



Самарский государственный аграрный университет

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования



ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Сборник научных трудов

10 декабря 2025 года

Кинель 2026

УДК 631.3
ББК 40.7
Т 38

Рекомендовано научно-техническим советом Самарского ГАУ

Редакционная коллегия:

кандидат технических наук, доцент **Денисов Сергей Владимирович**
кандидат технических наук, доцент **Крючина Наталья Викторовна**
кандидат технических наук, доцент **Грецов Алексей Сергеевич**
кандидат технических наук, доцент **Васильев Сергей Александрович**

Т 38 Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сборник научных трудов. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. – 209 с.

Сборник включает статьи, представленные научно-практической конференции «Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве». В сборнике представлены результаты обзора литературных источников, предложены оригинальные схемы, конструкции различных машин и орудий.

Издание представляет интерес для специалистов агропромышленного комплекса, научных и научно-педагогических работников сельскохозяйственного направления, бакалавров, магистрантов, студентов, аспирантов и руководителей сельскохозяйственных предприятий.

Статьи приводятся в авторской редакции. Авторы опубликованных статей несут ответственность за патентную чистоту, достоверность и точность приведенных фактов, цитат, собственных имен и прочих сведений, а так же за разглашение данных, не подлежащих открытой публикации.

УДК 631.3
ББК 40.7

ГОМОГЕНИЗАЦИЯ МОЛОКА И ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Елена Владимировна Янзина¹, Валерия Васильевна Шашкова²,
Екатерина Игоревна Мамай³

^{1,2,3} Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

¹ ssaa@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2675-7944>

Проведен анализ современных технологий для гомогенизации молочной продукции. Рассмотрены наиболее распространенные типы гомогенизаторов. Установлено, что роторно-пульсационные аппараты наиболее эффективны при гомогенизации молочных продуктов.

Ключевые слова: молоко, гомогенизация, технология, гомогенизатор.

Для цитирования: Янзина Е. В., Шашкова В. В., Мамай Е. И. Гомогенизация молока и используемое оборудование // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026, С. 3-7.

MILK HOMOGENIZATION AND EQUIPMENT USED

Elena V. Yanzina¹, Valeria V. Shashkova², Ekaterina I. Mamay³

^{1,2,3} Samara State Agrarian University, Samara, Russia

¹ ssaa@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2675-7944>

The analysis of modern technologies for the homogenization of dairy products is carried out. The most common types of homogenizers are considered. It has been established that rotary pulsation devices are most effective in the homogenization of dairy products.

Keywords: milk, homogenization, technology, homogenizer.

For citation: Yanzina E. V., Shashkova V. V. & Mamai E. I. (2026) Milk homogenization and used equipment. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 3-7). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

В настоящее время вопросы производства качественных молочных продуктов и увеличения сроков их длительного хранения являются весьма актуальными. Одним из направлений решения этих проблем является гомогенизация молока и молочных продуктов [1; 2].

Гомогенизация представляет собой механическую процедуру обработки молока, направленную на измельчение жировых глобул и создание более однородной смеси. В ходе этого процесса, размер жировых частиц уменьшается, оболочка жирового шарика претерпевает изменения в составе, и жировая эмульсия становится более устойчивой.

Этот способ обработки молока и жидких молочных изделий применяется с целью оптимизации жировой составляющей, что помогает избежать расслоения и замедляет процесс окисления в период хранения. Гомогенизированное молоко отличается улучшенными питательными свойствами, поскольку измельченный молочный жир легче усваивается организмом человека. В ходе гомогенизации наблюдается увеличение концентрации ионизированного кальция в молочной сыворотке, в то время как коллоидный фосфат и цитрат кальция частично перемещаются на оболочку жировых частиц.

Измельчение жировых глобул и обеспечение их равномерного распределения в молоке достигается путем воздействия на молоко значительной внешней силы (давления, ультразвука, высокочастотной электрической обработки, кавитации и других) в специализированном оборудовании, именуемом гомогенизаторами.

Гомогенизатор дробит жировые шарики. Известно, что скорость, с которой жировые шарики всплывают на поверхность молока напрямую зависит от квадрата их радиуса. Поэтому если уменьшить их размер в 10 раз, то скорость всплытия упадет в 100 раз.

Благодаря этому, продукт долгое время не отстаивается, не разделяется на сливки и обрат. Срок хранения молока значительно возрастает [3].

Гомогенизацию молока необходимо проводить при давлении не менее 15 МПа и температуре не ниже +50°C. После гомогенизации молоко необходимо охладить до температуры не выше +6°C.

Технологии гомогенизации молока классифицируются на несколько типов: полная, раздельная, а также одно- и многоступенчатая. Выбор оптимального подхода определяется характеристиками исходного молока и потребностями конкретного производственного процесса. Далее проанализируем каждый метод более детально.

Полная гомогенизация предполагает обработку цельного молока, то есть всего объема продукта без предварительного отделения сливок. Эта процедура включает в себя: предварительную подготовку, непосредственную гомогенизацию, пастеризацию, а также сбор и дальнейшую транспортировку готового гомогенизированного продукта. Полная гомогенизация широко применяется в изготовлении питьевого молока, разнообразных молочных изделий, включая йогурты, и других аналогичных продуктов.

Раздельная гомогенизация, в отличие от полной, предусматривает обработку только сливок. После гомогенизации сливки вновь объединяются с остальным молоком. Этот метод позволяет увеличить эффективность производства и снизить негативное воздействие на компоненты молочной плазмы.

В процессе выполняют следующие операции:

- первичная фильтрация;
- обработка на сепараторе (отделение сливок от обрат);
- гомогенизация сливок;
- смешивание обработанных сливок и сыворотки до достижения нужного % жирности;
- пастеризация с последующим охлаждением;
- сбор и отправка на дальнейшую обработку или хранение.

Раздельная гомогенизация находит применение в процессе изготовления сыров и кисломолочной продукции.

В конструкцию гомогенизаторов могут входить одна или две гомогенизирующие головки, расположенные последовательно. Это определяет классификацию на одноступенчатую и двухступенчатую гомогенизацию.

В одноступенчатой системе вся разница давлений используется на единственной ступени. В двухступенчатой системе суммарное давление определяется перед первой ступенью (P1) и перед второй ступенью (P2). Двухступенчатая гомогенизация, как правило, предпочтительнее для достижения наилучших результатов. Оптимальные показатели достигаются при соотношении P2 к P1, близком к 0,2.

Одноступенчатый метод применяется для гомогенизации:

- продуктов с малым содержанием жира;
- продуктов, для которых требуется повышенная вязкость (формирование специфических агломератов).

Двухступенчатая гомогенизация используется прежде всего для разрушения скоплений жировых шариков:

- в продуктах с высоким содержанием жира;
- в продуктах с высоким содержанием сухих веществ;
- в продуктах, для которых требуется низкая вязкость;

- для достижения максимальной эффективности гомогенизации.

Гомогенизаторы по принципу действия могут быть: плунжерные, ультразвуковые, роторные, роторно-пульсационные, центробежно-распылительные, роторно-кавитационные и др. [4].

Гомогенизаторы плунжерного типа, оснащенные одно – или двухступенчатой системой гомогенизации (см. рис. 1), получили широкое распространение в промышленности. Разрушение жировых шариков происходит, когда молоко под воздействием высокого давления (до 25 МПа) и значительной скорости протекает через гомогенизирующую насадку.



Рис. 1. Плунжерный гомогенизатор А1-ОГМ-2.5.

Промышленностью выпускается целый модельный ряд гомогенизаторов серии ОГМЗМ производительностью от 0,5 до 5 тонн в час. Они предназначены для механической обработки молока и жидких молочных продуктов с температурой от 45° до 85°С. Давление в данных моделях гомогенизаторов создается трехплунжерными насосами.

На рисунке 2 показаны другие модели гомогенизаторов.



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. 2. Гомогенизаторы:

- а – роторного типа; б – роторно-кавитационного типа;
в – центробежно-распылительного типа; г – роторно-пульсационного типа;
д – ультразвукового типа; е – погружной конструкции

В молочной промышленности все чаще предпочтение отдается роторно-пульсационным гомогенизаторам для обработки молока. Гомогенизатор данного типа, по своей конструкции и принципу функционирования, имеет сходство с центробежным насосом, но ключевым отличием являются его рабочие элементы [5].

Привод гомогенизатора осуществляется от электродвигателя, на удлиненном валу которого прочно закреплен ротор, представляющий собой цилиндр с отверстиями. На торце цилиндра, со стороны крышки, может располагаться крыльчатка. Перфорация на ней не обязательна. Внутри крышки находится аналогичный, но неподвижный цилиндр, выполняющий функцию статора.

Молоко поступает через осевой входной патрубок, расположенный на крышке, и направляется на рабочее колесо. Этот элемент осуществляет первоначальное измельчение фазы и разгоняет рабочую смесь. Затем смесь проходит через отверстия вращающегося цилиндра, где подвергается дальнейшей диспергации под воздействием срезающих и истирающих сил, попадая в гомогенизирующую область между ротором и статором.

Пик эффективности воздействия на частицы достигается при возникновении резонансных колебаний между ротором и статором. Для реализации данного эффекта необходимо точно рассчитать диаметр вращающегося цилиндра, скорость его вращения, а также величину зазора между ним и статором.

После прохождения рабочей зоны, молоко проходит сквозь отверстия статора и, будучи уже гомогенизированным, выходит через тангенциальный выходной патрубок, обычно направленный вверх для упрощения подключения трубопроводов при повторной загрузке бункера в системе рециркуляции. Для повышения степени диспергирования в устройстве может быть установлено несколько пар «ротор-статор».

Таким образом, можно заключить, что роторно-пульсационные гомогенизаторы характеризуются несложной конструкцией и значительной эффективностью. Благодаря своей компактности они без труда интегрируются в производственные процессы и оперативно демонтируются для обслуживания или очистки.

Кроме того, данные аппараты позволяют уменьшать размеры частиц дисперсной фазы до наноуровня. Вследствие этих преимуществ, гомогенизаторы такого типа широко востребованы как в промышленном секторе, так и в сельскохозяйственном производстве.

Список источников

1. Новиков, В.В. Совершенствование технологий и разработка устройств для переработки сельскохозяйственной продукции / В.В. Новиков, С.В. Денисов, А.Л. Мишанин, Е.В. Янзина и др. // Справочник инновационных разработок ВУЗов РФ в сфере АПК. – Белгород, 2013. – С. 151-156.

2. Технология и механизация животноводства / С. В. Денисов, А. С. Грецов, А. Л. Мишанин [и др.]. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – 165 с. – ISBN 978-5-88575-552-8.
3. Фиалкова, Е. А. Гомогенизация. Новый взгляд: (монография-справочник) / Е. А. Фиалкова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. – 386 с.
4. Бурькин, А.И. О физической модели процесса гомогенизации // Молочная промышленность. 2012 № 2 С. 30-32.
5. Гомогенизаторы для молока и молочных продуктов: монография / А.И.Удовкин, И.В. Назаров, Т.Н. Толстоухова. – зерноград: АЧИИ Камалдинов Р. М., Каюков Н. Е., Янзина Е. В. ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2016 – 187 с.
6. Карамаев, С. Продуктивность голштинизированных коров при разных способах содержания / С. Карамаев, Е. Китаев, Н. Соболева // Молочное и мясное скотоводство. – 2010. – № 8. – С. 14-16.
7. Камалдинов, Р. М. Исследование современных источников света для животноводческих помещений / Р. М. Камалдинов, Н. Е. Каюков, Е. В. Янзина // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. С. 75-80.

References

1. Novikov, V.V. (2013) Improvement of technologies and development of devices for processing agricultural products / V.V. Novikov, S.V. Denisov, A.L. Mishanin, E.V. Yanzina et al. // Handbook of innovative developments of Russian universities in the field of agriculture. Belgorod, 2013. pp. 151-156 (in Russ.).
2. Technology and mechanization of animal husbandry (2018) / S. V. Denisov, A. S. Gretsov, A. L. Mishanin [et al.]. – Kinel: Samara State Agricultural Academy. -165 p. – ISBN 978-5-88575-552-8 (in Russ.).
3. Fialkova, E. A. (2006) Homogenization. A new look: (monograph-reference book) / E. A. Fialkova. – St. Petersburg: GIORD, 2006. – 386 p. (in Russ.).
4. Burykin, A.I. (2012) On the physical model of the homogenization process // Dairy industry. 2012 No. 2 pp. 30-32. (in Russ.).
5. Homogenizers for milk and dairy products: a monograph / (2016) A.I. Udovkin, I.V. Nazarov & T.N. Tolstoukhova. – Zernograd: ACHII Donskoy State Agrarian University, 2016 – 187 p. (in Russ.).
6. Karamayev, S. Productivity of Holsteinized Cows under Different Management Systems / S. Karamayev, E. Kitaev, and N. Soboleva // Dairy and Meat Cattle Farming. – 2010. – No. 8. – Pp. 14-16.
7. Kamaldinov, R. M. (2024) Research of modern light sources for livestock plants / R. M. Kamaldinov, N. E. Kayukov & E. V. Yanzina // Technologies, machines and equipment in agriculture: collection of scientific tr. Kinel: IBTS Samara State Agrarian University, 2024. pp. 75-80 (in Russ.).

Информация об авторах:

Е. В. Янзина – кандидат педагогических наук, доцент;
 В. В. Шашкова – студент;
 Е. И. Мамай – студент.

Information about the authors:

E. V. Yanzina – Candidate of Pedagogical Sciences, associate professor;
 V. V. Shashkova – student;
 E. I. Mamay – student.

Вклад авторов:

Е. В. Янзина – научное руководство;
 В. В. Шашкова – написание статьи;
 Е. И. Мамай – написание статьи.

Contribution of the authors:

E. V. Yanzina – scientific management;
 V. V. Shashkova – writing articles;
 E. I. Mamay – writing articles.

ОБЗОР ЭЛЕКТРОПАСТУХОВ: ОСОБЕННОСТИ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Иван Сергеевич Денисов¹, Алексей Сергеевич Грецов²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹denisov_ivan007@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-1054-8360>

²grecov_as@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3539-5642>

В статье проведён анализ технико-экономических характеристик систем электроизгородей (электропастуха) как технологического решения для управления выпасом сельскохозяйственных животных. Рассмотрены базовые принципы работы системы, включая конструктивные элементы: генератор высоковольтных импульсов, токоведущие линии, систему изоляции и заземления. Проведён сравнительный анализ ключевых преимуществ системы, таких как мобильность и повышение безопасности стада, а также систематизированы её ограничения, связанные с необходимостью технического обслуживания и зависимостью от погодных условий. Сформулированы практические рекомендации по выбору оборудования с учётом мощности, источника питания и площади ограждаемой территории.

Ключевые слова: электроизгородь, электропастух, управляемый выпас, безопасность животных, электрическое ограждение, генератор импульсов.

Для цитирования: Денисов И. С., Грецов А. С. Обзор электропастухов: особенности и возможность применения в животноводстве // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2025. С. 8-13.

OVERVIEW OF ELECTRIC SHEPHERDS: FEATURES AND APPLICATION IN ANIMAL HUSBANDRY

Ivan S. Denisov¹, Alexey S. Gretsov²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹denisov_ivan007@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-1054-8360>

²grecov_as@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3539-5642>

The article analyzes the technical and economic characteristics of electric fence systems (electric shepherding) as a technological solution for managing the grazing of farm animals. It examines the basic principles of the system's operation, including its design elements such as a high-voltage pulse generator, current-carrying lines, and an insulation and grounding system. The article provides a comparative analysis of the system's key advantages, such as its mobility and increased herd safety, and also highlights its limitations, including the need for maintenance and its dependence on weather conditions. Practical recommendations for choosing equipment based on power, power supply, and the size of the protected area have been formulated.

Keywords: electric fence, electric shepherd, controlled grazing, animal safety, electric fence, pulse generator.

For citation: Denisov, I. S. & Gretsov, A. S. (2026). Overview of electric shepherds: features and application in animal husbandry. Technologies, machines and equipment in agriculture '25: collection of scientific papers. (pp. 8-13). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Интенсификация животноводства требует внедрения технологий, позволяющих оптимизировать затраты на содержание поголовья при одновременном повышении его безопасности и благополучия [1]. Одной из таких технологий является электроизгородь (электропастух), представляющий собой ограждение находящиеся под управляемым электрическим напряжением. При прикосновении к проводам электропастуха животные получают короткий и неприятный разряд тока. Это не вредит здоровью животного, но приучает его держаться подальше от изгороди.

Электроизгородь (электропастух) служит для удержания стада на определённом участке пастбища, защиты от проникновения хищников и предотвращения доступа животных к опасным зонам. Конструктивно Электроизгородь (электропастух) (рис. 1) включает следующие основные элементы:

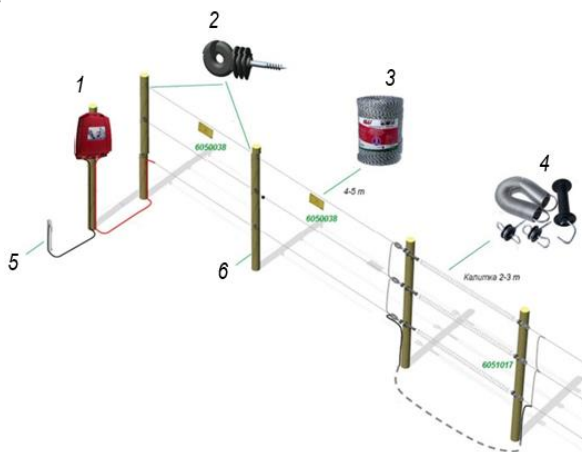


Рис. 1. Общий вид электроизгороди (электропастуха):

- 1 – генератор импульсов (электропастух); 2 – изоляторы; 3 – ограждения (токоведущие линии); 4 – соединительные элементы и крепления; 5 – заземление; 6 – опорные стойки

Генератор импульсов (электропастух) – преобразует напряжение от аккумулятора (12 В), или сети (220 В), солнечной панели в высоковольтные импульсы (порядка 5-12 кВ для КРС) (рис. 2). Это обеспечивает высокий отпугивающий эффект при минимальном потреблении энергии, при этом животное чувствует неприятный разряд, но не травмируется. Генератор устанавливается в защищённом от погодных условий месте, например, в специальном боксе или под навесом.



Рис. 2. Генератор импульсов (электропастух):

- а – SECUR 2300 THE фирмы Lacme (Франция); б – SECUR 2600 THE фирмы Lacme (Франция); в – UBISON 15000 фирмы Lacme (Франция); г - DUAL D5 фирмы Lacme (Франция); д – Bekci 14.5 Дж фирмы SKR, Турция; е – SECUR 500 фирмы Lacme (Франция)

Рассмотрим генераторы (преобразователи) к электропастухам таблица 1.

Таблица 1

Генераторы импульсов, применяемые в электропастухах

Модель	Вид животных	Периметр охвата	Максимальная энергия импульса	Питание	Максимальное напряжение импульса	Достоинства	Недостатки
SECUR 2300 THE фирмы Lасme (Франция)	КРС, овцы, лошади другие домашние животные	140 км	5,0 Дж	220-230В 50-60Гц	10 000 вольт	Низкая цена. Высокая надежность	
Электропастух SECUR 2600 фирмы Lасme (Франция)		350 км	10,0 Дж.		15 000 вольт	Наличие дисплея контроля параметров	
Электропастух UBISON 15000 фирмы Lасme (Франция)		830 км	25.0 Дж		10 000 вольт	Интеллектуальная система отключения. Наличие дисплея контроля параметров	Высокая цена
Электропастух SECUR 2100 НТЕ фирмы Lасme (Франция).		КРС и лошади	60 км		1.9 Дж	13 000 вольт	Низкая цена.
Электропастух DUAL D5 фирмы Lасme (Франция)	КРС, овцы, лошади и дикие животные	150 км	5.0 Дж	12-220 В 50-60Гц	12 000 вольт	Низкая цена.Высокая надежность.Возможность работы от сети 220 вольт (адаптер в комплекте) Маленькие габариты.Регулировка мощностиИндикаторы контроля работы.	
Электропастух Вексі 14.5 Дж фирмы СКR, Турция		150 км.	14.0 Дж.		15 000 вольт	Возможность работы от сети 220 вольт (адаптер в комплекте) Маленькие габариты	
Электропастух SECUR 500 фирмы Lасme (Франция)		350 км	6.0 Дж		15 000 вольт	Индикаторы контроля работы.Регулировка мощности.Функция перевода на режим экономии. «Ящик» для аккумулятора. Возможность подключения солнечной панели	адаптер подключения к сети 220 в. – опционально

Токоведущие линии – проводники, формирующие периметр ограждения. Используются оцинкованная стальная проволока, полимерная лента или верёвка с интегрированными токопроводящими нитями. Конфигурация (количество линий и высота) варьируется в зависимости от вида животных (рис. 3).

Изоляторы – ключевой элемент, обеспечивающий электрическую изоляцию токоведущих линий от опорных стоек. Изготовлены из диэлектрических материалов (пластик, керамика).

Опорные стойки – обеспечивают механическую устойчивость конструкции. Изготавливаются из дерева, металла или пластика, устанавливаются с шагом 5-10 м.

Система заземления – металлические электроды, вбитые в грунт. Замыкают электрическую цепь: импульс от генератора проходит по проводу, через тело животного уходит в землю и возвращается к генератору. Качество заземления напрямую определяет эффективность всей системы.

Соединительные и натяжные элементы – обеспечивают монтаж, натяжение и создание проходов в ограждении.

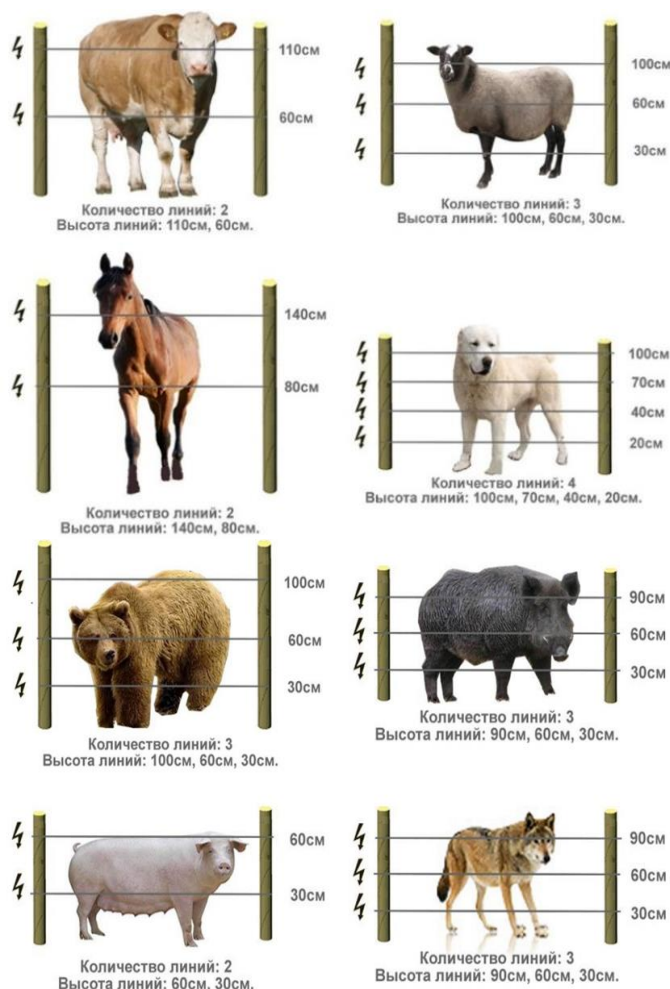


Рис. 3. Высота размещения проводников для различных животных

Существует целый ряд преимуществ использования электропастухов для сельскохозяйственных животных.

Экономическая эффективность. Затраты на установку электроизгороди в среднем на 70% ниже, чем на строительство стационарного ограждения [2]. При этом сокращается потребность в чабанах (пастухах) для постоянного присмотра за животными. Устройство окупается за 2-4 месяца эксплуатации.

Мобильность и простота использования. Конструкция позволяет быстро разворачивать, демонтировать или переносить ограждение, что реализует принцип порционного (клеточного) выпаса, повышающего продуктивность пастбищ.

Повышение безопасности. Предотвращается самовольный уход стада, домашние животные защищены от нападения диких животных.

Долговечность и автономность. Использование коррозионностойких материалов и возможность питания от альтернативных источников питания (солнечные батареи) обеспечивают работу в удалённых местах. Перепады температуры не выводят оборудование из строя. Электроизгородь может работать и в условиях несильных осадков.

Электропастух обладает и рядом минусов, которые могут усложнить его работу.

Существенные ограничения:

Необходимость постоянного контроля и обслуживания. Требуется регулярная проверка напряжения, очистка периметра от высокой травы (чем выше трава, тем мощнее должен быть генератор).

Зависимость от погодных условий. Сильное намокание грунта или растительности может снижать эффективность разряда, а в грозу систему необходимо отключать в целях безопасности.

Сложности в поисках обрыва линии. Обрыв проводника на протяжённых периметрах требует времени на диагностику и устранение.

Необходимость обучения животных. Для формирования рефлекса требуется первоначальный период адаптации стада к новому типу ограждения.

Выбор конкретной модели системы электроизгороди должен основываться на технико-экономическом обосновании с учётом следующих параметров:

Мощность генератора и длина периметра. Определяется площадью ограждения и потенциальными нагрузками (высота травы, тип проводника).

Источник питания. Зависит от доступности электросети: сетевые, аккумуляторные или гибридные (солнечная панель + АКБ) модели.

Вид и количество животных. Определяет необходимую конфигурацию токоведущих линий (высота, количество рядов).

Тип проводника. Проволока долговечна, лента более заметна для животных, верёвка удобна в монтаже.

Проведённый анализ позволяет утверждать, что система электроизгороди представляет собой технологически обоснованное и экономически выгодное решение для современного пастбищного животноводства. Её применение способствует значительной оптимизации трудовых и материальных затрат, повышению уровня безопасности и управляемости стада. Несмотря на наличие эксплуатационных ограничений, связанных преимущественно с необходимостью регулярного техобслуживания и влиянием внешних факторов, совокупность преимуществ делает электропастух высокоэффективным инструментом, особенно для хозяйств, практикующих порционный выпас.

