актуальным и соответствует современным тенденциям в области функционального и здорового питания.

**Цель работы** – научно обосновать выбор комбинации сухих томатов и измельченных семян черного тмина в составе пасты в качестве эффективного витаминно-ликопинового комплекса. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: анализ научных источников, характеризующих химический состав и биологические свойства сухих томатов и семян черного тмина; теоретическое обоснование возможных синергетических взаимодействий их биологически активных компонентов.

**Результаты исследований.** Для обоснования выбора сухих томатов в качестве основы витаминно-ликопинового комплекса был проведен анализ их химического состава и биологических свойств, представленный в таблице 1.

**Таблица 1 – Анализ химического состава и биологических свойств сухих томатов [2]**

Параметры	Значения и характеристики
Ключевые БАВ	ликопин: около 50–150 мг на 100 г (в сухом веществе, зависит от сорта и технологии сушки); другие каротиноиды: $\beta$ -каротин (провитамин А), лютеин; витамины: аскорбиновая кислота (витамин С), витамин Е ( $\alpha$ -токоферол), витамины группы В (ниацин, фолаты)
Антиоксидантная активность	<i>механизм:</i> прямое поглощение синглетного кислорода и нейтрализация свободных радикалов за счет системы конъюгированных двойных связей в молекуле ликопина (наиболее эффективен среди каротиноидов); синергизм с витамином С и Е <i>доказательства:</i> многочисленные исследования <i>in vitro</i> и на животных моделях демонстрируют значительное снижение маркеров окислительного стресса (MDA, ROS); антиоксидантный статус (ORAC) томатных продуктов очень высок
Противовоспалительная активность	<i>механизм:</i> ликопин модулирует ключевые воспалительные пути, в частности подавляет активацию ядерного фактора каппа-В (NF- $\kappa$ B) и, как следствие, снижает экспрессию противовоспалительных цитокинов, включая IL-6, TNF- $\alpha$ <i>доказательства:</i> исследования и анализы показывают обратную корреляцию между потреблением томатов и уровнем маркеров системного воспаления (например, С-реактивного белка)

Продолжение таблицы 1

Параметры	Значения и характеристики
Гиполипидемическая активность	<i>механизм:</i> умеренный эффект, связанный со способностью ликопина ингибировать ключевой фермент синтеза холестерина (ГМ-КоА-редуктазу) и повышать активность рецепторов ЛПНП в печени, способствуя клиренсу «плохого» холестерина <i>доказательства:</i> ряд клинических исследований и мета-анализов указывает на значимое, но не резкое снижение уровня ЛПНП и общего холестерина при регулярном потреблении томатных продуктов

Анализ данных свидетельствует, что сухие томаты являются концентрированным источником ликопина и других каротиноидов, обладающих выраженной антиоксидантной активностью. Вместе с тем незначительное содержание липидов в данном виде сырья может ограничивать степень усвоения ликопина, что обосновывает необходимость его сочетания с липидсодержащими компонентами растительного происхождения.

С целью оценки потенциала семян черного тмина как функционального компонента витаминно-ликопинового комплекса были систематизированы данные об их биологически активных веществах и физиологическом действии, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Анализ химического состава и биологических свойств семян черного тмина [2]

Параметры	Значения и характеристики
Ключевые БАВ	тимохинон (TQ): около 0,5–1,5 % в эфирном масле; жирные кислоты: линолевая (омега-6 – 50–60 %), олеиновая (омега-9 – 20 %), пальметиновая; витамины: E (токоферол, особенно $\gamma$ -токоферол), группы B (тиамин, ниацин, пиридоксин); сапонины, алкалоиды, микроэлементы (цинк, селен)
Антиоксидантная активность	<i>механизм:</i> прямая «ловушка» свободных радикалов тимохиноном и другими хинонами; активность токоферолов; стимуляция эндогенной антиоксидантной системы (супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы) <i>доказательства:</i> многочисленные эксперименты подтверждают мощную способность экстрактов черного тмина и чистого TQ ингибировать перекисное окисление липидов и повышать активность антиоксидантных ферментов
Противовоспалительная активность	<i>механизм:</i> тимохинон является мощным ингибитором медиаторов воспаления (5-липоксигеназы, циклооксигеназы); также он подавляет путь NF- $\kappa$ B и продукцию провоспалительных цитокинов <i>доказательства:</i> исследования на моделях артрита, астмы, нейровоспаления демонстрируют значительное снижение отеков, инфильтрации лейкоцитов и уровня цитокинов под действием TQ и экстрактов черного тмина