Список источников

1. Тихомиров И.А., Совершенствование технологии производства молока при пастбищном содержании скота с использованием инновационных приемов / И.А. Тихомиров // Вестник ВНИИМЖ №4(16)-2014. с. 53-60

2. Кравченко В.Н., Анализ использования мобильной электрической изгороди для защиты животных и пастбищ в сельском хозяйстве / В.Н. Кравченко, Н.Е. Кабдин, Э.М. Даутоков, // Вестник ВНИИМЖ №2(30)-2018. с. 119-122

3. Тургенбаев М.С., Сравнительный анализ цифровых технологий и роботизированных средств в пастбищном животноводстве / М.С. Тургенбаев, А.Н. Русаков, // Вестник ВНИИМЖ №1(33)-2019. с. 136-141

4. Пшихачев С.М., Управление рисками и контрактное сельское хозяйство : Теория и практика / С. М. Пшихачев, В. А. Балашенко, К. А. Жичкин [и др.]. – Москва : ООО "НИПКЦ Восход-А", 2016. – 220 с.

References

1. Tikhomirov, I.A. Improving the technology of milk production in pastoral farming using innovative methods / I.A. Tikhomirov // Vestnik VNIIMZh No. 4(16)-2014. pp. 53-60

2. Kravchenko, V.N. Analysis of the Use of Mobile Electric Fences for Protecting Animals and Pastures in Agriculture / V.N. Kravchenko, N.E. Kabdin, and E.M. Dautokov // Vestnik VNIIMZh No. 2(30)-2018. pp. 119-122

3. Turgenbaev, M.S., Comparative Analysis of Digital Technologies and Robotic Tools in Pastoral Livestock Farming / M.S. Turgenbaev, A.N. Rusakov, // Vestnik VNIIMZh No. 1(33)-2019. pp. 136-141

4. Pshikhachev S.M., Risk management and contract agriculture : Theory and practice / S. M. Pshikhachev, V. A. Balashenko, K. A. Zhichkin [et al.]. – Moscow : LLC "NIPCC Voskhod-A", 2016. – 220 p.

Информация об авторах:

И. С. Денисов – студент;

А. С. Грецов – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

I. S. Denisov – student;

A. S. Gretsov – candidate of technical sciences, associate professor.

Вклад авторов:

И. С. Денисов – написание статьи;

А. С. Грецов – научное руководство.

Contribution of the authors:

I. S. Denisov – writing articles;

A. S. Gretsov – scientific management.

Научная статья

УДК 633.262

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАСТЕНИЙ В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

Александр Андреевич Андреев ¹, Никита Александрович Додаев ²,

Владимир Анатольевич Сыркин ³

^{1,2,3} Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

¹ andreevsasa854@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0007-9676-7319>

² dodaevna@icloud.com. <https://orcid.org/0009-0000-4054-0464>

³ Sirkin_VA@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-2531-5423>

В статье рассматривается концепция интегрированного двухэтажного агропромышленного комплекса, сочетающего животноводческий корпус и тепличное хозяйство. Приводятся расчеты баланса диоксида углерода (CO₂) между источниками и потребителями). На основе этих данных определяются оптимальные соотношения поголовья животных и площади теплиц. Подробно описана многоступенчатая система очистки и подготовки воздуха, удаляющая агрессивные и патогенные компоненты и обеспечивающая подачу в теплицу очищенного CO₂.

Ключевые слова: теплица, углекислый газ, баланс CO₂, фотосинтез, система фильтрации, ресурсосбережение.

Для цитирования: Андреев А. А., Додаев Н. А., Сыркин В. А. Перспективы использования диоксида углерода сельскохозяйственных животных при выращивании растений в закрытом грунте // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 13-18.

PROSPECTS FOR THE USE OF CARBON DIOXIDE FROM FARM ANIMALS WHEN GROWING PLANTS INDOORS

Aleksander A. Andreev¹, Nikita A. Dodaev², Vladimir A. Syrkin³

^{1,2,3} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ andreevsasa854@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0007-9676-7319>

² dodaevna@icloud.com. <https://orcid.org/0009-0000-4054-0464>

³ Sirkin_VA@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-2531-5423>

The article examines the concept of an integrated two-story agro-industrial complex that combines an animal husbandry building and a greenhouse facility. Calculations of the carbon dioxide (CO₂) balance between sources and consumers are provided. Based on these data, optimal ratios of livestock numbers and greenhouse area are determined. A multi-stage air purification and treatment system is described in detail, which removes aggressive and pathogenic components and ensures the supply of purified CO₂ to the greenhouse.

Keywords: greenhouse, carbon dioxide, CO₂ balance, photosynthesis, filtration system, resource saving.

For citation: A. A. Andreev, N. A. Dodaev & V. A. Syrkin, (2026) Prospects for the use of carbon dioxide from farm animals when growing plants indoors. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 13-18). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Современное сельское хозяйство сталкивается с необходимостью повышения продуктивности при одновременном снижении экологической нагрузки. Одним из перспективных направлений является создание замкнутых агроэкосистем, где отходы одного производства становятся ресурсом для другого. Ключевым аспектом реализации такой модели для комплекса «животноводство-теплица» является точный баланс между количеством производимого животными диоксида углерода CO₂ и потребностью в нём растений. Данная статья посвящена расчёту такого баланса для распространённых видов животных и растений, определению оптимальных площадей теплиц и описанию инженерной системы, обеспечивающей безопасный и эффективный обмен воздушными потоками [1-6].

Основным процессом, определяющим продуктивность растений, является фотосинтез, описываемый уравнением:



Согласно закону Либиха, скорость процесса ограничивается минимальным фактором. В условиях закрытого грунта таким фактором часто выступает концентрация CO₂. Для большинства овощных культур оптимальная концентрация CO₂ составляет 800-1200 ppm, что значительно выше фоновой атмосферной (около 400 ppm). Повышение концентрации диоксида углерода приводит к ускорению темпа фотосинтеза на 30-50% и увеличению урожайности на 20-40%.

Количество CO₂, выделяемое животными, зависит от вида, живой массы, возраста и продуктивности. Усреднённые данные по основным группам приведены в таблице 1

Таблица 1.

Показатели выделения CO₂ различными группами животных

Группа животных	Живая масса, кг	Выделение CO ₂ , л/ч на голову	Выделение CO ₂ , кг/сут на голову
КРС (дойная корова)	600	200 - 250	4,8 – 6,0
Свињи (откорм)	100	40 – 50	0,96 – 1,2
Птица (куры-несушки)	1,8	1,8 – 2,2	0,043 – 0,053

Потребность растений в CO₂ зависит от вида культуры, фазы развития, уровня освещённости и температуры. Потенциал потребления CO₂ для высокопродуктивных тепличных культур в период максимального роста представлен в таблице 2.

Таблица 2.

Потребность растений в CO₂ зависит от вида культуры

Культура	Фаза роста	Оптимальная (CO ₂) ppm	Потребление CO ₂ , кг/га в сутки
Томат	Плодоношение	1000 - 1200	100 – 150
Огурец	Плодоношение	1000 – 1200	120 – 180
Салат листовой	Розетка	800 - 1000	60 - 90

На основе данных таблиц 1 и 2 можно определить, какая площадь теплицы может быть обеспечена CO₂ от определённого поголовья животных. За основу для обеспечения оптимальной концентрации (1000 ppm) берётся максимальное потребление культуры.

Формула для ориентировочного расчёта:

$$S_{\text{тепл.}} (\text{га}) \approx (N_{\text{жив.}} \times Q_{\text{CO}_2 \text{ жив.}}) / Q_{\text{CO}_2 \text{ раст.}} \quad (2)$$

где $S_{\text{тепл.}}$ – искомая площадь теплицы, га;

$N_{\text{жив.}}$ – поголовье животных;

$Q_{\text{CO}_2 \text{ жив.}}$ – суточное выделение CO₂ одним животным, кг/сут;

$Q_{\text{CO}_2 \text{ раст.}}$ – суточное потребление CO₂ культурой с 1 га, кг/(га·сут).

Примеры расчетов:

1. Источник: 100 голов КРС (примем выработку 5кг CO₂/гол/сут).

• Для томата: $S_{\text{тепл.}} = (100 \times 5) / 150 \approx 3,3$ га;

• Для огурца: $S_{\text{тепл.}} = (100 \times 5) / 180 \approx 2,8$ га;

• Для салата: $S_{\text{тепл.}} = (100 \times 5) / 90 \approx 5,6$ га.

2. Источник: 500 голов свиной на откорме (примем выработку 1кг CO₂/гол/сут).

• Для томата: $S_{\text{тепл.}} = (500 \times 1) / 150 \approx 3,3$ га;

• Для огурца: $S_{\text{тепл.}} = (500 \times 1) / 180 \approx 2,8$ га;

3. Источник: 10000 кур - несушек (примем выработку 0.05кг CO₂/гол/сут).

• Для томата: $S_{\text{тепл.}} = (10000 \times 0.05) / 150 \approx 3,3$ га;

• Для огурца: $S_{\text{тепл.}} = (10000 \times 0.05) / 180 \approx 2,8$ га.

Расчёты показывают, что для обеспечения CO₂ теплицы площадью около 3 га в период активного роста томатов или огурцов требуется примерно 100 голов КРС, или 500 голов свиной, или 10 000 голов птицы. Для менее требовательных культур (салат) площадь теплицы при том же поголовье может быть больше.

Воздух животноводческого помещения содержит, помимо CO₂, аммиак (NH₃), сероводород (H₂S), пыль, аллергены и патогенные микроорганизмы, которые могут угнетать растения и представлять эпидемиологическую опасность. Подача такого воздуха в теплицу без подготовки недопустима. Предлагается следующая многоступенчатая система [5,6]:

1. Забор воздуха. Воздух из зоны содержания животных забирается системой приточно-вытяжной вентиляции.
2. Предварительная механическая фильтрация (Группа А). Прохождение через фильтры грубой (G3-G4) и тонкой (F7-F9) очистки для удаления пыли, шерсти и крупных взвешенных частиц.
3. Химическая очистка от агрессивных газов (Группа В). Пропускание через скруббер с водным раствором или через кассеты с кислотными сорбентами (например, на основе фосфорной кислоты) для нейтрализации и поглощения аммиака и сероводорода.
4. Теплообмен. Очищенный воздух направляется в рекуперативный пластинчатый теплообменник, где передаёт тепловую энергию приточному воздуху для теплицы, снижая энергозатраты на обогрев.
5. Биологическая и финальная очистка (Группа С). Для удаления остаточных газов и летучих органических соединений (ЛОС) предлагается использовать биофильтр с активной биоплёнкой. Финальная ступень — фильтр высокой эффективности (HEPA H12-H13) для гарантированного улавливания оставшихся аэрозольных частиц и аллергенов.
6. Ультрафиолетовая дезинфекция (Блок D). Обеззараживание воздушного потока в камере с УФ-лампами для инактивации бактерий, вирусов и спор грибов.
7. Подача в теплицу. Подготовленный воздух, обогащённый CO_2 и подогретый, дозированно подаётся в прикорневую и листовую зону растений через перфорированные воздуховоды.

Данная система обеспечивает преобразование отработанного воздуха животноводства в безопасный ресурс для теплицы. Примерная схема циркуляции воздуха в данной системе приведена на рисунке 1.

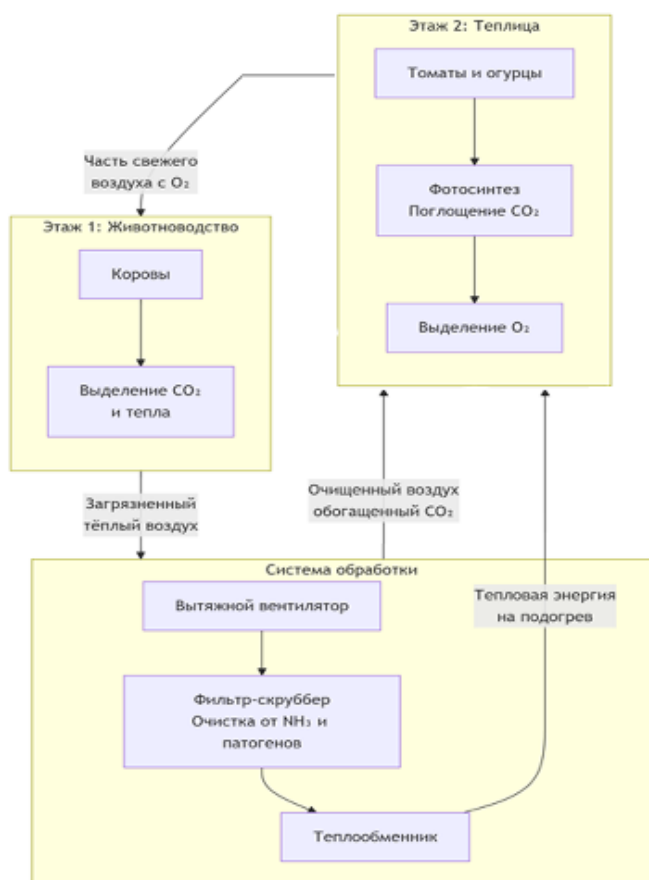


Рис. 1. Схема циркуляции воздуха.

Таким образом, технология использования диоксида углерода сельскохозяйственных животных при выращивании растений в закрытом грунте, демонстрирует высокий агроэкологический потенциал при условии точного расчёта баланса CO₂ и применения системы очистки воздуха. Проведённые расчёты показывают реалистичные варианты сочетаний: например, поголовье из 100 голов КРС способно обеспечить потребность в CO₂ для теплицы площадью 2,5–3,5 га, занятой высокопродуктивными культурами. Предложенная многоступенчатая система фильтрации и подготовки воздуха решает критически важную задачу по удалению вредных примесей и патогенов, делая технологию безопасной и соответствующей санитарным требованиям. Внедрение подобных решений на основе выполненных расчётов позволит организовать круглогодичное ресурсоэффективное производство.

Список источников

1. Васильев С. И., Машков С. В., Сыркин В. А. Комплекс энергосберегающих элементов технологии выращивания овощных культур в контролируемых условиях // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 10-19.
2. Васильев, С. И., Машков С. В., Сыркин В. А., Гриднева Т. С. Разработка интенсивной технологии и технического средства (биомодуля) для производства органической овощной продукции: Инновационные достижения науки и техники АПК: Сб. науч. тр. Международной научно-практической конференции. – Самара: РИО СГСХА, 2018. – С. 576-579.
3. Васильев С. И., Машков С. В., Гриднева Т. С., Сыркин В. А. Разработка биотехнологического модуля для интенсификации технологии производства органической овощной продукции / Современному АПК – эффективные технологии. – Ижевск: РИО Ижевской ГСХА, 2019. – С. 86-89.
4. Кочетов В. И., Сыркин В. А. Электротехника и электроника: методические указания для практических занятий. Кинель : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – 52 с.
5. Разработка комплекса энергосберегающих элементов технологии выращивания овощных культур в условиях высокотехнологичных культивационных сооружений; рук. Васильев С.И.; исполн. Машков С.В., Фатхутдинов М.Р., Сыркин В.А., Ишкин П.А., Гриднева Т.С., Крючин П.В., Котов Д.Н., Ракитина В.В., Моргунов Д.Н. – Кинель, 2020. – 156 с.
6. Жичкин, К. А. Рентабельность производства сельскохозяйственных культур в современных условиях / К. А. Жичкин, Л. Н. Жичкина // Вопросы оценки. – 2017. – № 3(89). – С. 2-7.
7. Разработка интенсивных электротехнологий и технических средств для цифрового сельского хозяйства : отчет о НИР (заключительн.); рук. Машков С.В.; исполн. Крючин П.В., Васильев С.И., Гриднева Т.С., Фатхутдинов М.Р., Нугманов С.С., Ишкин П.А., Сыркин В.А., Мокрицкий С.Н., Афонин А.Е., Бунтова Е.В., Мельникова Н.А., Моргунов Д.Н. Кинель, 2019. 67 с.
8. Сыркин В. А., Васильев С. И., Фатхутдинов М. Р. Разработка установки для обеззараживания почвы паром // Самара АгроВектор. 2024. Т. 4. № 2. С. 24-30. doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-24-30.

References

1. Vasiliev S. I., Mashkov S. V., Syrkin V. A. (2020) Complex of energy-saving elements of technology for growing vegetable crops in controlled conditions // Bulletin of Agrarian Science of the Don. – № 4(52). – Pp. 10-19. (in Russ.).
2. Vasilyev, S.I., Mashkov, S.V., Syrkin, V.A. & Gridneva T.S. (2018) Development of intensive technology and technical means (biomodule) for the production of organic vegetable products // Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex: collection of scientific papers. (pp. 576-579). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).
3. Vasiliev S. I., Mashkov S. V., Gridneva T. S., Syrkin V. A. (2019). Development of a biotechnological module for intensifying the technology of production of organic vegetable products /

Effective technologies for the modern agro-industrial complex. – Izhevsk: RIO Izhevsk State Agricultural Academy. P. 86-89 (in Russ.).

4. Kochetov V. I., Syrkin V. A. (2014) Electrical engineering and electronics : guidelines for practical exercises. – Kinel : Samara State Agricultural Academy, 2014. 52 p (in Russ.).

5. Development of a complex of energy-saving technology elements for growing vegetable crops in high-tech cultivation facilities; hands Vasiliev S.I.; executive Mashkov S.V., Fatkhutdinov M.R., Syrkin V.A., Ishkin P.A., Gridneva T.S., Kryuchin P.V., Kotov D.N., Rakitina V.V., Morgunov D.N. – Kinel, 2020. – 156 p (in Russ.).

6. Zhichkin, K. A. Profitability of Crop Production in Modern Conditions / K. A. Zhichkin, L. N. Zhichkina // Evaluation Issues. – 2017. – No. 3(89). – Pp. 2-7.

7. Maschkov S.V., Vasiliev S.I., Kruchin, P.V. [et al] (2019) Development of intensive electrical technologies and technical means for digital agriculture. Research report, Kinel, 67 (in Russ).

8. Syrkin, V. A., Vasilev, S. I. & Fathutdinov, M. R. (2024). Development of a plant for soil disinfection with steam. Samara AgroVektor (Samara AgroVector), 4, 2, 24-30. (In Russ.). doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-24-30.

Информация об авторах:

В. А. Сыркин – кандидат технических наук, доцент;

А. А. Андреев – студент;

Н. А. Додаев – студент.

Information about the authors:

V. A. Syrkin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

A. A. Andreev – student;

N. A. Dodaev – student.

Вклад авторов:

В. А. Сыркин – научное руководство;

А. А. Андреев – написание статьи;

Н. А. Додаев – написание статьи.

Contribution of the authors:

V. A. Syrkin – scientific management;

A. A. Andreev – writing articles;

N. A. Dodaev – writing articles.

Обзорная статья

УДК: 631.51.011

СОВРЕМЕННЫЕ КУЛЬТИВИРУЮЩИЕ ОРУДИЯ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Евгений Валерьевич Голубев

Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Тверь, Россия

mail@tvgha.ru; <https://tvgha.ru>

В статье рассматриваются современные орудия для поверхностной обработки почвы, их роль в повышении эффективности сельскохозяйственного производства и обеспечении устойчивого развития аграрного сектора. Анализируются преимущества новых технологий, таких как умные культиваторы с GPS-навигацией и роботизированные системы, а также аналоговая культивирующая универсальная рыхлительная лапа с дополнительной пластиной.

Ключевые слова: поверхностная обработка почвы, устойчивое развитие, умные орудия, экологическая безопасность, культиватор.

Для цитирования: Голубев Е. В. Современные культивирующие орудия для поверхностной обработки почвы // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 18-23.

MODERN CULTIVATING IMPLEMENTS FOR SHALLOW SOIL CULTIVATION

Evgeny V. Golubev

Tver State Agricultural Academy, Tver, Russia
mail@tvgha.ru; <https://tvgha.ru>

The article examines modern implements for shallow soil cultivation, their role in enhancing agricultural production efficiency, and ensuring the sustainable development of the agricultural sector. The advantages of new technologies, such as smart cultivators with GPS navigation and robotic systems, as well as an analog cultivating universal loosening sweep with an additional plate, are analyzed.

Keywords: shallow soil cultivation, sustainable development, smart implements, environmental safety, cultivator.

For citation: E. V. Golubev (2026). Modern cultivating implements for shallow soil cultivation . Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 18-23). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Современный агропромышленный сектор сталкивается с множеством вызовов, одним из которых является повышение урожайности сельскохозяйственных культур. В связи с эти обработка почвы занимает ведущее влияние на урожайность и эффективность производства т.к. на неё приходится до 45% энергетических и 30% трудовых затрат. Но в результате увеличилась деградация и эрозия почвы, из-за многократных проходов техники по полю. В этих условиях традиционные методы обработки почвы становятся менее эффективными и экологически опасными. Комбинированные почвообрабатывающие машины и орудия позволяют перейти на ресурсосберегающие технологии. Современные орудия для поверхностной обработки почвы предлагают новые подходы, позволяющие повысить продуктивность обработки поля [1].

Эксплуатация сельскохозяйственных культиваторов сопряжена с рядом проблем, которые могут снижать их эффективность и увеличивать затраты на обслуживание:

1. Постоянное воздействие на почву приводит к быстрому износу рабочих органов, что требует регулярной замены и увеличивает затраты.
2. Неправильная настройка глубины обработки и скорости движения может привести к некачественной обработке почвы и увеличению расхода топлива.
3. Отсутствие систем мониторинга состояния техники затрудняет своевременное выявление и устранение неисправностей.
4. Регулярное техническое обслуживание и ремонт требуют значительных затрат времени и ресурсов.

Для решения выше указанных проблем и повышения эффективности эксплуатации современных культиваторов используются различные технологии и способы:

1. Системы ГПС-навигации позволяют точно контролировать движение культиватора, избегая пропусков и перекрытий. Это повышает качество обработки почвы и снижает расход топлива.

2. Системы автоматического управления позволяют регулировать глубину обработки и скорость движения культиватора в зависимости от состояния почвы. Это минимизирует износ рабочих органов и повышает эффективность работы.

3. Современные системы мониторинга позволяют отслеживать состояние культиватора в реальном времени, своевременно выявлять неисправности и планировать техническое обслуживание.

Современные культиваторы могут быть оснащены высокотехнологичными сельскохозяйственными орудиями, в которых присутствуют системы автоматического управления, датчики и ГПС-навигацией [2]. Они предназначены для точной и эффективной обработки почвы с минимальным воздействием на ее структуру. В отличие от традиционных орудий, которые выполняют однотипную работу на всей площади поля, «умные орудия» способны к адаптации различным условиям (Таблица 1), учитывая тип почвы, ее влажность, рельеф и множество других параметров.

Таблица 1

Сравнение «умных орудий» с традиционными орудиями

Характеристика	Традиционные орудия	«Умные орудия»
Глубина вспашки	Фиксированная или регулируемая вручную	Автоматически регулируется в зависимости от состояния почвы
Точность обработки	Зависит от навыков оператора	Высокая точность благодаря ГПС-навигации
Расход топлива	Высокий из-за отсутствия оптимизации	Оптимизирован за счет автоматического управления
Воздействие на почву	Может вызывать эрозию и уплотнение	Минимизировано благодаря точному управлению
Интеграция с другими системами	Отсутствует	Возможна интеграция с системами точного земледелия
Стоимость	Низкая	Высокая, но окупается за счет экономии ресурсов и повышения урожайности

Основные особенности культиваторов с ГПС-навигацией:

1. Точность обработки - ГПС-навигация обеспечивает точное движение культиватора по полю, что позволяет избежать перекрытий и пропусков. Это особенно важно для больших полей, где точность обработки критична.

2. Автоматическое управление - культиваторы с ГПС-навигацией могут работать в автоматическом режиме, следуя заранее заданным маршрутам, что снижает нагрузку на оператора и повышает эффективность работы.

3. Интеграция с другими системами - культиваторы с ГПС-навигацией могут быть подключены к другим сельскохозяйственным машинам и системам управления фермой, что позволяет создавать единую цифровую экосистему.

4. Экономия ресурсов - точное управление процессом обработки почвы позволяет снизить расход топлива и уменьшить износ оборудования.

Рассмотрев современные культиваторы, можно выделить, что существующие конструкции, обладают такими положительными характеристиками, как энергосбережение и защита почвы от эрозии, однако существуют существенные недостатки:

1. Требуется квалифицированный оператор;
2. Высокая начальная стоимость оборудования;
3. Сложное регулярное техническое обслуживание;
4. Дорогостоящая замена высокотехнологичного оборудования при поломке.

Внедрение современных технологий для оптимизации технической эксплуатации культиваторов требует значительных инвестиций и подготовки кадров. Однако долгосрочные выгоды, такие как повышение производительности, снижение затрат и увеличение срока службы техники, делают эти технологии привлекательными для сельхозпроизводителей. Важным ша-

гом является развитие государственных программ поддержки, направленных на субсидирование приобретения современной техники и обучение фермеров. Кроме того, необходимо активное сотрудничество между научными учреждениями, производителями техники и сельхозпредприятиями для разработки и внедрения новых решений.

Роботизированные системы и искусственный интеллект для обработки почвы. Одним из наиболее перспективных направлений является внедрение роботизированных систем для обработки почвы [3]. Такие системы способны автономно выполнять задачи, анализируя данные о состоянии почвы, влажности и других параметрах. Например, роботы-культиваторы могут обрабатывать почву с точностью до сантиметра, что особенно важно для органического земледелия.

Искусственный интеллект (ИИ) также играет ключевую роль в оптимизации процессов. Алгоритмы ИИ анализируют данные с датчиков и спутников, предоставляя фермерам рекомендации по оптимальным методам обработки почвы в зависимости от ее типа и климатических условий. Внедрение современных орудий для поверхностной обработки почвы требует значительных инвестиций и подготовки кадров. Однако долгосрочные выгоды, такие как повышение урожайности, снижение затрат и сохранение экологического баланса, делают эти технологии привлекательными для сельхозпроизводителей.