Продолжение таблицы 2

Параметры	Значения и характеристики
Гиполипидемическая активность	<i>механизм:</i> выраженный эффект; полиненасыщенные жирные кислоты (особенно линолевая) способствуют нормализации липидного профиля; тимохинон усиливает экскрецию холестерина с желчью и ингибирует его всасывание в кишечнике <i>доказательства:</i> многочисленные доклинические и клинические исследования подтверждают способность порошка или масла черного тмина достоверно снижать уровни общего холестерина, ЛПНП и триглицеридов, одновременно повышая уровень ЛПВП («хорошего холестерина»)

Данные таблицы подтверждают высокую биологическую ценность семян черного тмина, обусловленную наличием тимохинона, токоферолов и полиненасыщенных жирных кислот. Особое значение имеет выраженная антиоксидантная и противовоспалительная активность данного сырья, а также его способность формировать липидную матрицу, потенциально повышающую биодоступность каротиноидов при совместном использовании.

**Заключение.** *Проведенный анализ показал, что сухие томаты и семена черного тмина являются комплементарными источниками биологически активных веществ. Их сочетание позволяет сформировать многокомпонентную систему с выраженными антиоксидантными и противовоспалительными свойствами. Теоретически обосновано, что использование данных компонентов в форме пасты способствует повышению биодоступности ликопина за счет его включения в липидную фазу семян черного тмина, что подтверждает перспективность выбранного направления для разработки функциональных пищевых продуктов.*

#### **Список источников**

1. Гаджиева А. М., Саидалиева С. З., Алиева М. Г. Ликопин томатов: полезные свойства, современные способы получения и перспективы использования в различных отраслях // Совершенствование технологических процессов в пищевой, химической и перерабатывающей промышленности : сб. науч. тр. Махачкала : Дагестанский государственный технический университет, 2017. С. 54–60.

2. МакКанс Р. А. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов : справочник. СПб. : Профессия, 2006. 416 с.

### References

1. Gadzhieva A. M., Saidalieva S. Z., Alieva M. G. Lycopene of tomatoes: beneficial properties, modern extraction methods and prospects for application in various industries. Proceedings from *Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh protsessov v pishchevoi, khimicheskoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti*. (PP. 54–60), Makhachkala, Dagestanskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2017 (in Russ.).

2. McCance R. A. *Chemical composition and energy value of food products: a reference book*, Saint-Petersburg, Professiya, 2006, 416 p. (in Russ.).

© Солдатченкова Е. Н., 2026

Статья поступила в редакцию 30.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 30.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

Научная статья

УДК 663.674

EDN ZDRTXD

### **Перспективы применения растительных компонентов при производстве мягкого мороженого**

**Татьяна Олеговна Шкодырева<sup>1</sup>**, студент магистратуры  
**Научный руководитель – Елена Витальевна Закипная<sup>2</sup>**,  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет  
Амурская область, Благовещенск, Россия, [shkodyreva01@bk.ru](mailto:shkodyreva01@bk.ru)

**Аннотация.** В статье описаны перспективы применения растительных компонентов в производстве мягкого мороженого. Исследованы возможности использования в технологии производства изолята соевого белка, стевии, порошка лаванды, ксантановой камеди.

**Ключевые слова:** мягкое мороженое, технология производства, использование растительных компонентов

**Для цитирования:** Шкодырева Т. О. Перспективы применения растительных компонентов при производстве мягкого мороженого // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф., посвященной Дню российской науки (Благовещенск, 11 февраля 2026 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2026. С. 340–343.

Original article

### **Prospects for the use of plant ingredients in the production of soft ice cream**

**Tatyana O. Shkodyreva<sup>1</sup>**, Master's Degree Student  
**Scientific advisor – Elena V. Zkipnaya<sup>2</sup>**,  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia  
[shkodyreva01@bk.ru](mailto:shkodyreva01@bk.ru)

**Abstract.** The article describes the prospects of using plant ingredients in the production of soft ice cream. The possibilities of using soybean protein isolate, stevia, lavender powder, and xanthan gum in the production technology have been investigated.

**Keywords:** soft ice cream, production technology, use of plant ingredients

**For citation:** Shkodyreva T. O. Prospects for the use of plant ingredients in the production of soft ice cream. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya Dnyu rossiiskoi nauki (11 fevralya 2026 g.)*. (PP. 340–343), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026 (in Russ.).

Разработка новых рецептов мягкого мороженого с растительными компонентами является перспективной задачей, так как все больше людей предпочитают здоровое питание. В связи с этим возрос спрос на протеиновые десерты без сахара, в том числе на мороженое. Таким образом, не только расширяется ассортимент мягкого мороженого, но и удовлетворяются предпочтения покупателей сладкого десерта.

Помимо маркетингового эффекта, растительные компоненты при производстве мороженого позволяют снизить его себестоимость, расширить ассортимент безлактозного, с пониженным содержанием жира и богатого клетчаткой и белком мороженого.

Мороженое – это десерт, который изготавливается путем взбивания и замораживания смеси молочных (молоко, сливки) и сыпучих (сахар, яичный порошок и др.) продуктов, а также пищевых добавок.

Растительные белки повышают содержание белка, улучшают структуру мороженого. Например, изолят соевого белка – это порошок нейтрального вкуса и кремового цвета, представляющий собой растительный белок из соевых бобов [1]. Он легко усваивается из-за отсутствия неперевариваемых частиц, улучшает рост и восстановление мышц. В отличие от животного белка содержит меньше насыщенных жиров, обладает высоким содержанием незаменимых аминокислот (лейцин, метионин, валин и др.).

Пищевые волокна и пребиотики улучшают стабильность пены, дают пребиотический эффект, эффект сытности и увеличивают вязкость мороженого.

Эмульгаторы и растительные жиры (фитостеролы, лецитин) растительных молочных аналогов (овсяный напиток, кокосовое молоко) частично или

полностью заменяют молочные жиры. Натуральные красители и ароматизаторы повышают органолептическую оценку и маркетинговую привлекательность. Натуральные загустители и стабилизаторы растительного происхождения позволяют улучшить текстуру мороженого, удержание в нем воздуха. Для функциональных вариаций применяются различные витаминно-минеральные комплексы, пробиотические культуры в сочетании с пребиотиками, а также функциональные добавки – растительные антиоксиданты.

*Стевия* – это натуральный сахарозаменитель, изготавливаемый путем извлечения из листьев стевии стевииолгликозида. Как функциональный компонент стевию можно применять при производстве мягкого мороженого, которое можно будет употреблять людям с сахарным диабетом, так как оно не будет содержать сахара.

В качестве функционального компонента возможно применение *порошка лаванды*. Лаванда – это полукустарник с мелкими цветками от белого до фиолетового цвета. Цветки этого растения используют в кулинарии в качестве ароматизатора, они имеют приятный цветочно-вишневый вкус и улучшают органолептические свойства мороженого.

Применение *ксантановой камеди* позволяет рассматривать ее как функциональный компонент при производстве мягкого мороженого и использовать в качестве загустителя и стабилизатора. Она устойчива к термомеханической обработке, нетоксична и гипоаллергенна. В мороженом предотвращает кристаллизацию льда, что улучшает его консистенцию.

Растительные белки и полисахариды влияют на стабилизацию воздушной пены, ее формирование, помогают достичь кремовой структуры при наименьшем содержании молочного жира. Гидроколлоиды уменьшают кристаллизацию льда и синерезис при циклах заморозки и размораживания, что влияет на стабильность при хранении продукта. Пищевая ценность мороженого с раститель-

ными компонентами возрастает за счет повышения доли белка, клетчатки и снижения насыщенных жиров. Мороженое с растительными компонентами будет ориентировано на здоровье человека, а функциональные компоненты, применяемые при производстве мороженого, будут привлекать потребителя [2].

**Заключение.** *Перспективы применения растительных компонентов в мягком мороженом значительны: расширение рынка, новые функциональные продукты и положительный экологический эффект. Правильный их подбор позволит получить высококачественный функциональный молочный продукт, расширив линейку ассортимента мороженого функционального назначения.*

#### **Список источников**

1. Закипная Е. В., Андреев А. В. Использование растительных компонентов в технологии производства молочных продуктов // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство : материалы V междунар. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2018. С. 336–339.
2. Zakipnaya E. V., Parfyonova S. N. Fortified sour-milk beverages with the use of the far eastern region's wild berries // Fundamental and applied scientific research in the development of agriculture in the Far East. Springer, 2022. P. 602–610.

#### **References**

1. Zakipnaya E. V., Andreev A. V. The use of plant components in dairy production technology. Proceedings from Innovative technologies in the food industry: science, education and production: *V Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 336–339), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2018 (in Russ.).
2. Zakipnaya E. V., Parfyonova S. N. Fortified sour-milk beverages with the use of the far eastern region's wild berries. Proceedings from Fundamental and applied scientific research in the development of agriculture in the Far East. (PP. 602–610), Springer, 2022.

© Шкодырева Т. О., 2026

Статья поступила в редакцию 29.01.2026; одобрена после рецензирования 10.02.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 29.01.2026; approved after reviewing 10.02.2026; accepted for publication 03.03.2026.

*Научное издание*

**АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ –  
РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

*Материалы научно-практической конференции,  
посвященной Дню российской науки  
(г. Благовещенск, 11 февраля 2026 г.)*

Том 2

Подписано в печать 08.04.2026 г.  
Формат 60×90/16. Уч.-изд. л – 13,89. Усл. печ. л. – 19,78.  
Печать по требованию. Заказ 182.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

---

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии  
Дальневосточного государственного  
аграрного университета  
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86