Культиваторы, являются основными инструментами для поверхностной обработки почвы, однако, несмотря на значительные достижения в области сельского хозяйства, существующие конструкции современных культиваторов имеют дорогостоящие и порой ненадежное оборудование [4].

Таким образом предлагается разработать конструкцию аналоговых культивирующих лап (Рисунок 1), которые соответствовали бы современным условиям в агропромышленном комплексе и обеспечивали качественную обработку почвы.

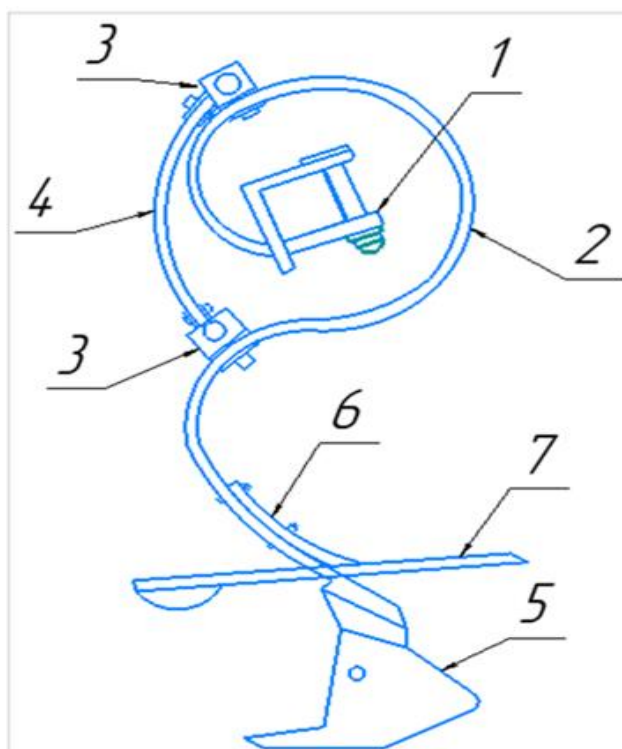
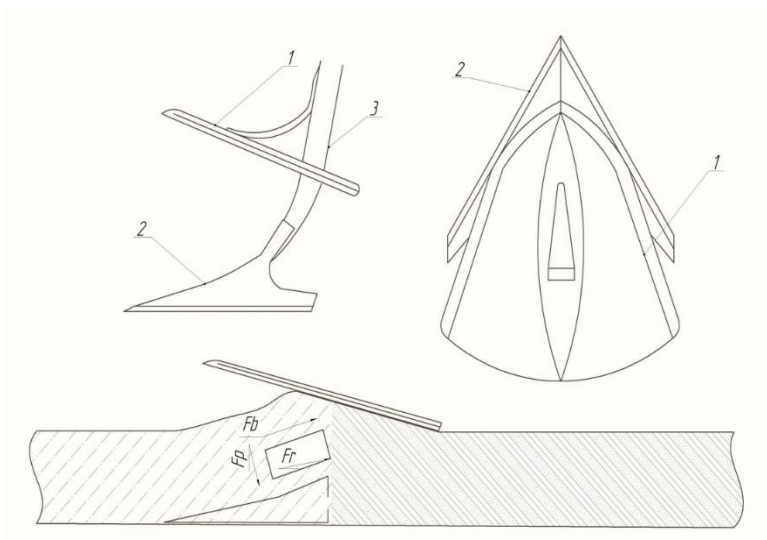


Рис. 1. Обзорная схема культивирующей универсальной рыхлительной лапы с дополнительной пластиной
1 – рама; 2 – S-образная стойка; 3 – шарнирное соединение; 4 – упругая пластина;
5 – универсальный рабочий орган; 6 – крепление; 7 – дефлекторная пластина.

В частности, культивирующая лапа с дефлекторной пластиной, закрепленной на упругой S-образной стойке. Такой подход позволит не только улучшить механизмы работы лапы в различных условиях, но и минимизировать повреждения самой лапы при обработке.

Дефлекторная универсальная рыхлительная лапа (для сплошной обработки) с дополнительной пластиной, устанавливаемую под углом для крошения почвы, на упругой S-образной стойке и регулируемой жесткостью. Использование дефлекторной пластины, позволяет изменять направление движения и рыхления почвы, обеспечивает более равномерное распределение обрабатываемого слоя, что существенно повышает эффективность обработки (Рисунок 2). Эта технология устраняет необходимость использования дополнительных рабочих органов, таких как зубные бороны или катки, что снижает материалоемкость культиватора, а также необходимость в дополнительных проходах по полю, что снижает уплотнение почвы



В

Рис.2. Схема рефлекторной лапы

а – вид сбоку; б – вид сверху; в – схема воздействия на почву; 1 – дефлекторная пластина; 2 – универсальная рыхлительный лемех; 3 – S-образная стойка

Заключение. Современные орудия для поверхностной обработки почвы открывают новые возможности для устойчивого развития аграрного сектора. Они позволяют не только повысить эффективность сельскохозяйственного производства, но и минимизировать его воздействие на окружающую среду [5,6]. Внедрение этих технологий требует комплексного подхода, включающего инвестиции, обучение и поддержку со стороны государства. Однако в условиях глобальных вызовов именно такие решения могут стать ключом к обеспечению продовольственной безопасности и экологической устойчивости.

Список источников

1. Ларин, Д. В. Аспекты внедрения современной технологии no-till (на примере Пензенской области) / Д. В. Ларин, Голубев В. В. // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 5(401). – С. 604-607.
2. Покровская, Я. К. Перспективы использования искусственного интеллекта в сельском хозяйстве / Я. К. Покровская, С. М. Каюгина // ДОСТИЖЕНИЯ МОЛОДЕЖНОЙ НАУКИ для агропромышленного комплекса: Сборник материалов LVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 14–18 марта 2022 года. Том Часть 4. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 350-358.
3. Шамаев, С. Д. Применение методов искусственного интеллекта при обработке и интерпретации данных геофизических методов / С. Д. Шамаев // Известия Уральского государственного горного университета. – 2022. – № 1(65). – С. 86-101.
4. Волон, Ю. М. Влияние искусственного интеллекта на развитие АПК / Ю. М. Волон // Вестник Московского Международного Университета. – 2024. – № 2(2). – С. 64-67.

5. Иванов, А. А. Оценка условий труда операторов транспортно-технологических машин / А. А. Иванов, И. А. Викторов, И. А. Гришакова // Проблемы и перспективы развития науки и образования: Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция, Тверь, 13 февраля 2024 года. – Тверь: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», 2024. – С. 277-281.

6. Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С., Артамонов Е. И., Ерзамаев Н. М. Определение качественных показателей технологического процесса ярусной обработки почвы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10. № 1. С. 28-33. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-28-33.

References

1. Larin, D. V. Aspects of implementing modern no-till technology (using the example of the Penza region) / D. V. Larin, Golubev V. V. // International Agricultural Journal. – 2024. – No. 5(401). – pp. 604-607.

2. Pokrovskaya, Ya. K. Prospects for the use of artificial intelligence in agriculture / Ya. K. Pokrovskaya, S. M. Kayugina // ACHIEVEMENTS OF YOUTH SCIENCE for the agro-industrial complex: Collection of materials of the LVI Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists, Tyumen, March 14–18, 2022. Volume Part 4. – Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans-Ural Region, 2022. – pp. 350-358.

3. Shamaev, S. D. Application of artificial intelligence methods in processing and interpreting geophysical data / S. D. Shamaev // Bulletin of the Ural State Mining University. – 2022. – No. 1(65). – pp. 86-101.

4. Volov, Yu. M. The influence of artificial intelligence on the development of the agro-industrial complex / Yu. M. Volov // Bulletin of the Moscow International University. – 2024. – No. 2(2). – pp. 64-67.

5. Ivanov, A. A. Assessment of working conditions of transport and technological machine operators / A. A. Ivanov, I. A. Viktorov, I. A. Grishakova // Problems and prospects for the development of science and education: All-Russian (national) scientific and practical conference, Tver, February 13, 2024. – Tver: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Tver State Agricultural Academy”, 2024. – pp. 277-281.

6. Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., Artamonov, E. I. & Erzamaev, N. M. (2025). Determination of qualitative indicators of the technological process of longline tillage. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 28-33. (In Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-28-33.

Информация об авторах:

Е. В. Голубев – аспирант, преподаватель.

Information about authors:

E. V. Golubev – postgraduate student, instructor.

Вклад авторов:

Е. В. Голубев – написание статьи;

Contributions of the authors:

E. V. Golubev – writing the article;

РАЗРАБОТКА КОМПОНОВКИ ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА С ЛАПОВЫМИ СОШНИКАМИ

Михаил Александрович Терёхин¹, Юрий Владимирович Польшваный²,
Александр Владимирович Яшин³

¹ «Радиозавод», Пенза, Россия

^{2,3} Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

¹ m.a.terekhin@rf58.ru, <https://orcid.org/0009-0002-1619-9627>

² polyvyanyi.y.v@pgau.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7476-5178>

³ yashin.a.v@pgau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8184-6934>

В статье представлены результаты анализа компоновочных схем современных посевных комплексов, оснащенных лаповыми сошниками, а именно рассмотрены конструктивные особенности пяти моделей отечественного производства. На основании проведенного анализа предложена компоновка посевного комплекса, в которой лаповые сошники расположены в три ряда с увеличенным расстоянием между рядами, трехрядная пружинная борона установлена с переменными углами атаки, а планчатый каток выполнен с наклонными планками и оснащен механизмом догрузки для работы в пассивном уплотняющем режиме. Разработанная схема позволяет упростить конструкцию, снизить металлоемкость и повысить качество посева.

Ключевые слова: культиватор комбинированный, комплекс посевной, сошник лаповый, компоновка, борона пружинная, каток планчатый, качество посева.

Для цитирования: Терёхин М. А., Польшваный Ю. В., Яшин А. В. Разработка компоновки посевного комплекса с лаповыми сошниками // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 24-29.

DEVELOPMENT OF THE LAYOUT FOR A SEEDING COMPLEX WITH TINE OPENERS

Mikhail A. Terekhin¹, Yuri V. Polyvyanyi², Alexander V. Yashin³

¹ «Radiozavod», Penza, Russia

^{2,3} Penza State Agrarian University, Penza, Russia

¹ m.a.terekhin@rf58.ru, <https://orcid.org/0009-0002-1619-9627>

² polyvyanyi.y.v@pgau.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7476-5178>

³ yashin.a.v@pgau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8184-6934>

The article presents the results of an analysis of the layout schemes of modern seeding complexes equipped with tine openers, specifically considering the design features of five domestic models. Based on the conducted analysis, a layout for a seeding complex is proposed, wherein the tine openers are arranged in three rows with increased spacing between the rows, the three-row spring tine harrow is set at varying attack angles, and the slatted roller is designed with inclined slats and equipped with a weight-transfer mechanism for operation in a passive compaction mode. The developed scheme allows for simplifying the design, reducing metal consumption, and improving seeding quality.

Keywords: combined cultivator, seeding complex, tine opener, layout, spring tine harrow, slatted roller, seeding quality.

For citation: Terekhin M. A., Polyvyany Y. V., & Yashin A. V. (2026). Development of the layout for a seeding complex with tine openers. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 24-29). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Высевающие агрегаты современных посевных комплексов с лаповыми сошниками по своей компоновочной схеме унаследовали конструктивные решения от предпосевных и стерневых комбинированных культиваторов [1]. Это обусловлено общей технологической задачей – создание оптимального семенного ложа с одновременным рыхлением, выравниванием и последующим обратным уплотнением почвы. Анализ модельного ряда таких машин, как Feat Agro Л [2], Salford 580 [3], SC «Клевер» [4], «Кузбасс» [5] и Agrator [6], позволяет выделить две основные компоновочные схемы.

Первая схема, реализованная в посевных комплексах Feat Agro Л (рис. 1, а), Salford 580 (рис. 1, б) и SC «Клевер» (рис. 1, в), характеризуется расположением лаповых сошников 3 в пять и более рядов на раме 1. Рама 1 в свою очередь располагается на опорных колесах 2, установленных в два ряда. За сошниками 3 последовательно установлена трехрядная пружинная борона 4 и трубчатый или планчатый каток 5, иногда применяемый в tandemном исполнении для повышения интенсивности воздействия на почву.

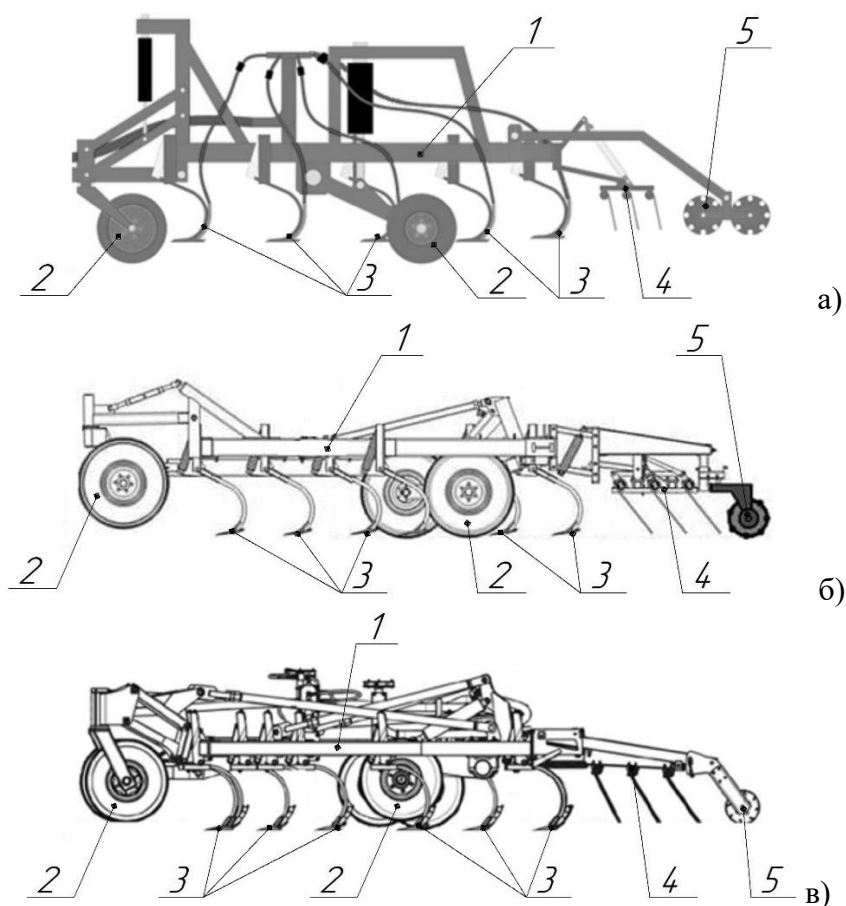


Рис. 1. Схемы компоновок посевных комплексов
а) Feat Agro Л, б) Salford 580, в) «Клевер» SC
1 – рама; 2 – колесо опорное;
3 – сошник лаповый; 4 – борона пружинная; 5 – каток

Лаповые сошники осуществляют подпочвенно-разбросной или ленточный посев, одновременно выполняя предпосевное рыхление почвы на заданную глубину. Большое количество рядов сошников обусловлено стремлением обеспечить равномерное распределение почвенных фракций после их прохода и минимизировать гребнистость, неизбежно возникающую при

работе каждого впередиидущего сошника. Кроме этого, такое расположение лаповых сошников снижает вероятность их забивания пожнивными остатками. Пружинная борона, расположенная следом за сошниками, выполняет функцию выравнивающего рабочего органа, т.к. она эффективно разрушает почвенные гребни, дополнительно измельчает комья и вычесывает растительные остатки, подготавливая однородную поверхность для последующего прикатывания. Каток завершает рабочий процесс высевающего агрегата, осуществляя прикатку посевов за счет уплотнения верхнего слоя почвы, создавая при этом капиллярную связь с влагой нижележащих почвенных горизонтов, а также обеспечивает выравнивание микрорельефа поверхности поля.

Вторая схема, применяемая в посевных комплексах «Кузбасс» (рис. 2, а) и Agrator (рис. 2, б), отличается расположением лаповых сошников 3 в три ряда на раме 1, наличием только передних опорных колес 2, а роль задних опорных колес при этом выполняет батарея прикатывающих колес 5. Аналогично первой схеме, за сошниками 3 установлена трехрядная пружинная борона 4, однако вместо катка в задней части агрегата смонтирована батарея прикатывающих пневматических колес 5, которая, в отличие от цельнометаллического катка, обеспечивает более гибкое и щадящее уплотнение почвы по ширине захвата агрегата, эффективно копируя поперечный рельеф поля. Это способствует формированию оптимальной по степени уплотнения структуры почвы и улучшению контакта семян с влагой. Расположение сошников 3 в три ряда в данной компоновке обеспечивает исключение забивания пожнивными остатками за счет значительно большего расстояния как между рядами сошников, так и между сошниками в ряду за счет применения более широких стрелчатых лап.

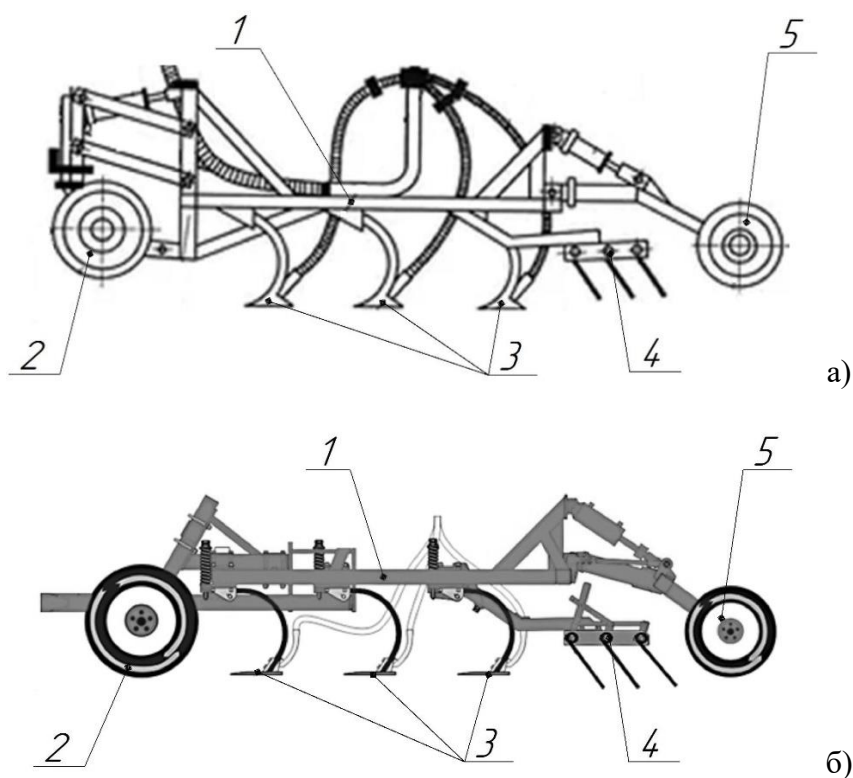


Рис. 2. Схемы компоновок посевных комплексов
 а) Кузбасс, Agrator (б):
 1 – рама; 2 – колесо опорное; 3 – сошник лаповый;
 4 – борона пружинная; 5 – батарея прикатывающих колес

С целью повышения интенсивности обработки почвы в конструкции культиваторов серии К производства «Ростсельмаш» применяется шлейф, также состоящий из трехрядной пружинной бороны и планчатого катка. Конструктивной особенностью данного культиватора является установка рядов борон под разными углами атаки: первый ряд – под углом 20° ,

второй – 25°, третий – 30°. Такое решение позволяет исключить необходимость индивидуальной регулировки положения пружинных борон и обеспечивает прогрессивное, более интенсивное рыхление и перемешивание почвы по ходу движения агрегата.

Планчатый каток культиватора серии К также обладает конструктивной особенностью, повышающей его универсальность и эффективность. Наклонное расположение планок позволяет использовать его в двух режимах – активном (рыхлящем, рис. 3, а) и пассивном (уплотняющем, рис. 3, б). Путем перестановки катка на 180° относительно направления движения, в зависимости от ориентации наклона планок, изменяется его воздействие на почву. В активном режиме планки входят в почву под острым углом, каток при этом производит дополнительное рыхление, что оптимально, например, для предпосевной обработки под пропашные культуры. В пассивном режиме каток работает тыльной стороной планок, обеспечивая качественное уплотнение и выравнивание, приближаясь по эффективности к тандемному катку или батарее прикатывающих колес, что важно при подготовке почвы под посев зерновых.

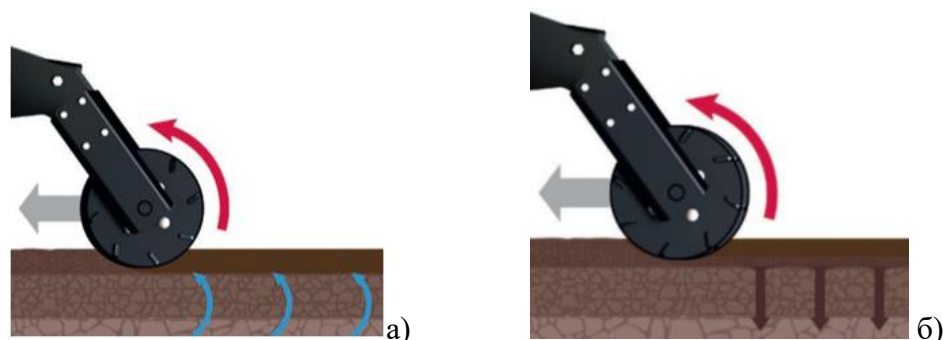


Рис. 3. Схема работы планчатого катка с наклонными планками культиваторов серии К производства Ростсельмаш в активном (а) и пассивном (б) режимах

На основании проведенного анализа нами предложена компоновка посевного комплекса с лаповыми сошниками. Она состоит из рамы 1 (рис. 4), на которой установлены лаповые сошники 2 и кронштейн 4, на котором в свою очередь размещаются трехрядная пружинная борона 5, рычаг 6 с механизмом догрузки 7 и планчатый каток 8. На наш взгляд с целью упрощения конструкции рамы 1 агрегата, снижения металлоемкости и уменьшения количества точек крепления сошников целесообразнее располагать лаповые сошники 2 в три ряда, но с увеличенным расстоянием между рядами. Это позволит сохранить равномерность обработки по ширине захвата, минимизируя при этом взаимное влияние соседних сошников и снижая общее тяговое сопротивление. В качестве заделывающих органов целесообразно применять трехрядную пружинную борону 5 как у большинства аналогичных машин, а в качестве прикатывающих рабочих органов – планчатый каток 8. Для интенсификации обработки почвы после прохода лаповых сошников 2 предлагается трехрядная пружинная борона 5, ряды которой установлены под разными углами атаки. Это обеспечивает высокоэффективное выравнивание гребнистости, оставленной сошниками, дополнительное рыхление поверхностного слоя и измельчение почвенных комков. Планчатый каток 8 в предлагаемой компоновке выполняется с наклонными планками и устанавливается в пассивный режим, ориентированный на уплотнение почвы. Для компенсации потенциально недостаточного давления собственной массы катка 8 и для обеспечения стабильного уплотнения почвы по всей ширине захвата, в конструкцию вводится пружинный механизм 7 догрузки катка. Данный механизм обеспечивает перенос части массы рамы 1 посевного агрегата на каток 8, что позволяет регулировать удельное давление на почву в широких пределах и адаптировать агрегат к различным почвенным условиям [7,8].

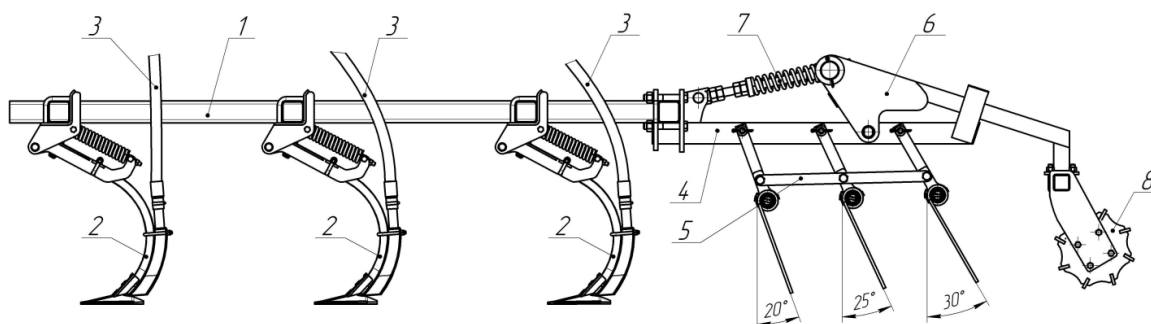


Рис. 4. Предлагаемая компоновка посевного комплекса с лаповыми сошниками:
 1 – рама; 2 – сошник лаповый; 3 – семяпровод; 4 – кронштейн; 5 – борона пружинная
 трехрядная; 6 – рычаг планчатого катка; 7 – механизм догрузки планчатого катка;
 8 – каток планчатый с наклонными планками

Технологический процесс работы предлагаемого посевного агрегата осуществляется следующим образом. При движении лаповые сошники 2, заглубляясь в почву, производят ее рыхление и формируют посевные борозды, в которые через семяпроводы 3 укладываются семена. Далее трехрядная пружинная борона 5 выравнивает почвенные гребни, образованные сошниками, равномерно укрывая семена почвой, интенсивно измельчает комья и вычесывает сорняки, создавая однородный и выровненный микрорельеф. Завершающую операцию выполняет планчатый каток 8 с наклонными планками, который, работая в пассивном режиме, уплотняет верхний слой почвы, обеспечивает надежный контакт семян с влагой.

Предлагаемая компоновка посевного комплекса с лаповыми сошниками, на наш взгляд, является технически обоснованной и эффективной, так как включает в себя технические решения ведущих производителей посевной и почвообрабатывающей техники. Трехрядная установка сошников с увеличенным шагом, применение трехрядной пружинной бороны с разными углами атаки боронок в рядах и использование догружаемого планчатого катка с наклонными планками в пассивном режиме позволяют достичь высоких агротехнических показателей при одновременном упрощении конструкции и снижении ее металлоемкости. Предложенная компоновка может быть рекомендована для реализации в новых моделях отечественных посевных комплексах.

Список источников

1. Обзор современных комбинированных культиваторов / Ю.В. Польшивный, М.А. Терехин, П.Н. Хорев, А.В. Яшин // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 30–31 мая 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 192-198. – EDN CQJGRR.
2. Посевные комплексы Feat Agro. Руководство по эксплуатации ПК Feat Agro РЭ. ООО «Агроцентр», г. Барнаул. – 211 с.
3. Посевная техника Salford. Проспект фирмы / Salford-Omsk, Russia; Iowa, USA; Ontario, Canada, 2014. – 28 с. [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://userdata.agro-server.ru/downloads/235782/salford-pnevmaticheskie-seyalki-4-pdf-1280311.pdf>.
4. Посевной комплекс SC-10200. Руководство по эксплуатации СК-102.00.000 РЭ. АО «Клевер», г. Ростов-на-Дону. – 64 с.
5. Посевной комплекс «Кузбасс» ПК-6,1; ПК-8,5; ПК-9,7; ПК-12,2. Руководство по эксплуатации. ООО «Агро», г. Кемерово, 2024. – 202 с.
6. Нуруллин, Э.Г. Энергосберегающие посевные комплексы «Агромастер» / Э.Г. Нуруллин, И.З. Исламов, И.М. Салахов // Труды международной научно-технической конференции Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – 2010. – Т. 2. – С. 151-156. – EDN PAAVQH.

7. Терехин, М.А. Анализ конструкций катков почвообрабатывающих машин / М.А. Терехин, А.В. Яшин, П.Н. Хорев // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 30–31 мая 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 263-267. – EDN RCUTJP.

8. Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С., Артамонов Е. И., Ерзамаев Н. М. Определение качественных показателей технологического процесса ярусной обработки почвы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10. № 1. С. 28-33. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-28-33.

References

1. Polyvyany, Yu. V., Terekhin, M.A., Khorev, P.N. & Yashin, A.V. (2025). [Review of modern combined cultivators]. In *Resource-saving technologies and technical means for the production of crop and livestock products: Collection of articles of the X International Scientific and Practical Conference, Penza, May 30–31, 2025* (pp. 192–198). Penza: Penza State Agrarian University (in Russ.).

2. Feat Agro seeding complexes. Operating manual. (n.d.). Barnaul: Agrocenter LLC (in Russ.).

3. Salford pneumatic seeders [Electronic resource]: company prospectus / Salford. (2014). Omsk; Iowa; Ontario. Retrieved from <https://userdata.agroserver.ru/downloads/235782/salford-pnevmaticheskie-seyalki-4-pdf-1280311.pdf>.

4. Seeding complex SC-10200. Operating manual. (n.d.). Rostov-on-Don: JSC Klever (in Russ.).

5. Seeding complex "Kuzbass" PK-6.1; PK-8.5; PK-9.7; PK-12.2. Operating manual. (2024). Kemerovo: Agro LLC (in Russ.).

6. Nurullin, E.G., Islamov, I.Z. & Salakhov, I.M. (2010). [Energy-saving seeding complexes "Agromaster"]. In Proceedings of the International Scientific and Technical Conference Energy Supply and Energy Saving in Agriculture (Vol. 2, pp. 151–156) (in Russ.).

7. Terekhin, M.A., Yashin, A.V. & Khorev, P.N. (2025). [Analysis of the designs of rollers for soil tillage machines]. In *Resource-saving technologies and technical means for the production of crop and livestock products: Collection of articles of the X International Scientific and Practical Conference, Penza, May 30–31, 2025* (pp. 263–267). Penza: Penza State Agrarian University (in Russ.).

8. Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., Artamonov, E. I. & Erzamaev, N. M. (2025). Determination of qualitative indicators of the technological process of longline tillage. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 10, 1, 28-33. (In Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-28-33.

Информация об авторах:

М. А. Терехин – кандидат технических наук, ведущий инженер;

Ю. В. Польшяный – кандидат технических наук, доцент;

А. В. Яшин – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой.

Information about the authors:

M. A. Terekhin – Candidate of Technical Sciences, Leading Engineer;

Yu. V. Polyvyany – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

A. V. Yashin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department.

Вклад авторов:

М. А. Терехин – создание черновика рукописи, визуализация;

Ю. В. Польшяный – редактирование рукописи, формулирование вывода;

А. В. Яшин – окончательная версия (доработка) рукописи.

Contribution of the authors:

M. A. Terekhin – manuscript draft creation, visualization;

Yu. V. Polyvyany – manuscript editing;

A. V. Yashin – final version (revision) of the manuscript.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АНКЕРНОГО СОШНИКА ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ РАБОТЫ ПО СТЕРНЕВОМУ ФОНУ

Михаил Александрович Терёхин¹, Павел Николаевич Хорев²

¹ «Радиозавод», Пенза, Россия

² Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

¹ m.a.terekhin@rf58.ru, <https://orcid.org/0009-0002-1619-9627>

² horev.p.n@pgau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0746-8592>

В статье проведен краткий обзор конструкций анкерных сошников, ориентированных на применение по минимальной и нулевой технологиям посева, на основании которого предложена модернизация анкерного сошника сеялки С-6ПС «Быстрица», направленная на обеспечение возможности качественного посева по полям с пожнивными остатками на поверхности. Представлена разработанная конструкция модернизированного анкерного сошника для сеялки С-6ПС «Быстрица», оснащенного прорезающим устройством в виде дискового ножа. Сделан вывод, что предложенное техническое решение эффективно, так как основано на положительном опыте ведущих производителей посевной техники.

Ключевые слова: анкерный сошник, сеялка С-6ПС «Быстрица», устройство прорезающее, нож дисковый, подвеска параллелограммная, посев, пожнивные остатки, давление на почву, модернизация.

Для цитирования: Терёхин М. А., Хорев П. Н. Модернизация анкерного сошника зерновой сеялки для обеспечения возможности работы по стерневому фону // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 30-35.

MODERNIZATION OF A GRAIN DRILL ANCHOR COULTER FOR ENABLING OPERATION IN STUBBLE CONDITIONS

Mikhail A. Terekhin¹, Pavel N. Khorev²

¹ Radiozavod, Penza, Russia

² Penza State Agrarian University, Penza, Russia

¹ m.a.terekhin@rf58.ru, <https://orcid.org/0009-0002-1619-9627>

² horev.p.n@pgau.ru

This article provides a brief overview of the designs of anchor openers designed for use with minimum-till and no-till technologies, based on which A proposed upgrade to the S-6PS Bystritsa seed drill's hoe coulter is aimed at ensuring high-quality seeding in fields with crop residue on the surface. The design of a modernized hoe coulter for the S-6PS Bystritsa seed drill, equipped with a disc knife-type cutting device, is presented. It is concluded that the proposed technical solution is effective, as it is based on the positive experience of leading seeding equipment manufacturers.

Keywords: hoe coulter, S-6PS Bystritsa seed drill, cutting device, disc knife, parallelogram suspension, seeding, crop residue, soil pressure, upgrade.

For citation: Terekhin M. A. & Khorev P. N. Modernization of the anchor coulter of a grain seeder to ensure the possibility of working on a stubble background. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 30-35). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Современные тенденции развития ресурсосберегающего земледелия, в частности технологии No-Till и Mini-Till, предъявляют повышенные требования к посевной технике, которая должна обеспечивать качественный посев по полям с сохраненной на поверхности стерней и пожнивными остатками [1]. Анализ конструкций анкерных сошников, предлагаемых ведущими производителями посевной техники, показывает, что для решения данной задачи успешно применяется оснащение сошников дисковыми ножами [2]. При этом используются два основных компоновочных решения: интегрированный в конструкцию сошника опорно-режущий узел и навесной дисковый нож. Так, конструкция анкерных сошников модели АКС-1 (рис. 1, а) [3], модели Turbo Shank Premium (рис. 1, б) [4], а также сошника сеялки С-6ПС2 «Быстрица» (рис. 1, в) [5,6] включают в себя опорно-режущий узел, в котором дисковый нож в сборе с рамочными колесами жестко связан с анкером и составляет с ним единую конструкцию. Такое решение обеспечивает синхронную работу ножа и анкера, однако усложняет конструкцию сошника.

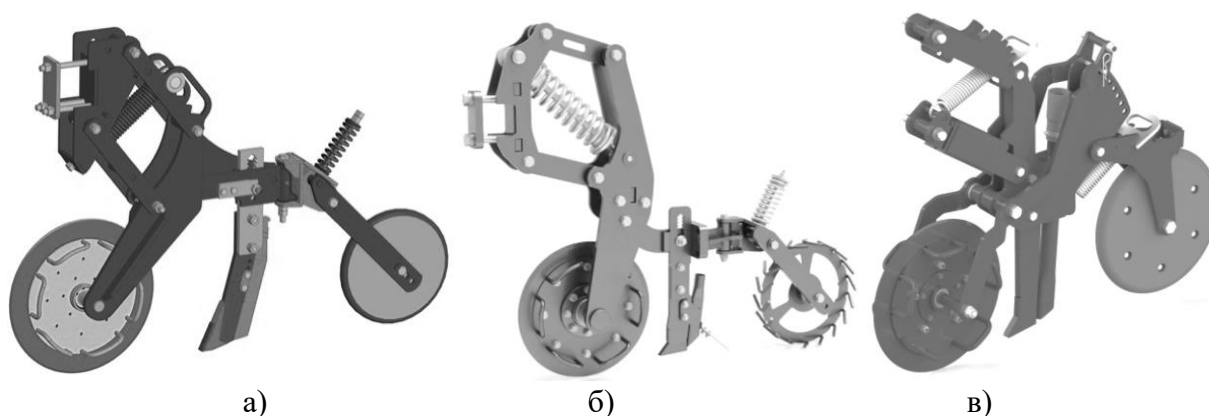


Рис.1. Анкерные сошники с опорно-режущим устройством:
а – модели АКС-1; б – модели Turbo Shank Premium;
в – сеялки С-6ПС2 «Быстрица»

Другое компоновочное решение, при котором дисковый нож устанавливается на отдельной пружинной подвеске перед анкером, реализовано в сошнике посевного комплекса Horsch AgroСоюз АТD (рис. 2, а), сошнике модели А-03А (рис. 2, б) [7,8] и одном из вариантов анкерного сошника сеялки СКП-2,1Д (рис. 2, в). Такая схема обеспечивает независимое копирование рельефа диском и анкером, но требует соответствующей конструкции рамы посевной машины, позволяющей разместить дисковый нож перед каждым сошником.

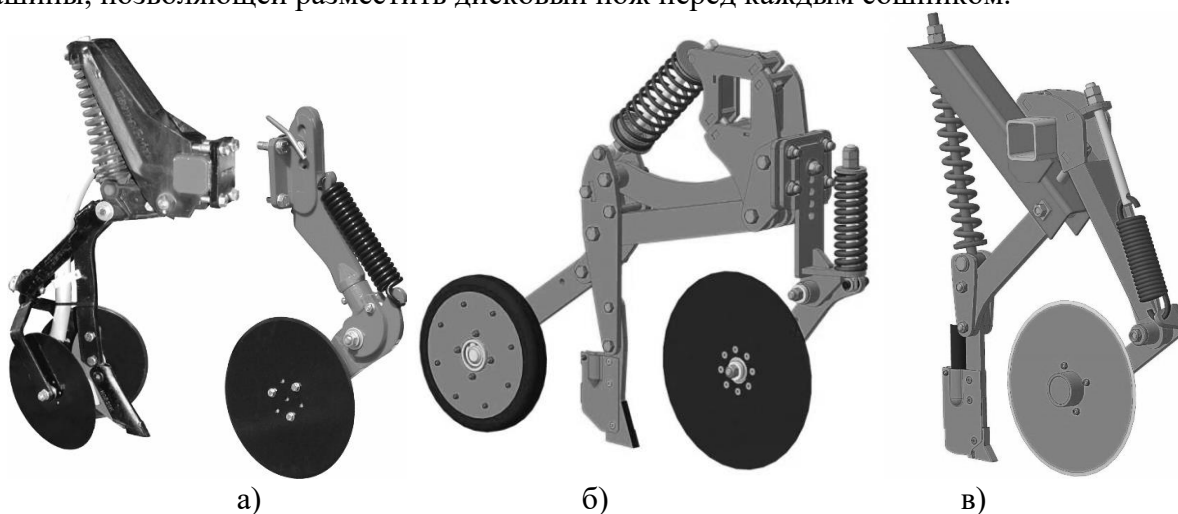


Рис.2. Анкерные сошники с дисковым ножом:
а – посевного комплекса Horsch AgroСоюз АТD;
б – модели А-03А; в – сеялки СКП-2,1Д

Базовый анкерный сошник сеялки С-6ПС «Быстрица», демонстрирующий высокие показатели качества посева семян зерновых культур по предварительно обработанной почве, не имеет в своей конструкции дискового ножа, что существенно ограничивает его технологические возможности и не позволяет эффективно работать в указанных условиях. В конструкции рамы сеялки С-6ПС «Быстрица» не предусмотрена возможность установки универсальных прорезающих рабочих органов перед каждым анкерным сошником, а возможна только их установка на передний брус (рис. 3), что обеспечивает прорезание стерни только перед анкерными сошниками второго ряда. Таким образом, при работе сеялки на полях с большим количеством пожнивных остатков, сошники первого и третьего рядов работают в неоптимальных условиях, что приводит к их забиванию стерней и стеблями растений.



Рис. 3. Общий вид прорезающих рабочих органов, установленных на сеялки С-6ПС перед анкерными сошниками второго ряда для посева по стерне подсолнечника

Таким образом, на наш взгляд актуальной задачей является разработка модификации базового анкерного сошника сеялки С-6ПС путем интеграции прорезающего устройства в виде дискового ножа непосредственно в его конструкцию. На основании анализа рассмотренных технических решений разработана конструкция модернизированного анкерного сошника для сеялки С-6ПС «Быстрица». Он состоит из корпуса 1 (рис. 4), который посредством кронштейна 2 и параллелограммного механизма, образованного верхним 3 и нижним 4 рычагами, размещается на раме сеялки.

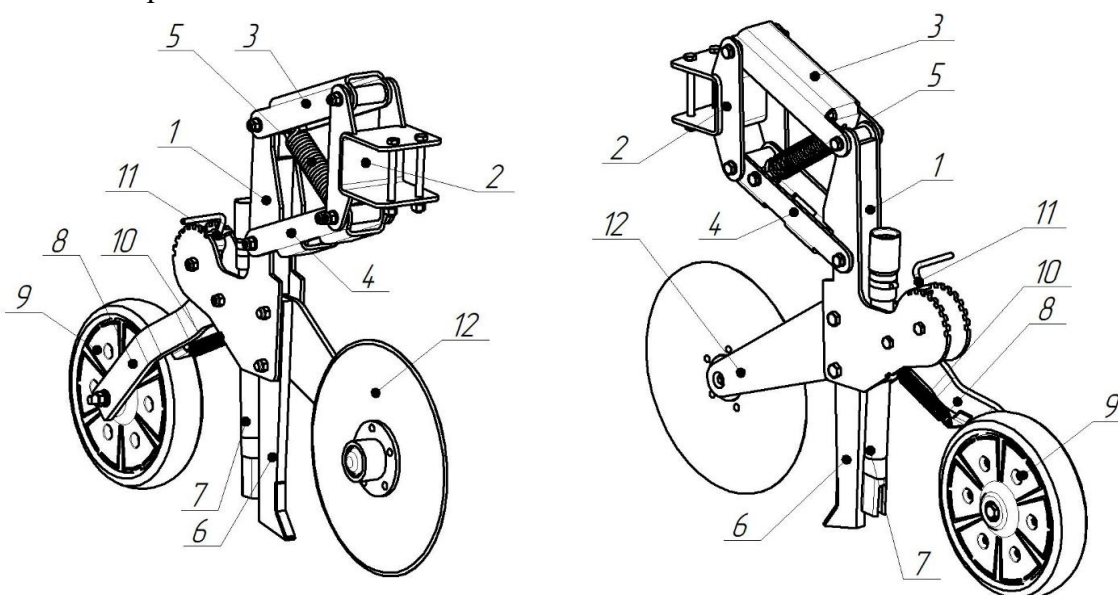


Рис. 4. Общий вид модернизированного анкерного сошника:
 1 – корпус; 2 – кронштейн; 3 – рычаг верхний; 4 – рычаг нижний; 5, 10 – пружина растяжения; 6 – анкер;
 7 – семяпровод; 8 – рычаг опорно-прикатывающего колеса; 9 – колесо опорно-прикатывающее;
 11 – механизм регулировочный; 12 – устройство прорезающее (нож дисковый)

Для обеспечения значительно большего давления на почву, требуемого для прорезания пожнивных остатков, в конструкции параллелограммного механизма предлагается применить пружину растяжения 5 повышенной жесткости, разместив ее между рычагами 3 и 4 таким образом, что в свободном положении сошника пружина 5 находится в нерастянутом состоянии, а ее растяжение осуществляется при заглублении сошника в почву за счет опускания рамы сеялки, причем чем ниже опускается рама, тем больше растягивается пружина 5, обеспечивая требуемое давление сошника и его прорезающего устройства на почву.

К корпусу 1 жестко крепится анкер 6, непосредственно за ним расположен семяпровод 7, обеспечивающий подачу высеваемого материала в борозду. Сошник оснащен опорно-прикатывающим колесом 9, установленным на рычаге 8, причем настройка глубины борозды осуществляется регулировочным механизмом 11, изменяющим положение колеса 9 относительно анкера 6. Для осуществления качественной прикатки семян в борозде между корпусом 1 и рычагом 8 расположена пружина 10. В передней части сошника на корпусе 1 непосредственно перед анкером 6 размещается прорезающее устройство 12.

Оно состоит из кронштейна 1 (рис. 5) с приваренной к нему осью 2, на которой с возможностью свободного вращения установлен дисковый нож 3 в сборе со ступицей. В качестве дискового ножа предлагается использовать стандартный диск от сошника сеялки СЗ-3,6 или С-6ПМ2 «Быстрица». Положение прорезающего устройства по высоте относительно анкера регулируется посредством перестановки нижнего крепежного болта в одно из отверстий 5, при этом верхний крепежный болт размещается в пазу 4. Возможность настройки прорезающего устройства по высоте позволяет согласовывать глубину прорезания стерни с глубиной хода сошника. Стоит отметить, что при настройке сошника на глубину высева до 6 см прорезающее устройство целесообразно установить в нижнее положение, а при глубине более 6 см – в верхнее.

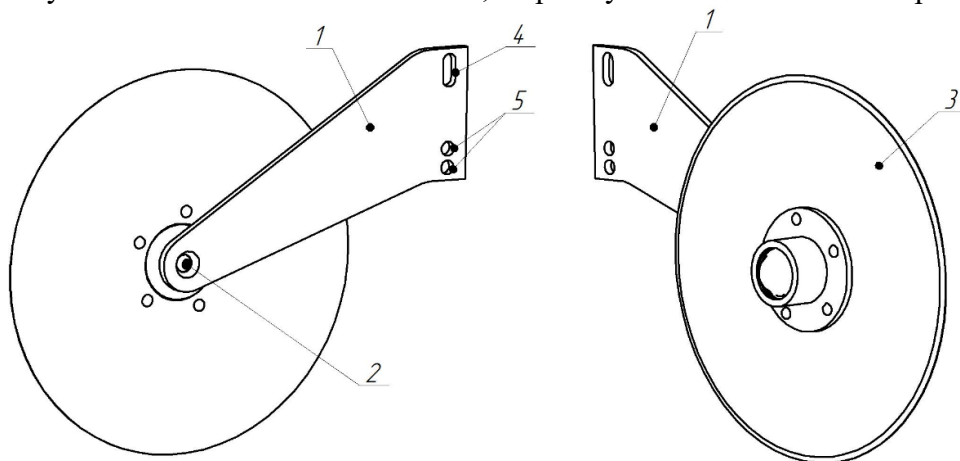


Рис.5. Общий вид прорезающего устройства:
1 – кронштейн; 2 – ось; 3 – нож дисковый в сборе со ступицей; 4 – паз; 5 – отверстия

Работа модернизированного анкерного сошника происходит следующим образом. Перед началом работы производят регулировку положения прорезающего устройства и опорно-прикатывающего колеса относительно анкера в зависимости от требуемой глубины высева семян (рис. 6, а, положения А, Б, В, Г). Сошник при этом занимает свободное положение (рис. 6, б, положение Д). Затем происходит опускание рамы сеялки из транспортного положения в рабочее, сошник при этом также занимает рабочее положение (промежуточное между положениями Д и Е на рис. 6, б), при этом пружина, размещенная между рычагами параллелограммного механизма, растягивается, что создает необходимое давление сошника на почву, обеспечивая возможность дисковому ножу выполнять свою функцию. При движении сеялки дисковый нож прорезающего устройства разрезает стерню и пожнивные остатки, обеспечивая беспрепятственное заглубление анкера в почву и исключая явление сгребания пожнивных остатков длинной фракции. Анкер образует борозду, на дно которой через семяпровод подаются семена. Опорно-прикатывающее колесо, перекатываясь по поверхности борозды, обеспечивает постоянство глубины хода сошника, осыпает стенки борозды и прикатывает семена к влажной почве.

При встрече дискового ножа и анкера с препятствием в почве (например, камнем) на них возникает сила реакции, передаваемая через корпус на рычаги параллелограммного механизма. Дисковый нож и анкер выглубляются из почвы, пружина при этом растягивается, рычаги параллелограммного механизма занимают горизонтальное положение (рис. 6, б, положение Е). После преодоления препятствия усилие от деформированной пружины возвращает сошник в рабочее положение.

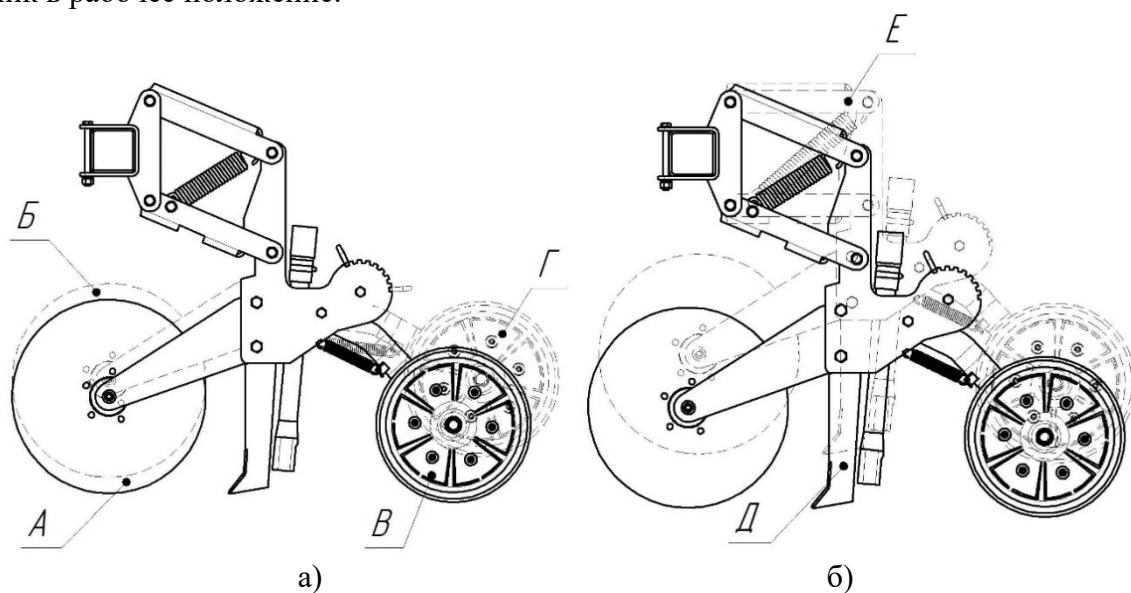


Рис. 6. Положения элементов сошника в работе:

а – изменение положения прорезающего устройства и опорно-прикатывающего колеса относительно анкера при настройке глубины высева; б – изменение положения сошника при выглублении из почвы при встрече с препятствием; А, Б – положение прорезающего устройства при минимальном и максимальном заглублении анкера в почву; В, Г – положение опорно-прикатывающего колеса при минимальном и максимальном заглублении анкера в почву; Д – положение сошника в свободном состоянии; Е – положение сошника при выглублении из почвы

На основании проведенного анализа конструкций анкерных сошников и выявленного недостатка базового сошника сеялки С-6ПС при работе по стерневому фону предложена его относительно простая, но эффективная модернизация. Она заключается в интеграции прорезающего устройства в виде дискового ножа в конструкцию базового анкерного сошника, что обеспечит прорезание стерни перед каждым сошником независимо от его расположения на раме сеялки. Для компенсации реакции почвы, создаваемой дисковым ножом, и обеспечения стабильного заглубления анкера на заданную глубину, в механизме подвески сошника предусмотрена установка более жесткой пружины, обеспечивающей давление сошника на почву в рабочем положении не менее 100 кг.

Предлагаемые мероприятия по модернизации анкерного сошника зерновой сеялки основаны на положительном опыте использования дисковых ножей в составе анкерных сошников большого количества производителей посевной техники. Таким образом, оснащение зерновой сеялки С-6ПС модернизированными сошниками позволит обеспечить возможность посева по стерне в соответствии с современными требованиями ресурсосберегающего земледелия. В свою очередь возможность быстрого демонтажа прорезающего устройства позволит сохранить возможность работы сеялки и по подготовленной почве.

Список источников

1. Милюткин, В. А. Преимущественные возможности зерновых сеялок с долотовидными (анкерными) сошниками для АПК РОССИИ / В. А. Милюткин, В. Э. Буксман // АгроЗооТехника. – 2021. – Т. 4, № 4. – DOI 10.15838/alt.2021.4.4.4. – EDN NENWON.
2. Мишуров Н.П., Щеголихина Т.А., Федоренко В.Ф., Манохина А.А. Сельскохозяйственная техника. Посевные и посадочные машины: кат. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 168 с.

3. Анкерные сошники компании «Агристо» [электронный ресурс]. Режим доступа: https://agristo.ru/Catalog/TechMain_Coulters_w_water.html
4. Anchor coulter Turbo Shank Premium [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agroline.kz/-/prodazha/soshniki/dlya-seyalki/Anchor-coulter-Turbo-Shank-Premium>
5. Патент на полезную модель № 234533 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/20. Универсальный копирующий анкерный сошник: заявл. 07.11.2024; опубл. 30.05.2025 / А. А. Тыкушин, М. А. Терехин, П. А. Косяков; заявитель Акционерное общество «Радиозавод». – EDN PEFOFN.
6. Терехин, М. А. Копирующий анкерный сошник зерновой сеялки «Быстрица» / М. А. Терехин, П. А. Косяков, А. А. Тыкушин // Сельский механизатор. – 2025. – № 10. – С. 14-15. – DOI 10.47336/0131-7393-2025-10-14-15. – EDN GIFKAD.
7. Анкерные сошники компании АПК «Интех» [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://apc-intech.ru/produkcija>
8. Ерзамаев М. П., Сазонов Д. С., Артамонов Е. И., Ерзамаев Н. М. Определение качественных показателей технологического процесса ярусной обработки почвы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10. № 1. С. 28-33. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-28-33.

References

1. Milyutkin, V. A. & Buksman, V. E. (2021). [Anchor coulters for the agro-industrial complex of Russia]. *AgroZooTekhnika*, 4(4). doi: 10.15838/alt.2021.4.4.4 (in Russ.).
2. Mishurov, N. P., Shchegolikhina, T. A., Fedorenko, V. F. & Manokhina, A. A. (2022). *Agricultural Machinery. Seeding and Planting Machines: Catalogue*. Moscow: Russian Informagrotech (in Russ.).
3. Anchor coulters of the company "Agristo" (n.d.). Retrieved from https://agristo.ru/Catalog/TechMain_Coulters_w_water.html (in Russ.).
4. Anchor coulter Turbo Shank Premium (n.d.). Retrieved from <https://agroline.kz/-/prodazha/soshniki/dlya-seyalki/Anchor-coulter-Turbo-Shank-Premium>
5. Tyukushin, A. A., Terekhin, M. A. & Kosyakov, P. A. (2025). Universal Copying Anchor Coulter. Patent No. 234533 U1 Russian Federation, IPC A01C 7/20. Patent holder: Joint Stock Company "Radiozavod" (in Russ.).
6. Terekhin, M. A., Kosyakov, P. A. & Tyukushin, A. A. (2025). Copying anchor coulter of the "Bystritsa" grain seeder. *Selsky Mekhanizator [Rural Mechanizator]*, (10), 14–15. doi: 10.47336/0131-7393-2025-10-14-15 (in Russ.).
7. Anchor coulters of the company APC "Intekh" (n.d.). Retrieved from <https://apc-intech.ru/produkcija> (in Russ.).
8. Erzamaev, M. P., Sazonov, D. S., Artamonov, E. I. & Erzamaev, N. M. (2025). Determination of qualitative indicators of the technological process of longline tillage. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 1, 28-33. (In Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-1-28-33.

Информация об авторах:

М. А. Терехин – кандидат технических наук, ведущий инженер;
 П. Н. Хорев – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

M. A. Terekhin – Candidate of Technical Sciences, Lead Engineer;
 P. N. Khorev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов:

М. А. Терехин – создание черновика рукописи, визуализация;
 П. Н. Хорев – окончательная версия (доработка) рукописи и ее редактирование.

Contribution of the authors:

M. A. Terekhin – drafting the manuscript and visualization;
 P. N. Khorev – final version (revision) of the manuscript and editing.

ОБЗОР МЕХАНИЧЕСКИХ СЕЯЛОК ДЛЯ РЯДОВОГО ПОСЕВА

Ангелина Сергеевна Минина¹, Сергей Александрович Иванайский²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹mininaangelina7@yandex.ru, <https://orcid.org/000>

²isa.7777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-685>

В данной статье представлен краткий обзор на наиболее популярные механические сеялки для рядового посева отечественного и зарубежного производства, а так же рассмотрены преимущества и недостатки механических сеялок.

Ключевые слова: механические сеялки, рядовой посев, норма высева.

Для цитирования: Минина А. С., Иванайский С. А. Обзор механических сеялок для рядового посева // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 36-41.

REVIEW OF MECHANICAL SEEDERS FOR ROW PLANTING

Angelina S. Minina¹, Sergey A. Ivanayskiy²

^{1,2}Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹mininaangelina7@yandex.ru, <https://orcid.org/000>

²isa.7777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-685>

This article provides a brief review of the most popular mechanical seeders for row planting, both domestic and foreign-made, and also examines the advantages and disadvantages of mechanical seeders.

Keywords: mechanical seeders, row planting, seeding rate.

For citation: Minina A. S. & Ivanayskiy S. A. (2026). Review of mechanical seeders for row planting. Technologies, machines and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 36-41) Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Посев – один из наиболее важных этапов в работе агропромышленного комплекса. От качества заделки семян в почву в значительной мере зависят их всхожесть и развитие растений. В данный момент времени свою популярность сохраняют механические сеялки в силу своей надежности и простоты. Дозирование семян в таких сеялках осуществляется при помощи катушечного аппарата, из которого посевной материал самотеком поступает по семяпроводам к сошнику.

Известно большое количество механических сеялок, предназначенных для рядового посева, отечественного и зарубежного производства. Большую значимость в РФ получила сеялка СЗ-3,6, а так же ее модификация - сеялка СЗ-5,4.

Сеялка зерновая СЗ-5,4 предназначена для рядового посева семян зерновых культур, и других культур близких к зерновым по размерам и нормам высева (рис, просо, гречиха), по подготовленной почве с одновременным внесением гранулированных минеральных удобрений. Сеялка оснащена двухдисковыми сошниками со смещением. Благодаря такой конструкции сошников исключается их забивание пожнивными остатками, а грунт не налипает, что

позволяет работать по влажным почвам. Так же в зависимости от модификации сеялка может быть оснащена пальцевыми загортачами или обрезаемыми катками, которые гарантируют равномерность всходов.

Норма высева контролируется за счет регулировки длины рабочей катушки, групповой регулировки клапанов высевающих аппаратов и изменения частоты вращения вала высевающих аппаратов с помощью шестиступенчатого редуктора. Так же в зависимости от модификации сеялки норма высева может регулироваться с помощью бесступенчатого вариатора. Вариатор помогает легко и быстро произвести регулировку нормы высева в широком диапазоне, гарантируя точную настройку нормы высева семян различных культур, включая мелкосемянные.

Технические характеристики сеялки: ширина захвата - 5,4 м; количество сошников - 36 шт.; ширина междурядий - 15 см; норма высева: для семян - 15-400, для удобрений - 25-200; глубина заделки семян и удобрений - 40-80 мм; рабочая скорость - 9-12 км/ч; производительность - 4,9-6,5 га/ч.



Рис. 1. Внешний вид сеялки СЗ-5,4.

Так же обрели свою популярность сеялки от зарубежных производителей, наиболее значимой из которых стала сеялка Amazone D9 от немецкой компании Amazonen-Werke.

Сеялка Amazone D9 предназначена для посева всех видов сельскохозяйственных культур рядовым способом. Оснащена анкерным сошником, который подходит для обычного посева и при небольшом количестве соломы. Носок сошника изготовлен из отбеленного чугуна, благодаря чему становится долговечным.

Дисковые сошники “RoTeC” оснащены чистящими дисками, которые ограничивают глубину хода, так же позволяя устанавливать глубину заделки семян без применения инструментов. Сошники подходят для мульчированного посева, они не забиваются при большом количестве соломы. Эластичный пластиковый диск защищает высевающий диск от налипания почвы, регулирует глубину заделки семян. Сеялка снабжена бесступенчатым редуктором типа Variö, который не требует технического обслуживания и при помощи рукоятки легко и точно переключается. Высевающие катушки заполняются преимущественно сверху, подобно ячеевому дозатору. Отклонения между установкой сеялки на норму высева и фактической нормой высева не возникают.

Сеялка Amazone D9 выпускается в разных модификациях для разного типа хозяйств, в зависимости от ширины захвата, объема бункера и количества сошников: для небольших предприятий, для средних хозяйств и для крупных агрофирм.



Рис. 2 - Внешний вид сеялки Amazone D9.

Еще одной не менее важной сеялкой от зарубежного производителя стала сеялка Great Plains 2SF30, предназначенная для посева зернобобовых и травяных культур с одновременным внесением удобрений. Сеялка оснащена высевными катушками и механическим приводом, благодаря чему обеспечивается аккуратный и точный посев. Сошники со смещенными осями обеспечивают отличное разрезание грунта, а семяпровод с резиновым уплотнителем бережно подает зерно на дно борозды. 4-х скоростная коробка скоростей обеспечивает превосходное изменение и поддержание норм высева большого количества видов и размеров семян. Счетчик гектаров ведет подсчет количества высеянной площади. Сеялка так же выпускается в разной комплектации в зависимости от количества сошников, ширины захвата и т.д.



Рис. 3 - Внешний вид сеялки Great Plains 2SF30.

Сейчас у многих сельхоз производителей возникает вопрос при выборе сеялки: механическая или пневматическая? Механические сеялки одни из самых простых и надёжных типов посевных агрегатов, которые активно пользуются спросом на протяжении многих лет. Пневматические сеялки, в которых отбор семян происходит с помощью вакуума, известны высокой точностью высева и высокой скоростью работы.

Преимущества механических сеялок:

1. простота конструкции и обслуживания
2. универсальность: такие сеялки могут использоваться для посева различных видов культур
3. невысокая стоимость: механические сеялки значительно дешевле пневматических
4. масса механических сеялок меньше, чем у пневматических, поэтому их можно агрегатировать с тракторами разных классов, в том числе со слабой мощностью двигателей
5. механическая сеялка меньше повреждает семена.

Недостатки механических сеялок:

1. менее точный высев, чем у пневматических сеялок
2. посев занимает больше времени, чем на пневматических сеялках
3. механическая сеялка нуждается в постоянном внимании механизатора к содержанию бункера, поскольку его неравномерная раздача ведет к просевам.
4. транспортная ширина механической сеялки равна ее рабочей ширине, что делает ее конструкцию сложнее и требует от механизатора больших практических навыков для приведения сеялки в транспортное и рабочее положения.

Сеялки являются ключевыми инструментами в современном агрокомплексе. Выбор подходящих агрегатов зависит от масштабов хозяйства, видов выращиваемых культур и уровня автоматизации. Механические сеялки – это универсальные машины, которые славятся своей надежностью и являются доступным решением для большинства агрофирм. Благодаря возможности работы со сцепкой, подходят как для малых, так и для крупных хозяйств.

Список источников

1. Парфенов О.М., Иванайский С.А. Система для дифференцированного посева зерновых [Текст] / О.М. Парфенов, С.А. Иванайский // Сборник научных трудов Международной межвузовской научно-практической конференции: Инновационные достижения науки и техники АПК. - Кинель, 2017. С. 693-697.
2. Патент №2143112, Рос. Федерация, МПК G01N 33/24 (1995.01), A01B 79/00 (1995.01) Способ определения толщины гумусного слоя почвенного покрова [Текст] / А.И. Канаев, Ю.В. Ларионов, Б.А. Иралиев, С.А. Иванайский, Ю.А. Савельев; заявитель и патенто-обладатель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия. - № 98108109/13; заявл. 29.04.1998; опубл. 20.12.1999. - 7 с.)
3. Иванайский С.А. Разработка комбинированных рабочих органов для поверхностной обработки почвы [Текст] / С.А. Иванайский, А.Н. Зотов, В.П. Берестов В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2018. С. 392-396.
4. Иванайский С.А., Канаев М.А., Иванайский М.С. Разработка комбинированного активного рабочего органа [Текст] / С.А. Иванайский, М.А. Канаев, М.С. Иванайский В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2019. С. 386-389.
5. Ли А.Е., Иванайский С.А. Технические параметры оборудования для химического опрыскивания в целях борьбы с вредителями и болезнями в лесных питомниках [Текст] / А.Е. Ли, С.А. Иванайский В сборнике: Научные основы развития АПК. Сборник научных трудов по материалам XXVI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Томск- Новосибирск, 2024. С. 43-48.
6. Иванайский С.А., Парфенов О.М., Васильев С.А. Комбинированное орудие и технологический процесс поверхностной обработки почвы [Текст] / С.А. Иванайский, О.М. Парфенов, С.А. Васильев В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель, 2025. С. 283-289.
7. Иванайский С.А., Парфенов О.М., Васильев С.А. Разработка конструкции комбинированного рабочего органа [Текст] / С.А. Иванайский, О.М. Парфенов, С.А. Васильев В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель, 2024. С. 271-276.
8. Патент № 2288564 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/16. Высевающий аппарат : № 2005112647/12 : заявл. 26.04.2005 : опубл. 10.12.2006 / Н. П. Крючин, Ю. В. Ларионов, А. М. Петров, С. В. Сафонов ; заявитель Самарская государственная сельскохозяйственная академия.

9. Justification of optimal design and technological parameters of needle discs of the combined working body. Petrov A.M., Ivanayskiy S.A., Kanaev M.A., Parfyonov O.M., Ivanayskiy M.S. В сборнике: BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). EDP Sciences, 2020. С. 00016.

10. Кравцов А. В., Коновалов В. В., Кухмазов К. З., Зайцев В. Ю. Функциональная схема посевного агрегата на основе сеялки с пневматическим высевом // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 36-44. doi: 10.12737/36528.

References

1. Parfenov O.M., Ivanaysky S.A. System for differentiated sowing of grain [Text] / O.M. Parfenov, S.A. Ivanaysky // Collection of scientific papers of the International interuniversity scientific and practical conference: Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex. - Kinel, 2017. Pp. 693-697.

2. Patent No. 2143112, Russian Federation. Federation, IPC G01N 33/24 (1995.01), A01B 79/00 (1995.01) Method for Determining the Thickness of the Humus Layer of the Soil Cover [Text] / A.I. Kanaev, Yu.V. Larionov, B.A. Iraliev, S.A. Ivanaysky, Yu.A. Savelyev; applicant and patent holder: Samara State Agricultural Academy. - No. 98108109/13; application dated 04/29/1998; published 12/20/1999. - 7 p.)

3. Ivanaysky S.A. Development of combined working bodies for surface tillage [Text] / S.A. Ivanaysky, A.N. Zotov, V.P. Berestov In the collection: Innovative achievements of science and technology of the agroindustrial complex. Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference. 2018. Pp. 392-396.

4. Ivanaysky S.A., Kanaev M.A., Ivanaysky M.S. Development of a Combined Active Working Body [Text] / S.A. Ivanaysky, M.A. Kanaev, M.S. Ivanaysky In the collection: Innovative Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. Collection of Scientific Papers of the International Scientific and Practical Conference. 2019. P. 386-389.

5. Li A.E., Ivanaysky S.A. Technical parameters of equipment for chemical spraying in order to control pests and diseases in forest nurseries [Text] / A.E. Li, S.A. Ivanaysky In the collection: Scientific foundations of the development of the agro-industrial complex. Collection of scientific papers based on the materials of the XXVI All-Russian (national) scientific and practical conference of students, postgraduate students and young scientists with international participation. Tomsk-Novosibirsk, 2024. Pp. 43-48.

6. Ivanaysky S.A., Parfenov O.M., Vasilyev S.A. Combined Tool and Technological Process of Surface Tillage [Text] / S.A. Ivanaysky, O.M. Parfenov, S.A. Vasilyev In the collection: Innovative Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. Collection of Scientific Papers of the International Scientific and Practical Conference. Kinel, 2025. P. 283-289.

7. Ivanaysky S.A., Parfenov O.M., Vasilyev S.A. Development of the design of a combined working body [Text] / S.A. Ivanaysky, O.M. Parfenov, S.A. Vasilyev In the collection: Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex. Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference. Kinel, 2024. P. 271-276.

8. Patent No. 2288564 C1, Russian Federation, IPC A01C 7/16. Seeding apparatus: No. 2005112647/12, filed on April 26, 2005, published on December 10, 2006 / N. P. Kryuchin, Yu. V. Larionov, A. M. Petrov, and S. V. Safonov; applicant: Samara State Agricultural Academy.

9. Justification of optimal design and technological parameters of needle discs of the combined working body Petrov A.M., Ivanayskiy S.A., Kanaev M.A., Parfyonov O.M., Ivanayskiy M.S. В сборнике: BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). EDP Sciences, 2020. С. 00016.

10. Kravtsov, A. V., Konovalov, V. V., Kuchmasov, K. S. & Zaitsev, V. Yu. (2020). Functional diagram of the sowing unit based on a pneumatically operated seeder. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 36-44. (In Russ.). doi: 10.12737/36528.

Информация об авторах:

С. А. Иванайский – кандидат технических наук, доцент;

А. С. Минина – студент.

Information about the authors:

S. A. Ivanayskiy – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

A. S. Minina – student.

Вклад авторов:

С. А. Иванайский – написание статьи;

А. С. Минина – написание статьи.

Contribution of the authors:

S. A. Ivanayskiy – scientific management;

A. S. Minina – scientific management.

Обзорная статья

УДК 631 331

ВЫСЕВАЮЩИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПОСЕВА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ КУЛЬТУР

Максим Владимирович Никонов¹, Сергей Александрович Иванайский²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹maksim_nikinov1994@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-4766-8994>

²isa.7777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-685>

В данной статье рассматриваются различные посевные агрегаты для посева промежуточных культур (сидератов), для улучшения состава почвы перед основной посадкой.

Ключевые слова: сеялка, культуры, семена, пневмовысев.

Для цитирования: Никонов М. В., Иванайский С. А. Высевающие приспособления для посева промежуточных культур // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 41-46.

SEEDING DEVICES FOR SOWING INTERMEDIATE CROPS

Maksim V. Nikonov¹, Sergey A. Ivanaisky²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹maksim_nikinov1994@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

² isa.7777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-685>

This article discusses various sowing units for sowing intermediate crops (siderates) to improve the soil composition before the main planting.

Keywords: seed drill, crops, seeds.

For citation: Nikonov M. V. & Ivanaisky S. A. (2026). Sowing devices for sowing intermediate crops // Technologies, machinery and equipment in agriculture. Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.) 2026. С. 41-46.

Сидераты – это растения, которые выращивают не для сбора урожая, а для улучшения состава почвы под будущие посевы. Их сеют между основными культурами или в межсезонье, после чего заделывают в почву [2,3,4].

Почвообрабатывающие агрегаты и навесные приспособления для посадки сидератов находятся в тесной технологической и конструктивной взаимосвязи, обеспечивая эффективную реализацию приёмов биологизации земледелия. Их совместное использование позволяет оптимизировать подготовку почвы, повысить её плодородие и сократить затраты на обработку полей. Почвообрабатывающий агрегат (например, роторный плуг или культиватор) подготавливает почву: рыхлит, измельчает пожнивные остатки и создаёт благоприятные условия для посева. Навесное приспособление – сеялка или посевной аппарат – сразу после или даже **одновременно** с обработкой вносит семена сидератов. Это достигается в **комбинированных агрегатах**, где на одной раме установлены и рабочие органы для обработки, и семенной ящик с сошниками. [6,7,8].

Пневматическая сеялка AMAZONE GreenDrill (рис.1) – это универсальное навесное устройство, разработанное для эффективного посева промежуточных культур одновременно с основной агротехнической операцией. Агрегируется с различными почвообрабатывающими агрегатами, а именно культиваторы, бороны, фрезерные культиваторы. Бункер доступен в двух вариантах — на 200 и 500 литров, что позволяет гибко подстраиваться под объёмы работы. Равномерное распределение семян по полю обеспечивается либо через распределительные диски, либо с помощью специальной консоли. Посев возможен как через высевной сошник напрямую, так и через отдельный патрубок, что расширяет технологические возможности при разных схемах обработки.



Рис.1. Пневматическая сеялка AMAZONE GreenDrill

Компактная пневмосеялка Farmet Micro Drill для точного внесения трав и сидератов (рис.2) – это специализированная установка для посева промежуточных культур и многолетних трав. Она легко интегрируется в линейку техники Farmet и подходит для агрегатов с рабочей шириной от 2,1 до 12 метров. Выбор вентилятора зависит от ширины захвата и типа высеваемого материала, что гарантирует точную дозировку и равномерное распределение. Удобно расположенный бункер объёмом 200 литров выполнен из прочного материала и обеспечивает лёгкий доступ при загрузке и обслуживании, упрощая эксплуатацию в полевых условиях. [1,7]



Рис.2. Компактная пневмосеялка Farnet Micro Drill

Электрический пневмораспределитель от SelAgro – универсальное решение для внесения семян и удобрений (рис.3) предназначен для точного высева сидератов, промежуточных и основных культур, а также гранулированных минеральных удобрений. Ширина внесения регулируется в диапазоне от 1 до 8 метров, что делает устройство гибким в использовании. Бункер изготовлен из светостабилизированного, морозо- и ударопрочного полимерного PVC, устойчивого к агрессивным условиям. Дозирование осуществляется катушечным дозатором, обеспечивающим стабильный поток материала. Возможность установки спереди трактора и отсутствие механического привода позволяют совмещать посев с обработкой почвы, внесением удобрений и защитой растений без простоев и лишних проходов по полю [1,5].



Рис.3. Электрический пневмораспределитель от SelAgro

Высевающий модуль Alfa Drill – для комплексной обработки за один проход (рис.4) это высокопроизводительный посевной модуль, разработанный для одновременного выполнения нескольких задач: обработки почвы, посева основных и промежуточных культур, подсева трав и внесения удобрений. Ёмкость бункера варьируется от 400 до 800 литров, что обеспечивает длительную работу без дозагрузки. Устройство монтируется непосредственно на раму почвообрабатывающих или посевных агрегатов. Благодаря интеграции в технологический процесс, Alfa Drill позволяет за один проход не только обработать почву (рыхление, лушение стерни), но и засеять сидераты или внести подкормку в междурядья, повышая эффективность использования техники и сокращая сроки полевых работ.[4,8-10]



Рис.4. Высевной модуль Alfa Drill

Выводы и предложения

Почвообрабатывающие агрегаты и навесные посевные устройства для сидератов образуют **единый технологический контур**, где каждый элемент усиливает эффективность другого. Современные решения – от пневматических сеялок до электрических распределителей – позволяют перейти от последовательных операций к **синхронной, точной и ресурсосберегающей агротехнике**. Это не просто улучшение производительности – это переход к **умному земледелию**, где почва обрабатывается меньше, но работает лучше.

Список источников

1. Парфенов О.М., Иванайский С.А. Система для дифференцированного посева зерновых [Текст] / О.М. Парфенов, С.А. Иванайский // Сборник научных трудов Международной межвузовской научно-практической конференции: Инновационные достижения науки и техники АПК. - Кинель, 2017. С. 693-697.
2. Патент №2143112, Рос. Федерация, МПК G01N 33/24 (1995.01), A01B 79/00 (1995.01) Способ определения толщины гумусного слоя почвенного покрова [Текст] / А.И. Канаев, Ю.В. Ларионов, Б.А. Иралиев, С.А. Иванайский, Ю.А. Савельев; заявитель и патентообладатель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия. - № 98108109/13; заявл. 29.04.1998; опубл. 20.12.1999. - 7 с.)
3. Иванайский С.А. Разработка комбинированных рабочих органов для поверхностной обработки почвы [Текст] / С.А. Иванайский, А.Н. Зотов, В.П. Берестов В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2018. С. 392-396.
4. Иванайский С.А., Канаев М.А., Иванайский М.С. Разработка комбинированного активного рабочего органа [Текст] / С.А. Иванайский, М.А. Канаев, М.С. Иванайский В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2019. С. 386-389.
5. Ли А.Е., Иванайский С.А. Технические параметры оборудования для химического опрыскивания в целях борьбы с вредителями и болезнями в лесных питомниках [Текст] / А.Е. Ли, С.А. Иванайский В сборнике: Научные основы развития АПК. Сборник научных трудов по материалам XXVI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Томск- Новосибирск, 2024. С. 43-48.
6. Иванайский С.А., Парфенов О.М., Васильев С.А. Комбинированное орудие и технологический процесс поверхностной обработки почвы [Текст] / С.А. Иванайский, О.М. Парфенов, С.А. Васильев В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК.

Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель, 2025. С. 283-289.

7. Иванайский С.А., Парфенов О.М., Васильев С.А. Разработка конструкции комбинированного рабочего органа [Текст] / С.А. Иванайский, О.М. Парфенов, С.А. Васильев В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель, 2024. С. 271-276.

8. Курбаков И. И., Иншаков А. П., Кувшинов А. Н., Дронов В. О., Курбакова М. С. Разработка тренажера для формирования компетенций управления мобильной сельскохозяйственной техникой // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10. № 3. С. 37-43. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-37-43.

9. Крючин, Н. П. Анализ пневматического транспортирования семян в сеялках централизованного высева / Н. П. Крючин, А. П. Горбачев // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – С. 46-49. – EDN DFKDKG.

10. Justification of optimal design and technological parameters of needle discs of the combined working body. Petrov A.M., Ivanayskiy S.A., Kanaev M.A., Parfyonov O.M., Ivanayskiy M.S. В сборнике: BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). EDP Sciences, 2020. С. 00016.

References

1. Parfenov O.M., Ivanaysky S.A. System for differentiated sowing of grain [Text] / O.M. Parfenov, S.A. Ivanaysky // Collection of scientific papers of the International interuniversity scientific and practical conference: Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex. - Kinel, 2017. Pp. 693-697.

2. Patent No. 2143112, Russian Federation. Federation, IPC G01N 33/24 (1995.01), A01B 79/00 (1995.01) Method for Determining the Thickness of the Humus Layer of the Soil Cover [Text] / A.I. Kanaev, Yu.V. Larionov, B.A. Iraliev, S.A. Ivanaysky, Yu.A. Savelyev; applicant and patent holder: Samara State Agricultural Academy. - No. 98108109/13; application dated 04/29/1998; published 12/20/1999. - 7 p.)

3. Ivanaysky S.A. Development of combined working bodies for surface tillage [Text] / S.A. Ivanaysky, A.N. Zotov, V.P. Berestov In the collection: Innovative achievements of science and technology of the agroindustrial complex. Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference. 2018. Pp. 392-396.

4. Ivanaysky S.A., Kanaev M.A., Ivanaysky M.S. Development of a Combined Active Working Body [Text] / S.A. Ivanaysky, M.A. Kanaev, M.S. Ivanaysky In the collection: Innovative Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. Collection of Scientific Papers of the International Scientific and Practical Conference. 2019. P. 386-389.

5. Li A.E., Ivanaysky S.A. Technical parameters of equipment for chemical spraying in order to control pests and diseases in forest nurseries [Text] / A.E. Li, S.A. Ivanaysky In the collection: Scientific foundations of the development of the agro-industrial complex. Collection of scientific papers based on the materials of the XXVI All-Russian (national) scientific and practical conference of students, postgraduate students and young scientists with international participation. Tomsk-Novosibirsk, 2024. Pp. 43-48.

6. Ivanaysky S.A., Parfenov O.M., Vasilyev S.A. Combined Tool and Technological Process of Surface Tillage [Text] / S.A. Ivanaysky, O.M. Parfenov, S.A. Vasilyev In the collection: Innovative Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. Collection of Scientific Papers of the International Scientific and Practical Conference. Kinel, 2025. P. 283-289.

7. Ivanaysky S.A., Parfenov O.M., Vasilyev S.A. Development of the design of a combined working body [Text] / S.A. Ivanaysky, O.M. Parfenov, S.A. Vasilyev In the collection: Innovative

achievements of science and technology of the agro-industrial complex. Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference. Kinel, 2024. P. 271-276.

8. Kurbakov, I. I., Inshakov, A. P., Kuvshinov, A. N., Dronov, V. O. & Kurbakova, M. S. (2025). Development of a simulator for the formation of mobile agricultural machinery management competencies. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 3, 37-43. (In Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-37-43.

9. Kryuchin, N. P. Analysis of Pneumatic Seed Transporting in Centralized Seeding Seeders / N. P. Kryuchin, A. P. Gorbachev // Operation of Automotive and Agricultural Machinery: Experience, Problems, Innovations, and Prospects : Collection of Articles from the IV International Scientific and Practical Conference, Penza: Penza State Agrarian University, 2019. – Pp. 46-49.

10. Justification of optimal design and technological parameters of needle discs of the combined working body Petrov A.M., Ivanayskiy S.A., Kanaev M.A., Parfyonov O.M., Ivanayskiy M.S. В сборнике: BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). EDP Sciences, 2020. С. 00016.

Информация об авторах:

С. А. Иванайский – кандидат технических наук, доцент;

М. В. Никонов – студент.

Information about the authors:

S. A. Ivanayskiy – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

M. V. Nikonov – student.

Вклад авторов:

С. А. Иванайский – написание статьи;

М. В. Никонов – написание статьи.

Contribution of the authors:

S. A. Ivanayskiy – writing articles;

M. V. Nikonov – writing articles.

Научная статья

УДК 631.331.022

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЗАДЕЛЫВАЮЩИХ КОЛЕС ДЛЯ ПРОПАШНОЙ СЕЯЛКИ GASPARDO MTR 8

Михаил Александрович Терёхин¹, Александр Владимирович Яшин²

¹ «Радиозавод», Пенза, Россия

² Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

¹ m.a.terekhin@rf58.ru, <https://orcid.org/0009-0002-1619-9627>

² yashin.a.v@pgau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8184-6934>

В статье представлена разработанная конструкция заделывающих колес для пропашной сеялки Gaspardo MTR 8, предназначенная для ее адаптации к работе по минимально обработанной почве. Существующие штатные резиновые заделывающие колеса не обеспечивают качественного закрытия семян в условиях большого количества почвенных комков и пожнивных остатков. Предлагаемые пальцевые колеса, оснащенные сплюснутыми на концах пальцами, обеспечивают скалывание и крошение почвенных комков и эффективное перемещение измельченной почвы в борозду для заделки семян. Конструкция позволяет устанавливать колеса на сеялку без доработок штатных посадочных мест.

Ключевые слова: сеялка пропашная, Gaspardo MTR 8, минимальная технология, колеса заделывающие, колесо пальцевое, качество посева.

Для цитирования: Терехин М. А., Яшин А. В. Разработка конструкции заделывающих колес для пропашной сеялки Gaspardo MTR 8 // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 46-51.

DEVELOPMENT OF THE DESIGN OF CLOSING WHEELS FOR THE GASPARDO MTR 8 ROW CROP PLANTER

Mikhail A. Terekhin¹, Alexander V. Yashin²

¹ «Radiozavod», Penza, Russia

² Penza State Agrarian University, Penza, Russia

¹ m.a.terekhin@rf58.ru, <https://orcid.org/0009-0002-1619-9627>

² yashin.a.v@pgau.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8184-6934>

The article presents a developed design of closing wheels for the Gaspardo MTR 8 row crop planter, intended to adapt the unit for work in minimally tilled soil. The standard rubber closing wheels do not provide high-quality seed covering under conditions of a large amount of soil clods and crop residues. The proposed tine wheel, equipped with flattened ends of the tines, ensures chipping and crushing of soil clods and effective movement of the crushed soil into the furrow for seed covering. The design allows the wheels to be installed on the planter without modifications to standard units.

Keywords: row crop planter, Gaspardo MTR 8, minimum tillage, closing wheels, tine wheel, seeding quality.

For citation: Terekhin M. A. & Yashin A. V. (2026). Development of the design of closing wheels for the Gaspardo MTR 8 row crop planter. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 46-51). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Пропашная сеялка Gaspardo MTR 8 предназначена для точного высева семян кукурузы, подсолнечника, сои и других пропашных культур по предварительно подготовленной почве. Секция сеялки состоит из кронштейна 1 (рис. 1, а) и корпуса 2, соединенных между собой рычагами параллелограммной подвески 3. На корпусе 2 размещены бункер 6, высевающий аппарат 7, комкоотвод 10, двухдисковый сошник 12 с опорными колесами 13 и заделывающие колеса 14. Диск высевающего аппарата 7 получает вращение от приводных колес сеялки через угловой редуктор 8 и карданный вал 9. Конструктивно сеялка предусматривает возможность работы и по минимальной технологии (mini-till), для чего вместо комкоотвода 10 на секции может быть установлен колтерный диск 11 (рис. 1, б), предназначенный для разрезания уплотненной почвы и пожнивных остатков перед двухдисковым сошником 12. Также для увеличения давления секции на почву вместо пружины 4 в параллелограммный механизм устанавливается пневмоцилиндр 5 [1]. Однако, как показывает практика, для качественного посева по технологии mini-till данного переоснащения недостаточно. Штатные резиновые заделывающие колеса 14 не способны эффективно работать на твердой почве, так как они не дробят крупные почвенные комки и не обеспечивают подачу в борозду достаточного количества мелкокомковатой почвы для гарантированного укрытия семян.

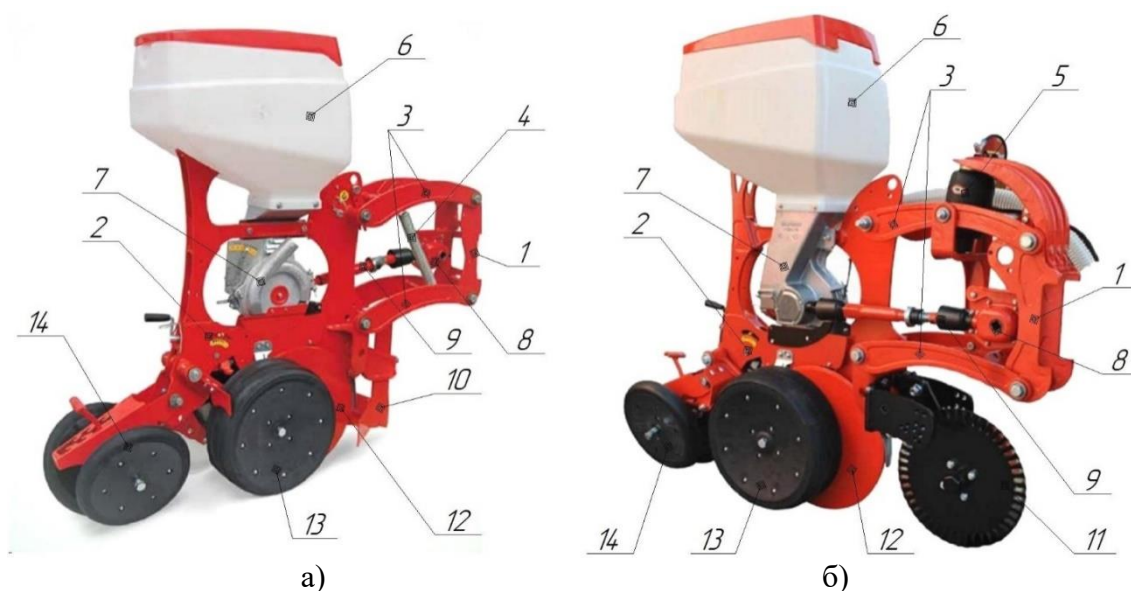
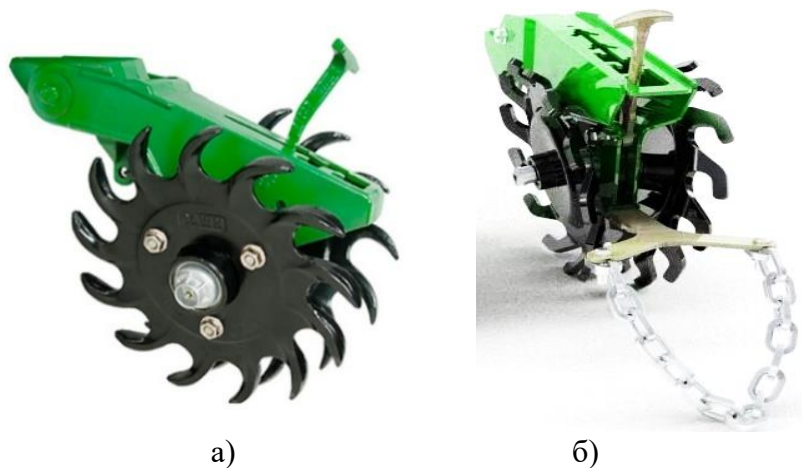


Рис. 1. Общий вид секции сеялки Gaspardo MTR 8:

- а – для посева по подготовленной почве; б – для посева по минимально обработанной почве;
 1 – кронштейн; 2 – корпус; 3 – рычаги подвески; 4 – пружина; 5 – пневмоцилиндр; 6 – бункер;
 7 – аппарат высевальной; 8 – редуктор угловой; 9 – вал карданный; 10 – комкоотвод; 11 – диск колтерный;
 12 – сошник двухдисковый; 13 – колесо опорное; 14 – колеса заделывающие

Анализ условий работы сеялки при переходе с классической технологии на mini-till показывает значительное изменение состояния поверхностного слоя почвы [2,3]. Если по обработанному полю сошник оставляет за собой борозду с рыхлыми, легко осыпающимися стенками, то после прохода колтера по минимально обработанному фону в зоне работы заделывающих колес оказываются крупные комки и значительное количество пожнивных остатков. Резиновые колеса не могут измельчить эти комки, а лишь перекатываются по ним, что приводит к неполному закрытию семян и их плохому контакту с почвой.

Для адаптации пропашных сеялок к работе по минимальной технологии ведущие производители применяют комплекс конструктивных решений. Помимо установки колтерных дисков и очистителей рядка [4], ключевым элементом становится замена стандартных заделывающих органов. Такие мировые производители посевной техники, как Great Plains, Väderstad, John Deere и Kinze, для работы в аналогичных условиях комплектуют свои сеялки специализированными заделывающими колесами активного типа (рис. 2) [5-8]. Их общий принцип действия основан на том, что зубья, пальцы или выступы на ободке колеса в процессе перекатывания скалывают мелкие куски почвы, крошат комки и подгребают измельченную почву обратно в борозду, обеспечивая покрытие семян почвой.



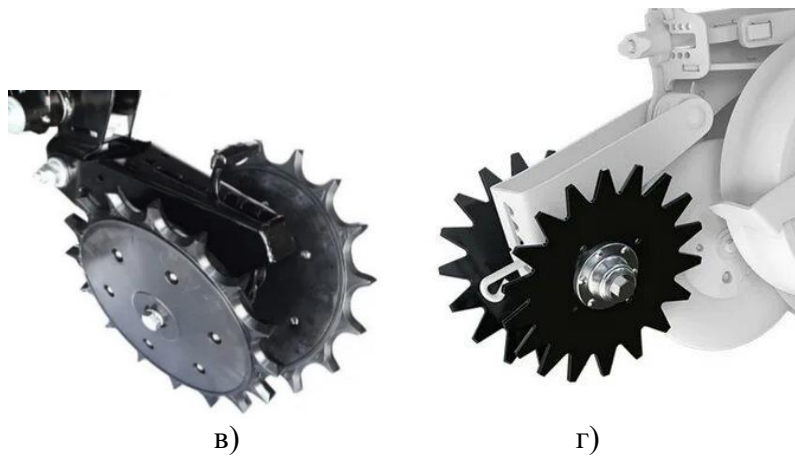


Рис. 2. Общий вид заделывающих колес для пропашных сеялок, ориентированных для посева по минимальной технологии:
 а – пальцевые колеса M-Series Curvetine для сеялки John Deere 7000;
 б – заделывающие колеса сеялки Great Plains PL5500;
 в – зубчатые заделывающие колеса Furgow Cruiser сеялки Kinze;
 г – игольчатое заделывающее колесо сеялки Väderstad Tempo

С целью более полной адаптации сеялки Gaspardo MTR 8 к работе по технологии mini-till нами предлагается ее оснащение заделывающими колесами разработанной конструкции. За основу нами был взят принцип действия пальцевых колес, доказавший свою эффективность на посевной технике ведущих фирм-производителей. Для сеялки Gaspardo MTR 8 было разработано заделывающее пальцевое колесо, общий вид которого представлен на рис. 3. Колесо состоит из стального диска 1, к которому приварены пальцы 2 из прутка круглого сечения. Крепление колеса к ступице 3 осуществляется с помощью болтов 4 через отверстия в диске 1.

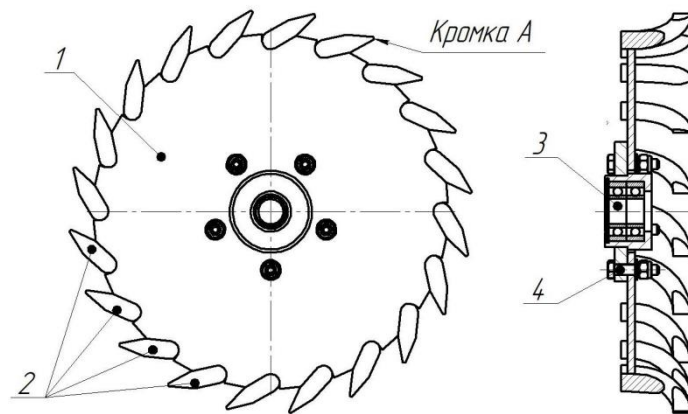


Рис. 3. Общий вид предлагаемого заделывающего колеса:
 1 – диск; 2 – палец; 3 – ступица; 4 – болт

Конструктивной особенностью разработанного колеса является форма пальцев 2. Их концы сплющены, что обеспечивает формирование заостренной режущей кромки А для эффективного вхождения в почву и ее скалывания, а также плоской площадки, работающей по принципу лопатки для подгребания почвы в борозду. Кроме того, в процессе пластической деформации при сплющивании концы пальцев 2 подвергаются наклепу, что повышает их поверхностную твердость и, как следствие, стойкость к абразивному износу.

На рис. 4 представлен фрагмент высеивающей секции сеялки Gaspardo MTR 8, оснащенной предлагаемыми заделывающими колесами. На корпусе 1 показаны кронштейн 2 для крепления комкотовода или колтера, двухдисковый сошник 3 с опорными колесами 4, рычаг 5 заделывающих колес 6. Технологический процесс работы высеивающей секции остается как и у

базовой сеялки, за исключением работы заделывающих колес. Колеса 6 установлены на рычаге 5 под углом в вертикальной и горизонтальной плоскости. При движении сеялки пальцы 2 (рис. 3) заглубляются в поверхностный слой почвы. Острая кромка сплющенного конца пальца скалывает и дробит встречающиеся почвенные комки, а плоская грань, расположенная под углом к направлению движения, захватывает измельченную почву и перемещает ее в сторону борозды, образованной двухдисковым сошником 3 (рис. 4). В результате этого семена, уложенные на дно борозды, равномерно покрываются требуемым слоем мелкокомковатой, хорошо структурированной почвы, что обеспечивает им наиболее благоприятные условия для прорастания.

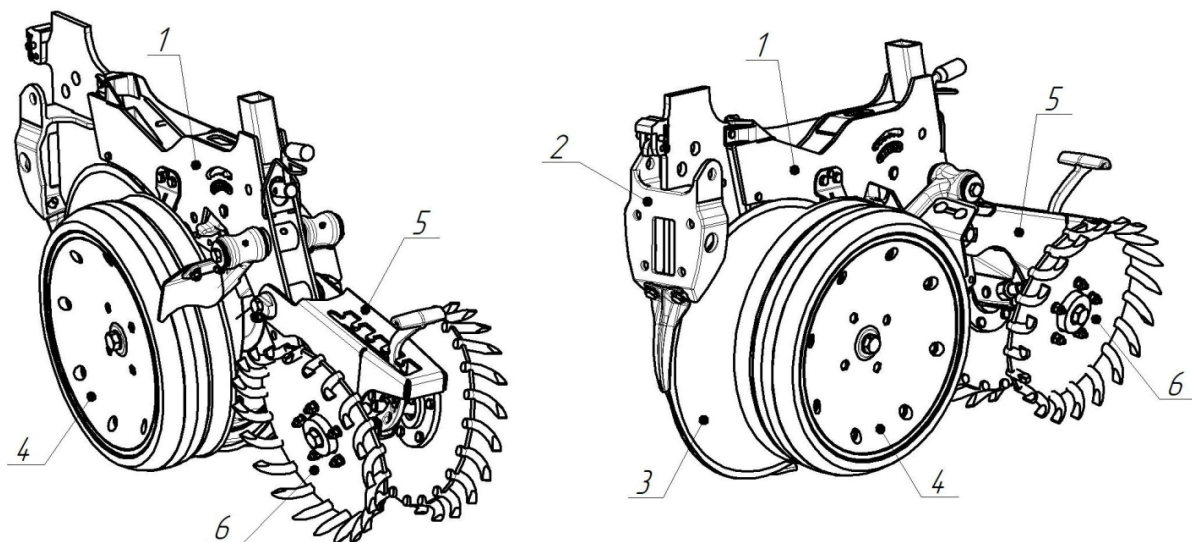


Рис. 4. Фрагмент высевальной секции сеялки Gaspardo MTR 8, оснащенной предлагаемыми заделывающими колесами:

- 1 – корпус; 2 – кронштейн для крепления комкоотвода или колтера; 3 – сошник двухдисковый; 4 – колеса опорные; 5 – рычаг заделывающих колес; 6 – колеса заделывающие пальцевые

На наш взгляд предлагаемое решение позволит адаптировать сеялку для качественного выполнения посева по минимально обработанной почве, в том числе с пожнивными остатками на поверхности поля. За счет активного воздействия пальцев с заостренными кромками на почвенный слой происходит скалывание и крошение комков, а за счет установки колес под углом в горизонтальной плоскости и наличия плоской площадки на пальцах осуществляется эффективное подгребание почвы в борозду, чем обеспечивается качественная заделка семян. Конструкция предусматривает установку на серийную сеялку без внесения изменений в ее штатные узлы, что делает модернизацию доступной для широкого круга сельхозпроизводителей. Однако, эффективность предлагаемого технического решения стоит проверить в реальных условиях эксплуатации сеялки.

Список источников

1. Сеялка пропашная Gaspardo MTR 8. Инструкция по эксплуатации и техобслуживанию (RU). Maschio Gaspardo S.p.A, 2012. – 39 с.
2. Некоторые результаты полевых испытаний сеялки пропашной дисковой СПД-5,6 по стерневому фону / М.А. Терехин, М.А. Семаев, А.А. Тыкушин [и др.] // Нива Поволжья. – 2025. – № 1(73). – DOI 10.36461/NP.2025.73.1.011. – EDN AYCIPE.
3. Кузыченко, Ю. А. Минимализация систем обработки почвы под пропашные культуры в Ставропольском крае / Ю. А. Кузыченко // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 1(107). – С. 10-13.

4. Терехин, М.А. Анализ способов повышения эффективности работы посевных секций свекловичных и овощных сеялок / М.А. Терехин, Ю.В. Польшяный // Инициативы молодых – науке и производству: сб. статей IX Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза: Пензенский ГАУ, 2025. – С. 704-708.

5. Немного о прикатывающих колесах высевающей секции сеялки. [электронный ресурс]. Режим доступа: https://valeriybilokon.blogspot.com/2015/01/blog-post.html?m=0&utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera

6. John Deere 7000 Drawn Cotton and Corn Planter (PC1467 160-17) – Deere & Company, USA, 2009. – 251 S.

7. Installation, operation, and maintenance manual designed for all PL5500 front-fold planters (411-950M). – Great Plains Manufacturing, Inc., USA, 2018. – 121 S.

8. Instructions seeder Väderstad Tempo. (No. 12 800-14799 Ver.3 29.06.2017 / R S-590 21). Väderstad, Sweden, 2017. – 94 S.

References

1. Gaspardo MTR 8 Row Crop Planter. Instruction manual and maintenance (RU). – Maschio Gaspardo S.p.A, 2012. – 39 p. (in Russ.).

2. Terekhin, M.A., Semaev, M.A., Tyukushin, A.A. et al. (2025). [Some results of field tests of the SPD-5.6 row crop disc drill on stubble background]. *Niva Povolzhya*, 1(73). doi: 10.36461/NP.2025.73.1.011 (in Russ.).

3. Kuzychenko, Yu. A. (2013). [Minimization of soil tillage systems for row crops in the Stavropol Territory]. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 1(107), 10–13 (in Russ.).

4. Terekhin, M.A. & Polyvyany, Yu.V. (2025). [Analysis of methods for improving the efficiency of sowing sections of sugar beet and vegetable seeders]. In *Initiatives of the young - for science and production: collection of articles of the IX All-Russian scientific and practical conference* (pp. 704–708). Penza: Penza State Agrarian University (in Russ.).

5. A little about the press wheels of the seeder sowing section (n.d.). Retrieved from https://valeriybilokon.blogspot.com/2015/01/blog-post.html?m=0&utm_medium=organic&utm_source=yandexsmartcamera (in Russ.).

6. John Deere 7000 Drawn Cotton and Corn Planter (PC1467 160-17). – Deere & Company, USA, 2009. – 251 p.

7. Installation, operation, and maintenance manual designed for all PL5500 front-fold planters (411-950M). – Great Plains Manufacturing, Inc., USA, 2018. – 121 p.

8. Instructions seeder Väderstad Tempo. No. 12 800-14799 Ver.3 29.06.2017 / R S-590 21. – Väderstad, Sweden, 2017. – 94 p.

Информация об авторах:

М. А. Терехин – кандидат технических наук, ведущий инженер;

А. В. Яшин – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой.

Information about the authors:

M. A. Terekhin – Candidate of Technical Sciences, Leading Engineer;

A. V. Yashin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department.

Вклад авторов:

М. А. Терехин – создание черновика рукописи, визуализация;

А. В. Яшин – окончательная версия (доработка) рукописи.

Contribution of the authors:

M. A. Terekhin – manuscript draft creation, visualization;

A. V. Yashin – final version (revision) of the manuscript.

АНАЛИЗ ВИБРАЦИОННЫХ КАТКОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ДОРОЖНЫХ КАТКОВ

Вячеслав Евгеньевич Прошкин¹, Михаил Алексеевич Салмин²

^{1,2} Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина,
г. Ульяновск, Россия

¹veproshkin1993@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0307-3411>

²79378831782@gmail.ru

В статье проведён анализ существующих патентных разработок вибрационных почвообрабатывающих катков. Также представлена классификация и проведено сравнение дорожных катков, представленных в продаже и используемых при дорожном строительстве. В выводе анализа представлена новая разработка, объединяющая технологии двух отраслей в стремлении достичь наибольшей производительности и универсальности.

Ключевые слова: каток, вибрационного действие, почва, дорожные катки.

Для цитирования: Прошкин В. Е., Салмин М. А. Анализ вибрационных катков для обработки почвы и дорожных катков // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 52-58.

ANALYSIS OF VIBRATORY ROLLERS FOR SOIL TILLAGE AND ROAD ROLLERS

Vyacheslav E. Proshkin¹, Mikhail A. Salmin²

^{1,2} Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Ulyanovsk, Russia

¹veproshkin1993@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0307-3411>

²79378831782@gmail.ru

This article presents an analysis of existing patented developments of vibratory soil tillage rollers. The paper also provides a classification and comparison of road rollers available on the market and used in road construction. As a result of the analysis, a new development is introduced, which combines technologies from both sectors in an effort to achieve the highest productivity and versatility.

Keywords: roller, vibratory action, soil, road rollers.

For citation: Proshkin V. E. & Salmin M. A. (2026). Analysis of Vibratory Rollers for Soil Tillage and Road Rollers. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 52-58). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Создание вибрационного катка для обработки почвы представляет собой важное направление в развитии сельскохозяйственной техники, направленное на повышение эффективности подготовки почвенного слоя. Современные сельхозтехнологии требуют внедрения инноваций, обеспечивающих улучшение структуры почвы, сохранение влаги и повышение урожайности [1]. Вибрационный каток влияет на плотность и выравнивание почвы с помощью вибрации, что способствует оптимальной аэрации и водному режиму, улучшая рост растений и развитие корней, при минимальной металлоемкости конструкции. Разработка новых моделей таких катков способна значительно повысить производительность труда и устойчивость агропроизводства к природным факторам [2].

На сегодняшний день использование технологий, применяемых в вибрационных катках в агропромышленном комплексе, ограничивается индивидуальными разработками энтузиастов и патентами РФ который так и не вошли в производство [3].

У всех подобных катков есть 5 основных признаков, по которым их можно будет охарактеризовать: по конструктивному исполнению рабочих элементов, по типу привода от трактора, по типу агрегатирования, по типу вибровозбудителей, по типу дополнительных рабочих органов катка (рисунок 1).

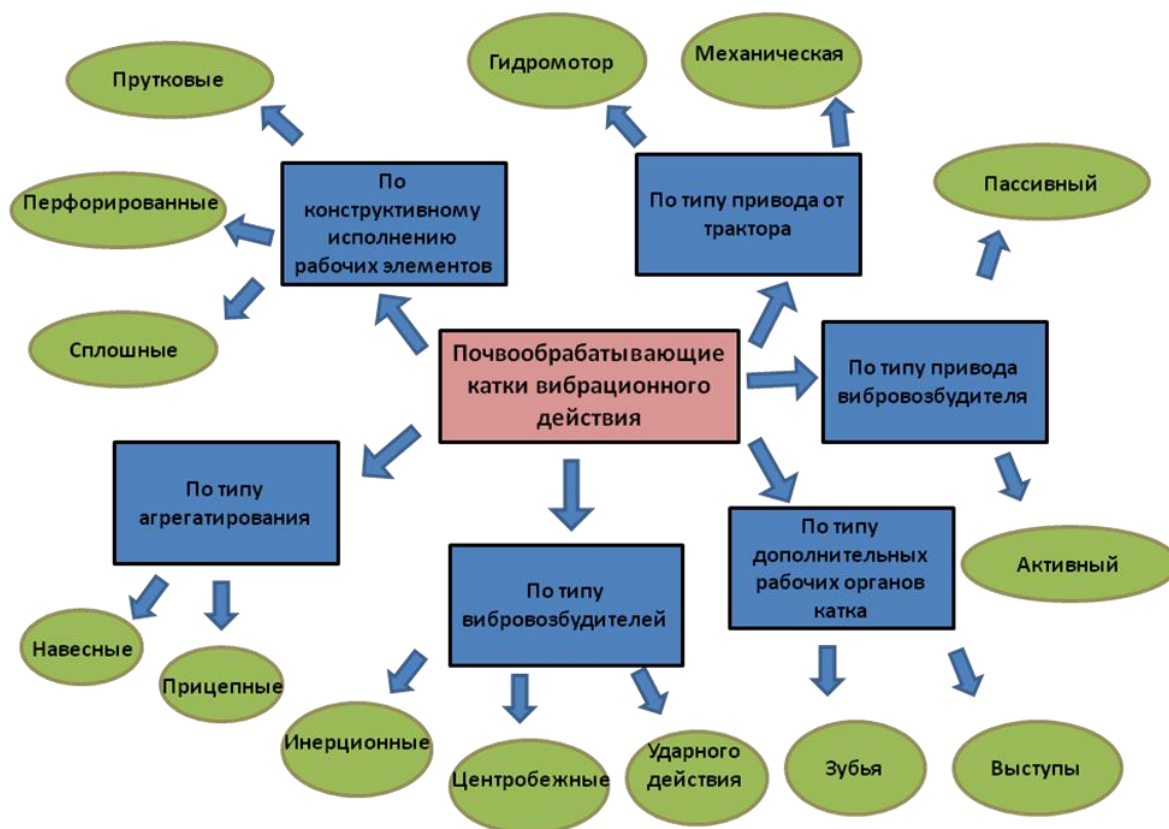


Рис. 1. Классификация почвообрабатывающих катков вибрационного действия.

В зависимости от конструкции рабочие элементы, воздействующие на почву, подразделяются на сплошные, прутковые и перфорированные.

Сплошные вибрационные почвообрабатывающие катки используются чаще в сельскохозяйственных организациях в сравнение с прутковыми это связано с тем, что при разработке патентов и полезных моделей упор подобных катков делается на более эффективную систему вибровозбудителей и способы достижения динамического усилия сжатия почв.

Следует отметить, что сплошная конструкция рабочей части обеспечивает эффективную защиту множества сложных подвижных элементов от различных видов загрязнений и негативного воздействия внешней среды на внутренние механизмы оборудования [4, 5].

В дорожном строительстве применяются схожие типы катков. Они используются для создания плотного и прочного слоя грунта. Существуют и особенный вид катков кулачковые катки отличаются особой конструкцией – их вальцы оснащены специальными выступами-кулачками. Это позволяет эффективно работать с рыхлыми грунтами, достигая глубины уплотнения до 30 сантиметров, что делает их незаменимыми при подготовке основания дорожных покрытий.

Одним из преимуществ сплошной рабочей части кулачковых катков является возможность размещения на её поверхности различных дополнительных элементов, таких как выступы и зубья. Эти элементы позволяют адаптировать каток к конкретным условиям работы и типа грунта [6].

Перфорацию в почвообрабатывающих катках применяют для повышения качества разрушения почвенных комков, а также для установки дополнительных рабочих органов в виде шипов, лезвий и т.д.

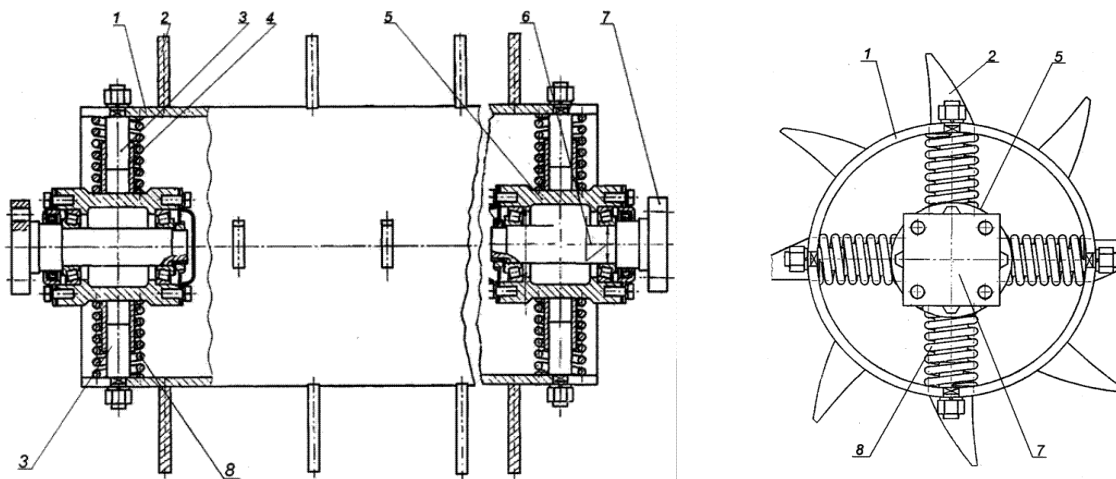


Рис. 2. Вибрационный каток с зубьями:

1-барабан; 2-зубья; 3-штифт; 4-втулка; 5-ось; 6-корпус подшипников; 7-выступ; 8-пружина.

Катки для обработки почвы вибрационного действия различаются не только по типу рабочей поверхности, но и по приводу вибровозбудителя.

В основном используют пассивный тип привода, который работает от вращения катка. Однако есть более удобный вариант – активный привод, вращающийся от мотора. К примеру, в катке ударного действия патента №105561 представлен отличный от большинства способ вращения внутреннего барабана, а именно вращение от гидромотора, что дало возможность изменения кинематического режим работы катка.

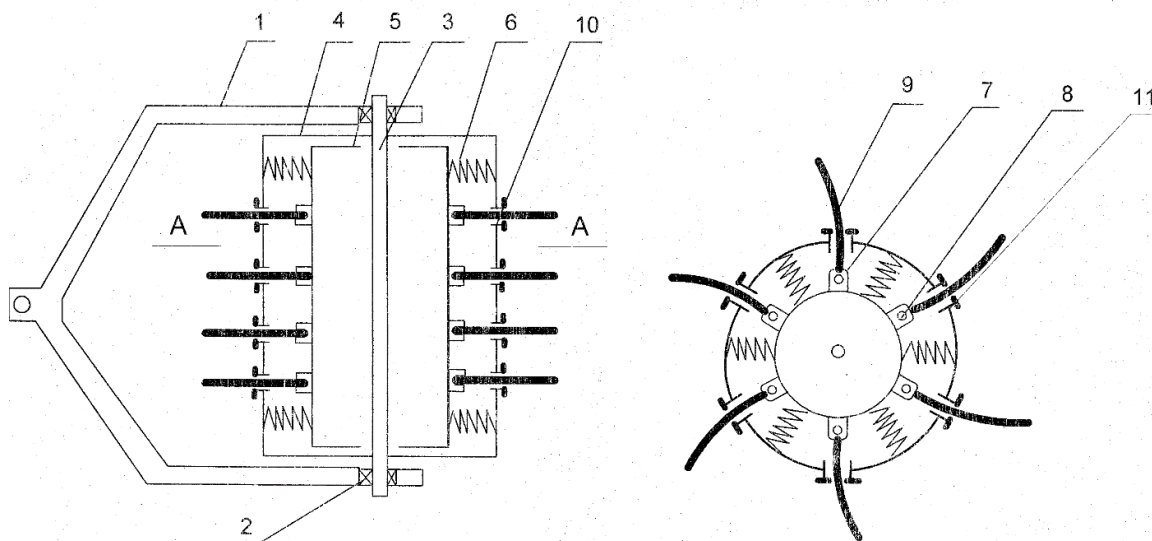


Рис. 3. Перфорированный каток ударного действия:

1-скоба; 2-подшипник; 3-вал; 4-барабан; 5-внутренний барабан; 6-пружина; 7-кронштейн; 8-пальца; 9-зубья рыхлители; 10-отверстие; 11-защитные кожухи.

Что должно дать универсальность катка относительно параметров плотности почвы и ее влажности.

Для создания вибраций в вибрационных катках используются три типа вибровозбудителей: инерционные (1), ударного действия (2) и центробежные (3).

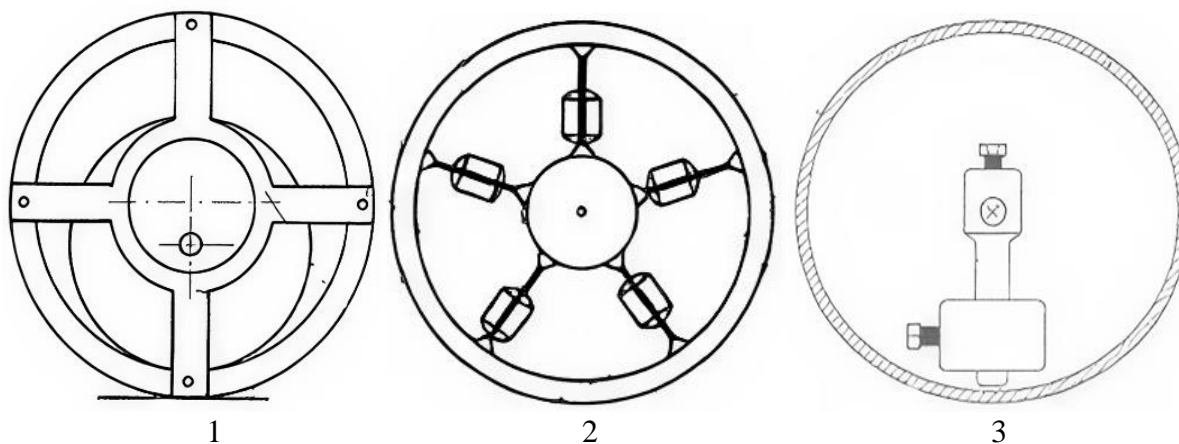


Рис. 4. Виды катков по типу вибровозбудителей

Особенно редко в катках для обработки почвы вибрационного действия встречается центробежный вибровозбудитель, а в дорожных виброкатках напротив это основной виброэлемент.

Устройство дорожных катков более сложное, чем у представленных почвообрабатывающих катков, но при этом они используют схожие вибровозбудители к примеру каток «Раскат ДУ-94» принцип действия катка заключается в том, что гидромотор внутри катка раскручивает вал со смещённым центром тяжести (эксцентрик) который создаёт центробежное усилие, а оно в свою очередь варьируется в зависимости от скорости вращения и веса эксцентриков.

В этом расположении дебалансного вала направление основное прилагаемое усилия распложено вертикально вниз, что положительно влияет на эффект уплотнения грунта, при этом у слоя достаточно однородная степень уплотнения из-за того, что вал вращается самостоятельно не зависимо от вращения катка. Регулировка осуществляется частотой вращения дебалансного вала, что влияет на вынуждающую силу пропорционально квадрату этой частоты. Это позволяет бесступенчато регулировать величину силы, изменяя скорость вращения гидромотора и, соответственно, амплитуду вибрации.

Формула для расчёта деформации почвы, создаваемой вальцом вибрационного катка за одно воздействие:

$$\varepsilon = \frac{(P+Q)^2}{2B^2\sigma^2R}, \quad (1)$$

где Q – сила тяжести вальца с пригрузом от веса катка, Н;

P – Возмущающая (вынуждающая) сила вибровозбудителя, Н;

B – длина вальца, м;

R – радиус вальца, м.

Возмущающая сила определяется по формуле (2):

$$P = m \omega^2 r, \quad (2)$$

где ω – угловая частота вращения дебалансного вала, рад/с;

r – эксцентриситет, м;

m – масса дебалансов, кг.

В дорожных вибрационных катках на подобии ДУ-85 расположено два вальца они расположены симметрично, направление усилий вибраций зависит от относительного приложения центробежной силы эксцентрика.

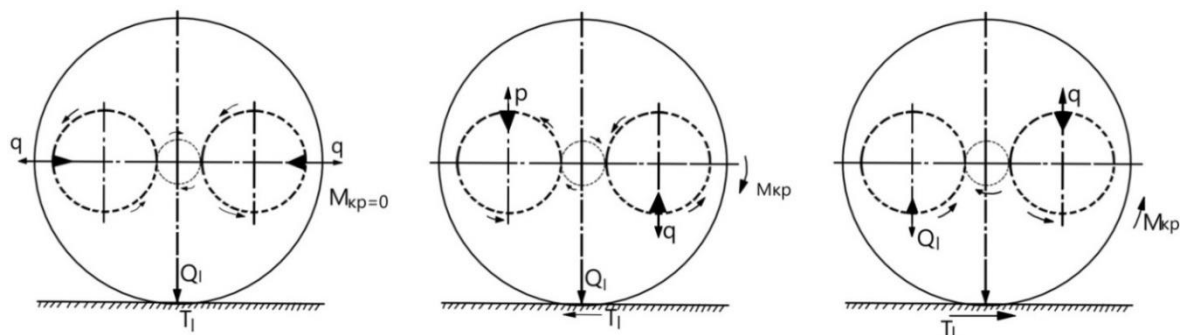


Рис. 5. Направление усилий эксцентриков в катке и направление усилия уплотнения грунта

Всего три направления усилия применимы на двухвальцовых катках. Их выбирают в зависимости от необходимости направления уплотнения грунта.

Катки по способу крепления к технике делятся на прицепные и навесные. Прицепные катки соединяются с трактором или другим агрегатом при помощи сцепки, что делает их универсальными и позволяет использовать с различными машинами в разных условиях. Они легко транспортируются, но занимают больше места. Навесные катки крепятся непосредственно к навесной системе трактора и чаще применяются в составе комбинированных агрегатов, обеспечивая более компактную конструкцию и высокую производительность на конкретных этапах обработки почвы, при этом необходимо отметить низкую универсальность навесных катков поскольку их нельзя использовать с разными комбинированными орудиями.

Учитывая разнообразие почв в стране, аграриям необходимы универсальные орудия с регулируемыми параметрами. Вибрационные катки с возможностью регулировки частоты вибрации и удельного давления являются перспективным решением, так как позволяют более эффективно разрыхлять почву, создавая оптимальные условия для прорастания семян при меньшей массе орудия.

Вывод

Вибрационные катки могут стать важным элементом сельскохозяйственной техники, способствующими повышению эффективности подготовки почвы. Их использование поможет улучшить структуру почвы, при сохранении влаги и повышении урожайности. Разработка новых моделей вибрационных катков может значительно повысить производительность труда и устойчивость агропроизводства к природным факторам. Однако на сегодняшний день применение таких технологий в агропромышленном комплексе ограничено.

В результате выполненного анализа нами разработан совершенно новый почвообрабатывающий виброркаток не имеющий аналогов. Почвообрабатывающий каток, представляющий собой пустотелый цилиндр, снабженный осью, установленный на раме с возможностью вращения. На раме закреплены держатели, на которых параллельно оси цилиндра и в одной вертикальной плоскости с ней, также с возможностью вращения, установлена дополнительная ось с дебалансирами.

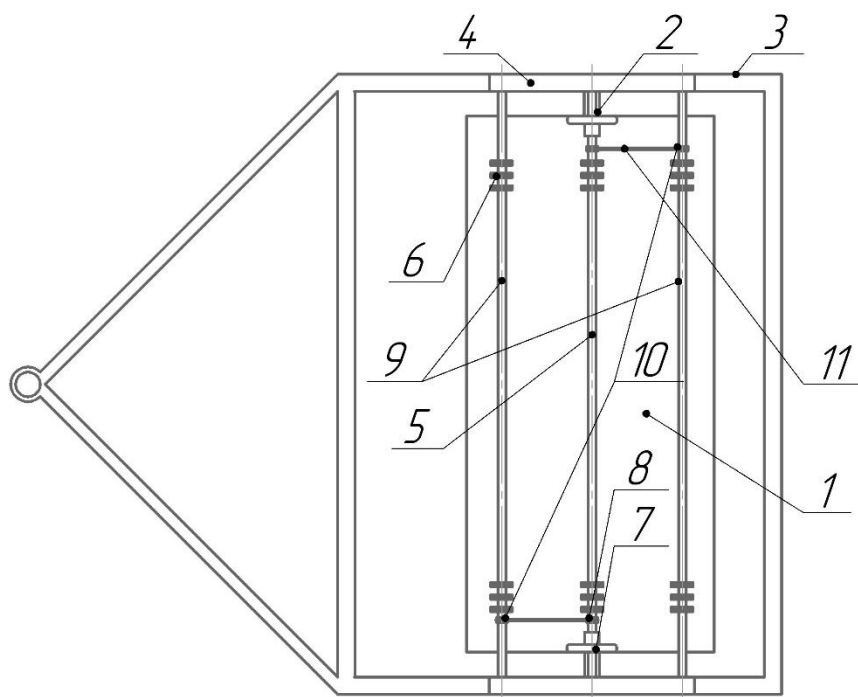


Рис. 6. Почвообрабатывающий каток:
 1- пустотелый цилиндр; 2- ось; 3- рама; 4- держатель; 5- дополнительная ось;
 6- дебалансир; 7- колеса; 8,10- шкив; 9- вспомогательная ось; 11- ременная передача.

С противоположных сторон дополнительной оси расположены колёса, которые контактируют с наружной поверхностью пустотелого цилиндра. На дополнительной оси установлены шкивы.

Две вспомогательные оси с дебалансирами расположены по разные стороны и на равном расстоянии от дополнительной оси. Шкивы вспомогательных осей находятся в одной плоскости со шкивами на дополнительной оси и соединены между собой открытой ременной передачей.

Диаметр шкивов на вспомогательных осях одинаковый и меньше, чем диаметр шкивов на дополнительной оси.

Список источников

1. Широкозахватные винтовые катки для прикатывания посевов // АгроСнабФорум. 2015. № 1-2 (131). С. 40.
2. Система предпосевной обработки почвы и урожайность ярового ячменя / А.Н. Кузьминых // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2020. Т. 6. № 1 (21). С. 32-39.
3. Предпосевная подготовка почвы под сою виброкатком в условиях приморского края / С.А. Шишлов, А.Н. Шишлов, М.С. Шапарь // Аграрный вестник Приморья. 2017. № 3 (7). С. 57-59.
4. Руденко Н.Е. Как снизить энергозатраты и повысить качественные показатели при сплошной обработке почвы / Н.Е. Руденко, К.Д. Падальцин // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. – № 1(13). – С. 66-68.
5. Курдюмов В.И. Обоснование конструктивных параметров почвообрабатывающего катка / Материалы Национальной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения» / В.И. Курдюмов, В.Е. Прошкин, Е.Н. Прошкин, И.А. Шаронов, М.А. Калашников. Ульяновск, 2019. С. 141-145.
6. Прошкин В.Е. Анализ конструкций катков ударного (вибрационного) воздействия на почву / Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. Материалы X Международной научно-практической конференции. // В.Е. Прошкин, Е.Н. Прошкин, Т.В. Луконина. Ульяновск, 2020. С. 247-251.

Refereces

1. Wide-coverage screw rollers for rolling crops // AgroSnabForum. 2015. No. 1-2 (131). P. 40.
2. Pre-sowing tillage system and spring barley yield / A.N. Kuzminykh // Bulletin of the Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic Sciences. 2020. Vol. 6. No. 1 (21). P. 32-39.
3. Pre-sowing soil preparation for soybeans with a vibratory roller in Primorsky Krai / S.A. Shishlov, A.N. Shishlov, M.S. Shapar // Agrarian Bulletin of Primorye. 2017. No. 3 (7). P. 57-59.
4. Rudenko N.E. How to reduce energy costs and improve quality indicators during continuous tillage / N.E. Rudenko, K.D. Padaltsin // Bulletin of the AIC of Stavropol. - 2014. - No. 1 (13). - P. 66-68.
5. Kurdyumov V.I. Justification of the design parameters of a soil-cultivating roller / Proceedings of the National Scientific and Practical Conference "Agrarian Science and Education at the Current Stage of Development: Experience, Problems and Solutions" / V.I. Kurdyumov, V.E. Proshkin, E.N. Proshkin, I.A. Sharonov, M.A. Kalashnikov. Ulyanovsk, 2019. Pp. 141-145.
6. Proshkin V.E. Analysis of the designs of rollers with impact (vibration) action on soil / Agricultural Science and Education at the Current Stage of Development: Experience, Problems and Solutions. Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference. // V.E. Proshkin, E.N. Proshkin, T.V. Lukonina. Ulyanovsk, 2020. Pp. 247-251.

Информация об авторах:

В. Е. Прошкин – кандидат технических наук, доцент;

М. А. Салмин – студент.

Information about the authors:

V. E. Proshkin – candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

M. A. Salmin – student.

Вклад авторов:

В. Е. Прошкин – написание статьи;

М. А. Салмин – написание статьи.

Contribution of the authors:

V. E. Proshkin – writing an article;

M. A. Salmin – writing an article.

Обзорная статья

УДК 631.331.99

КЛАССИФИКАЦИЯ, КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОСЕВНЫХ И ПОСАДОЧНЫХ МАШИН В СОВРЕМЕННОМ САДОВОДСТВЕ

Анна Сергеевна Аюшкина¹, Сергей Александрович Иванайский²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹ayshina15@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-3648-3978>

² isa.7777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-685>

В статье проведен анализ механизмов для посева и посадки, применяемых в садоводстве. Рассмотрена классификация машин по функциональному назначению, типу посадочного материала и принципу действия. Детально разобраны конструктивные узлы и технологические процессы работы сеялок точного высева, посадочных машин для саженцев с открытой и закрытой корневой системой, а также специализированных машин для высадки рассады земляники.

Ключевые слова: садоводство, посевные машины, посадочные машины, сеялки точного высева, агротехнические требования, приживаемость, норма высева, густота стояния.

Для цитирования: Аюшкина А. С., Иванайский С. А. Классификация, конструктивные особенности и агротехнические основы применения посевных посадочных машин в современном садоводстве // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 58-63.

CLASSIFICATION, STRUCTURAL FEATURES AND AGROTECHNICAL PRINCIPLES OF THE APPLICATION OF SEED AND PLANTING MACHINES IN MODERN HORTICULTURE

Anna S. Ayushkina¹, Sergey A. Ivanaysky²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ ayshina15@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-3648-3978>

² isa.7777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-685>

The article analyzes the mechanisms for sowing and planting used in horticulture. The classification of machines according to functional purpose, type of mounting material and principle of action was considered. Detailed analysis of structural units and technological processes for the operation of precision seeders, seedling machines for seedlings with open and closed root system, as well as specialized machines for planting strawberry seedlings.

Key words: gardening, sowing machines, planting machines, precision seeding, agrotechnical requirements, tillage, standard of seeding, density of standing.

For citation: Ayushkina A. S. & Ivanaysky S. A. (2026). Classification, design features and agrotechnical basis of priming sowing machines in modern horticulture // Technologies, machines and equipment in agriculture: collection of scientific papers. s. Kinel: PLC Samara SAU, (pp. 58-63). (in Russ.):

Закладка многолетних плодовых и ягодных насаждений является капиталоемким и ответственным процессом, определяющим продуктивность сада на долгие годы вперед. Ключевым элементом технологической цепи выступают посевные и посадочные машины, от работы которых зависят равномерность размещения растений, сохранность корневой системы, точность глубины заделки и, как следствие, – скорость приживаемости, синхронность развития и будущая урожайность. Современное садоводство, особенно в его интенсивном формате, предъявляет жесткие требования к механизации процессов посева и посадки, что обуславливает необходимость использования высокоточных и специализированных машин. Целью данной работы является систематизация знаний о классификации, конструктивных особенностях и агротехнических аспектах применения посевных и посадочных машин в садоводстве [1].

1. Основные типы машин для посева и посадки в садоводстве

Лесные питомниковые сеялки (СЛП-5, СЛУ-5-9, ЛИТВА-25) применяют для посева мелких сыпучих семян лесных культур (чаще хвойных) в открытом грунте.

Питомниковые сеялки СПН-3 используют для крупных и несипучих семян, а также семян, высеваемых со стратификационным материалом, торфом, опилками.

Ручные и малогабаритные сеялки (однорядные, многорядные) применяют в теплицах и парниках для рассады и мелкосемянных культур.

2. Машины для посева семян в питомниках. Посев семян яблони, груши, косточковых культур для получения подвоев требует максимальной точности. Агротехнические требования: соблюдение нормы высева (80-120 шт./пог.м. для семечковых), точной глубины заделки (1.0-2.5 см для семечковых, 3-5 см для косточковых), равномерность распределения семян в рядке (отклонение не более $\pm 5\%$).

Конструкция и принцип действия пневматических сеялок точного высева. Данные сеялки являются основным типом машин для закладки семенных отделений питомника. Основные узлы: рама, бункер для семян (емкостью 50-100 л), высевающий аппарат, вентилятор (создает разрежение 2.5-4.0 кПа), сошники, заделывающие рабочие органы, каток.

Принцип действия и параметры: Семена из бункера подаются к высевающему диску. Создаваемый вентилятором вакуум прижимает семя к отверстию. Диск переносит семя к зоне сброса. Точность высева достигает 95-98%. Производительность на посеве подвоев составляет 0.8-1.5 га/ч при рабочей скорости 4-6 км/ч. Ширина захвата многорядных сеялок – 2.4-4.2 м (8-14 рядков с междурядьем 30-45 см).

Ключевые параметры: Точность высева достигает 95-98%. Возможность работы с мелкими и трудосыпучими семенами. Настройка под разный шаг высева.



Рис. 1. Сеялка СЛП-5

3. Машины для посадки саженцев с открытой корневой системой (ОКС)

Назначение и сложности. Посадка однолетних или двухлетних саженцев (уклонов), являющаяся основным процессом при закладке большинства садов. Основная сложность – предотвращение подсыхания и повреждения мочковатой корневой системы.

Основные узлы: рама, посадочные аппараты (клешни), сиденья для сажальщиков (2-4 человека), опорно-приводные колеса, рыхлящие сошники.

Принцип действия и параметры: Саженец вручную помещается сажальщиком в раскрытые клешни. Производительность одной посадочной секции составляет 250-400 саженцев/ч. Общая производительность агрегата на 4 ряда – до 1000-1600 саженцев/ч. Глубина посадки регулируется в диапазоне 20-40 см. Шаг посадки задается механически или гидравлически и может варьироваться от 0.8 м (интенсивный яблоневый сад) до 3-4 м (сады на сильно-рослых подвоях). Вертикальность посадки должна обеспечиваться с отклонением не более $\pm 3^\circ$. Агротехнические аспекты: Качество посадки сильно зависит от квалификации сажальщиков. Необходима тщательная подготовка и сортировка саженцев перед посадкой. Машины обеспечивают хорошую вертикальную установку саженца, но производительность ограничена человеческим фактором [2].

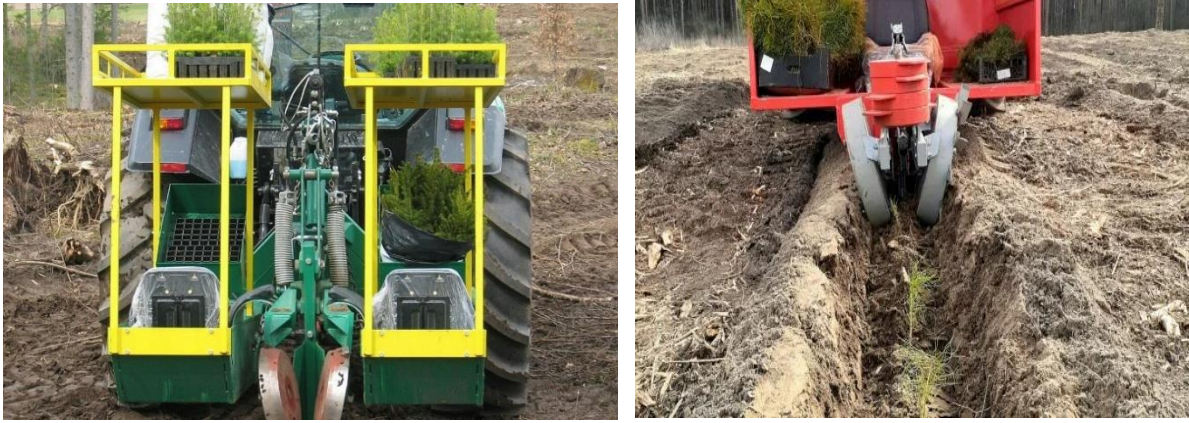


Рис. 2-3. Лесная машина – РНТБ

4. Машины для посадки саженцев с закрытой корневой системой (ЗКС)

Назначение и преимущества. Посадка саженцев из кассет или контейнеров (объемом 1.5-3.0 л), что характерно для интенсивного садоводства. Приживаемость достигает 98-100%.

Конструкция и принцип действия автоматизированных посадочных машин. Основные узлы: рама, транспортер для подачи кассет, система извлечения саженца (выталкиватели), вращающийся посадочный аппарат (часто барабанного типа) с ложкообразными ячейками, сошник, уплотнительные катки, система капельного полива.

Принцип действия: Процесс полностью автоматизирован. Производительность современных машин составляет 5000-8000 саженцев/ч (на 6-8 рядов). Рабочая скорость – 1.5-3.0 км/ч. Система обеспечивает точность глубины посадки корневого кома с отклонением не более ± 1 см. Одновременно с посадкой может осуществляться стартовый полив нормой 0.5-1.0 л/растение. Шаг посадки программируется с высокой точностью (± 2 см), что критично для установки системы капельного орошения [3].

Ключевые параметры: Высокая производительность (до 5000-10000 растений/ч), полная автоматизация, минимальный стресс для растения. Является стандартом для закладки интенсивных садов на карликовых подвоях.



Рис. 4. Пересадчик деревьев Bystron

5. Специализированные машины для посадки земляники

Особенности процесса. Посадка рассады земляники (с ОКС, фриго или в кассетах) требует точного позиционирования "сердечка" (точки роста) на уровне поверхности почвы.

Используются полуавтоматические и автоматические машины. Производительность автоматических машин для кассетной рассады достигает 6000-10000 растений/ч. Полуавтоматические машины, где оператор вручную подает рассаду в посадочный аппарат, имеют производительность 1500-2500 растений/ч на одного оператора. Шаг посадки варьируется от 20 до 35 см в зависимости от сорта и технологии.



Рис. 5. Машины для посадки земляники

Заключение и перспективы развития:

Эволюция посадочных машин идет по пути полной автоматизации, что доказывает рост производительности: от ~300 шт./ч (ручной труд) до >5000 шт./ч (автоматические машины для ЗКС).

Качество посадки, обеспечиваемое современными машинами, напрямую влияет на экономическую эффективность садоводства, сокращая период окупаемости насаждений за счет высокой и равномерной приживаемости.

Основным трендом является интеграция посадочных машин в единую технологическую цепь систем точного земледелия. Перспективные разработки включают.

Роботизированные платформы, совмещающие посадку с картографированием поля и внесением стартовой дозы удобрений.

Системы машинного зрения для автоматической сортировки саженцев по качеству и калибру непосредственно в процессе посадки.

Комбинированные агрегаты, осуществляющие за один проход подготовку почвы, укладку капельной линии, посадку и мульчирование.

Таким образом, современные посевные и посадочные машины представляют собой высокотехнологичные комплексы, работа которых базируется на глубоком понимании биологии растений и агротехнических требований. Их дальнейшее развитие неразрывно связано с цифровизацией и роботизацией садоводства.

Список источников

1. Черемисинов А. А., Куликова Е. В., Бурлакин С. П. Оросительные системы и техника поливов в Центральном Черноземье. – 2015.
2. Система машин для реализации инновационных технологий производства продукции основных сельскохозяйственных культур на 2011 – 2015 годы. – Минск, 2011. – 126с.
3. Ли А. Е., Иванайский С. А. Особенности применения лесопосадочных машин для создания лесных культур различных пород // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ 2025. С. 70-76.
4. Петров, А. М. Анализ зарубежных сеялок для рядового высева и тенденции их развития / А. М. Петров, В. А. Сыркин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 3. – С. 26-28. – EDN IVGBHQ.
5. Technical and technological operations for the adaptation of agriculture to global warming conditions / V. A. Milyutkin, V. N. Sysoev, A. P. Trots [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 00075.

References

1. Cheremisinov A. A., Kulikova E. V., Burlakin S. P. Irrigation systems and irrigation techniques in the Central Black Sea. - 2015.

2. System of machines for the implementation of innovative technologies of production of main agricultural crops for 2011 - 2015. - Minsk, 2011. - 126с.

3. Li A.E., Ivanaysky S.A. (2025) Features of the use of forest planting machines for creating forest crops of various species // *Technologies, machines and equipment in agriculture: collection of scientific papers*. s. (pp. 70-76). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

4. Petrov, A. M. Analysis of foreign seed drills for row sowing and trends in their development / A. M. Petrov, V. A. Syrkin // *Izvestiya of the Samara State Agricultural Academy*. – 2007. – No. 3. – Pp. 26-28.

5. Technical and technological operations for the adaptation of agriculture to global warming conditions / V. A. Milyutkin, V. N. Sysoev, A. P. Trots [et al.] // *Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019), Kazan, 13–14 ноября 2019 года*. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 00075.

Информация об авторах:

С. А. Иванайский – кандидат технических наук, доцент;

А. С. Аюшкина – студент.

Information about the authors:

S. A. Ivanaysky – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

A. S. Ayushkina – student.

Вклад авторов:

С. А. Иванайский – научное руководство;

А. С. Аюшкина – написание статьи.

Contribution of the authors:

S. A. Ivanaysky – scientific management;

A. S. Ayushkina – writing an article.

Научная статья

УДК 631.459:631.51.01:631.311.

ПОСЛЕПОСЕВНОЕ ПРИКАТЫВАНИЕ ПОЧВЫ КАК СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ КУЛЬТУР

Вячеслав Евгеньевич Прошкин¹, Артем Вадимович Германюк²

^{1,2} Ульяновский государственный аграрный университет, Ульяновск, Россия

¹veproshkin1993@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0307-3411>

²artemgermanyuk1218@mail.ru

В данной статье рассматривается агротехническое значение такой операций как прикатывание почвы в послепосевной обработке. Внимательно изучена связь между механическим уплотнением обрабатываемого участка почвы и важнейшими параметрами почвенной среды таких как: плотность почвы, впитывание влаги, толщина защитного слоя. Установлено, что грамотный подход к выполнению данной операций значительно повышает урожайность и этим приводит к получению своевременных и выровненных всходов.

Ключевые слова: Послепосевная обработка, почва, прикатывание почвы, способ, почвенные катки.

Для цитирования: Прошкин В. Е., Германюк А. В. Послепосевное прикатывание почвы как способ увеличения урожайности возделываемых культур // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 63-67.

POST-SOWING SOIL ROLLING AS A METHOD FOR INCREASING CROP YIELDS

Vyacheslav E. Proshkin¹, Artem V. Germanyuk²

^{1,2}Ulyanovsk State Agrarian University, Ulyanovsk, Russia

¹veproshkin1993@gmail.com

²artemgermanyuk1218@mail.ru

This article examines the agronomic significance of soil compaction during post-sowing cultivation. The relationship between mechanical compaction of the treated soil area and key soil parameters, such as soil density, moisture absorption, and protective soil layer thickness, is carefully examined. It is established that a competent approach to this procedure significantly increases crop yields, thereby resulting in timely and even emergence.

Keywords: Post-sowing tillage, soil, soil compaction, method, soil rollers

For citation: Proshkin, V. E & Germanyuk, A. V (2026) Post-sowing soil rolling as a method for increasing crop yields. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 63-67). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Введение. В современном земледелии аграрии стали тщательно относиться к имеющимся земельным ресурсам и всё больше внимания стали уделять подготовки посевного ложа. От того, насколько правильно оно подготовлено в не последнюю очередь зависят первые этапы развития растения и в конечном счете, величина полученного урожая. В такой ситуации одним из важных агротехнических мероприятий становится прикатывание почвы. Эта операция представляет из себя уплотнение поверхностного слоя почвы с одновременным дроблением комков и выравниванием поверхности.

В качестве объекта исследования был взят агротехнический прием послепосевное прикатывание почвы и его влияние на почвенную среду.

Прикатывание почвы играет особо важную роль в дальнейшем развитии растений и так же позитивно сказывается на свойствах почвы в следующих посевах. Необходимо добавить, что недостаточное или наоборот слишком сильное прикатывание может привести к чрезмерному уплотнению почвы что скажется на времени появления первых всходов и их количестве.

Основная часть. Основными методами исследования являются:

1. Анализ научных работ отечественных и зарубежных авторов в области сельскохозяйственного производства;
2. Сбор информации об специально предназначенных агрегатов для прикатывания почвы;
3. Оценка полевой всхожести семян;

В результате выполненного анализа научных работ было выявлено как прикатывание почвы влияет на её основные свойства и какие агрегаты лучше всего подходят для её обработки.

Влияние прикатывания на физические свойства почвы и её водный баланс.

Главное значение прикатывания – это создание наилучшего для роста семян плотного ложа, расположенного на рыхлом подпочвенном слое.

Проведенные исследования в изученных материалах показывают, что в результате процесса прикатывания оптимальный объём пахотного слоя увеличивается до 1,1...1,3 г/см³. Подставленные значения являются оптимальными для большинства видов сельскохозяйственных растений. Также правильно выполненное прикатывание увеличивает капиллярную проводимость, что обеспечивает более активный подток влаги к семени.

На полях, где было выполнено прикатывание первые всходы появляются в среднем на 2 - 4 дня раньше. Также эта операция благоприятно сказывается на выровненности всходов. Это происходит потому, что благодаря прикатыванию семена находятся на одинаковой глубине.

Влияние на урожайность.

Благодаря анализу исследований было выявлено, что этот агроприем приводит к увеличению урожайности. Процесс прикатывания оптимизирует сложение верхнего слоя почвы и обеспечивает дополнительную прибавку зерна на зяблевых, отвальных и плоскорезных вспашках, а именно прибавка замечена у таких сортов пшеницы как: озимая рожь - 0,17 т/га; твердая пшеница- 0,23 т/га.

Ограничения и риски.

Несмотря на то, что прикатывание показывает свою эффективность на таких почвах как: чернозем, легкие супесчаные, комковатые почвы(заплывающие), торфяные неправильное применение может привести к появлению почвенной корки, которая препятствует газообмену и может стать механическим препятствием для всходов. Помимо того, есть типы почв, на которых нельзя использовать послепосевное прикатывание это- тяжелые глинистые почвы, из-за их склонности к сильному уплотнению. Дополнительная прикатка может привести к образованию почвенной корки, которая будет препятствовать нормальному развитию растения.

Результаты исследования дали больше информации о влиянии на почву такой операции как прикатывание, основные данные отображены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние на параметры почвы

Исследуемый параметр	Результат от прикатывания	Условия для достижения эффекта
Физические свойства почвы	Увеличивается плотность пахового слоя	Уплотнение верхнего слоя гладкими или кольчатыми катками.
	Увеличивается капиллярная проводимость почвы	Необходимо обрабатывать только легкие, торфяные, черноземные почвы.
Всхожесть и развитие растений	Ускорение появления первых всходов на 2-4 дня	Прикатывание производится сразу после посева
	Повышение выровненности всходов	Послепосевное прикатывание для выравнивания и уплотнения семенного ложа
Урожайность культур	Прибавка урожая пшеницы	Применение после зяблевой вспашки с использованием кольчато-зубчатых катков
		Предпосевное и послепосевное прикатывание

Анализ доступных прикатывающих катков на рынке выявил, что наиболее распространенными и эффективными являются: гладкие, кольчато-зубчатые, кольчато-шпоровые.



Рис. 1. Гладкий водоналивной каток

Гладкие катки лучше всего подходят для прикатывания легких почв (супесчаные, торфяные). Нельзя применять на тяжёлых глинистых почвах.



Рис.2. Кольчато-зубчатый каток

Кольчато-зубчатые подходят для обработки средних и тяжелых почв таких как (Средние и тяжелые суглинки, комковатые и глыбистые почвы)



Рис. 3. Кольчато-шпоровый каток

Кольчато-шпоровый каток специализированный агрегат, созданный для работы на таких сложных почвах как (тяжелые глинистые, заплывающие и склонные к сильному уплотнению почвы).

Заключение. Проведенное исследование показало, что применение прикатывающих катков в современной земледелии экономически выгодно. Данный агротехнический прием является одним из самых важных факторов для получения высокой урожайности.

Список источников

1. Иванов А.В., Сидоров П.К. Основы современного земледелия. – М.: Колос, 2020-356 с.
2. Об агрофизических свойствах почвенного слоя – Н.В. Долгополовой. Е.В., Малышевой. А.В. Нагорных, А.А. Ворониной, Б.М Ковынева. – 3 с.
3. Петрова В.М. Агрофизика почв и урожай – СПб.: Лань, 2019.-298 с.
4. Эффективность прикатывания почвы при посеве зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири. Юшкевич Л.В, Ершов В.Л.-2 с.
5. Разработка орудия для прикатывания почвы с обоснованием его оптимальных параметров и режимов работы. Курдюмов В.И, Егоров А.С. 28-29 с.

References

1. Ivanov A.V., Sidorov P.K. Fundamentals of Modern Agriculture. Moscow: Kolos, 2020, 356 p.
2. On the Agrophysical Properties of the Soil Layer – N.V. Dolgopolova, E.V., Malysheva, A.V. Nagornykh, A.A. Voronina, B.M. Kovyneva. - 3 p.
3. Petrova V.M. Soil Agrophysics and Harvest – St. Petersburg: Lan, 2019, 298 p.
4. Efficiency of Soil Rolling When Sowing Grain Crops in the Southern Forest-Steppe of Western Siberia. Yushkevich L.V, Ershov V.L. - 2 p.
5. Development of a Soil Rolling Tool with a Substantiation of Its Optimal Parameters and Operating Modes. Kurdyumov V.I, Egorov A.S. 28-29 p.

Информация об авторах:

В. Е. Прошкин – кандидат технических наук, доцент;
А. В. Германюк – студент.

Information about the authors:

V. E. Proshkin – candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
A. V. Germanyuk – student.

Вклад авторов:

В. Е. Прошкин – научное руководство;
А. В. Германюк – написание статьи.

Contribution of the authors:

V. E. Proshkin – scientific management;
A. V. Germanyuk – writing articles.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОПАШНЫХ СЕЯЛОК

Иван Иванович Дик¹, Михаил Анатольевич Канаев²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

¹ ivan.dik.19@bk.ru <https://orcid.org/0000-0001-6610-5620>

² kanaev_miha@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-6462-6844>

Проведен анализ сельскохозяйственных угодий. Выявлены наиболее перспективные сельскохозяйственные культуры. Рассмотрены системы, предназначенные для посева пропашных культур. Составлена классификация пропашных сеялок по способу агрегатирования, количеству выполняемых операций за один проход и способу действия высевающего аппарата. Выявлены преимущества и недостатки данных систем.

Ключевые слова: пропашные культуры, высевающий аппарат, конструкция, устройство.

Для цитирования: Дик И. И., Канаев М. А. Классификация пропашных сеялок // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 68-71.

CLASSIFICATION OF TILLAGE SEEDERS

Ivan I. Dik¹, Mikhail A. Kanaev²

^{1,2}Samara State Agrarian University, Samara, Russia

¹ ivan.dik.19@bk.ru <https://orcid.org/0000-0001-6610-5620>

² kanaev_miha@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-6462-6844>

The analysis of agricultural land was carried out. The most promising crops were identified. The systems designed for sowing row crops were considered. The classification of row seeders was made according to the method of aggregation, the number of operations performed per pass, and the method of operation of the seeding unit. The advantages and disadvantages of these systems were identified.

Keywords: row crops, seeding apparatus, design, device.

For citation: Dick I. I. & Kanaev M. A. (2026). Classification of Row Crop Seeders // Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 68-71). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Масличные культуры, такие как соя, подсолнечник и рапс, занимают важное место в аграрном производстве. Соевые бобы являются источником растительного белка и масла, что делает их востребованными как на внутреннем рынке, так и за его пределами. Подсолнечник и рапс, в свою очередь, обеспечивает высококачественное растительное масло. Данные культуры занимают более 30 процентов от всех сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. Также большую часть (12 процентов) занимает кукуруза, которая используется как на корм скоту (силос), так и в пищевых целях. Данные культуры являются наиболее прибыльными при условии соблюдения всех агротребований [1]. Одним из основополагающих требований является равномерный высев. Данные пропашные культуры сеют с междурядьем 60-90 сантиметров с шагом 15-20 сантиметров (5-7 семян на погонный метр) в зависимости от высеваемого сорта и культуры.

Пропашные сеялки по способу агрегатирования делятся на навесные, прицепные и полунавесные. Навесные сеялки представляют собой устройства, которые крепятся к задней части тракторов и работают в тандеме с ними. Они отличаются высокой маневренностью и могут быть использованы на различных типах почвы и в разных климатических условиях. Навесные сеялки обычно имеют меньший вес, что снижает нагрузку на почву и уменьшает риск её уплотнения [2]. Недостатком навесных сеялок является маленькая ширина захвата (до 2 метров) и неравномерная нагрузка на трактор. Прицепные сеялки, как следует из названия, представляют собой устройства, которые не крепятся непосредственно к трактору, а буксируются за ним. Этот тип сеялок обычно имеет большую рабочую ширину, что позволяет обрабатывать большие площади за одно прохождение. Однако такие сеялки сложнее эксплуатировать. Полунавесные сеялки представляют собой промежуточный вариант между навесными и прицепными моделями. Они частично крепятся к трактору и частично буксируются за ним. Этот тип сеялок сочетает в себе преимущества обоих предыдущих типов: они обладают большей маневренностью, чем прицепные, и обеспечивают более высокую производительность по сравнению с навесными.

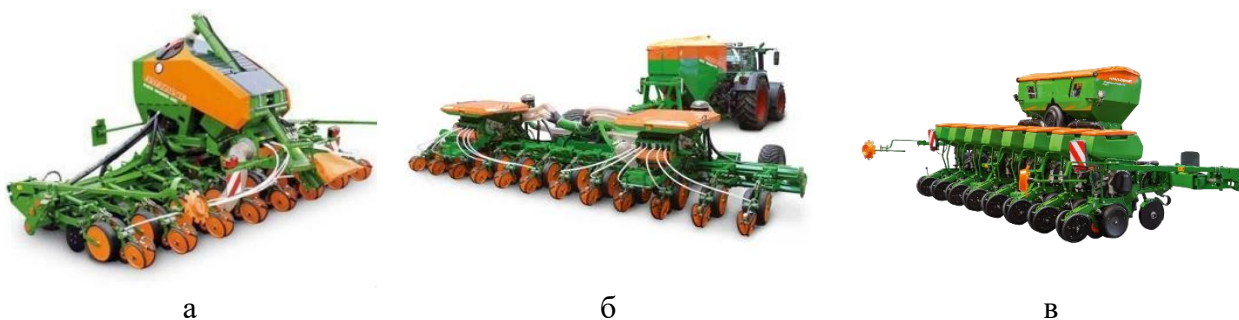


Рис. 1. Классификация пропашных сеялок по способу агрегатирования:
а- навесные, б- прицепные, в- полунавесные

По типу высевающего аппарата пропашные сеялки можно разделить на две основные категории: механические и пневматические. Каждая из этих категорий имеет свои особенности, которые определяют их эффективность и область применения в сельском хозяйстве. Механические пропашные сеялки используют различные конструкции высевающих аппаратов, которые обеспечивают точное и равномерное размещение семян в почве. К таким аппаратам относятся дисковые, барабанные, катушечные, пальчиковые и ленточные аппараты [3]. Дисковые аппараты оснащены дисками с различными углублениями под каждый вид высеваемых культур от овальных отверстий диаметром 7-10 мм для бобовых до миллиметровой канавки для мелкосемянных культур. Барабанные высевающие аппараты имеют схожее строение с дисковыми, но имеют не один ряд углублений для семян, а несколько. Пальчиковые устройства используют пальцы или щупы для захвата и подачи семян.

Пневматические пропашные сеялки используют принцип вакуума для дозирования семян. В таких системах создается разрежение или избыточное давление, что позволяет более точно распределять семена на дисках или барабанах высевающих аппаратов избегая пропусков и двойников. Пневматические сеялки имеют несколько ключевых особенностей. Благодаря использованию вакуума или давления, пневматические аппараты обеспечивают высокую точность дозирования семян, что особенно важно для дорогостоящих или редких культур [4,5-7]. Пневматические сеялки могут работать с различными типами семян, включая мелкие и легкие, которые могут быть проблематичными для механических систем. Это делает их идеальными для разнообразных сельскохозяйственных операций. Однако наиболее важной и ценной особенностью пневматических сеялок является деликатность посева. Такие высевающие механизмы почти не наносят механического вреда семям (0,1-0,01%).

В зависимости от количества выполняемых операций, пропашные сеялки можно классифицировать на несколько типов: однозаходные, многофункциональные и комбинированные. Однозаходные пропашные сеялки предназначены исключительно для посева семян. Они обеспечивают точное размещение семян на заданной глубине и с необходимым расстоянием между ними. Такие сеялки часто используются в тех случаях, когда предварительная обработка почвы была проведена заранее, и нет необходимости в дополнительных операциях. Многофункциональные сеялки способны выполнять две операции одновременно, например, посев семян и внесение удобрений. Эти устройства оснащены дополнительными системами для распределения удобрений, что позволяет значительно сократить время и затраты на обработку поля. Многофункциональные сеялки идеально подходят для интенсивного сельского хозяйства, где важна не только точность посева, но и своевременное внесение питательных веществ в почву. Комбинированные пропашные сеялки представляют собой наиболее универсальные устройства, которые могут выполнять три и более операции за один проход. Обычно они объединяют функции посева семян, внесения удобрений и культивации почвы или же одновременный высеv двух культур с внесением удобрений. Такие сеялки оснащены сложными системами управления и могут работать в различных условиях, что делает их идеальными для многоступенчатой обработки полей. Комбинированные сеялки значительно повышают эффективность работы, так как позволяют сократить количество проходов по полю и минимизировать механические повреждения почвы. Они особенно полезны в условиях ограниченного времени, когда необходимо быстро подготовить поле к посеву и обеспечить оптимальные условия для роста растений.

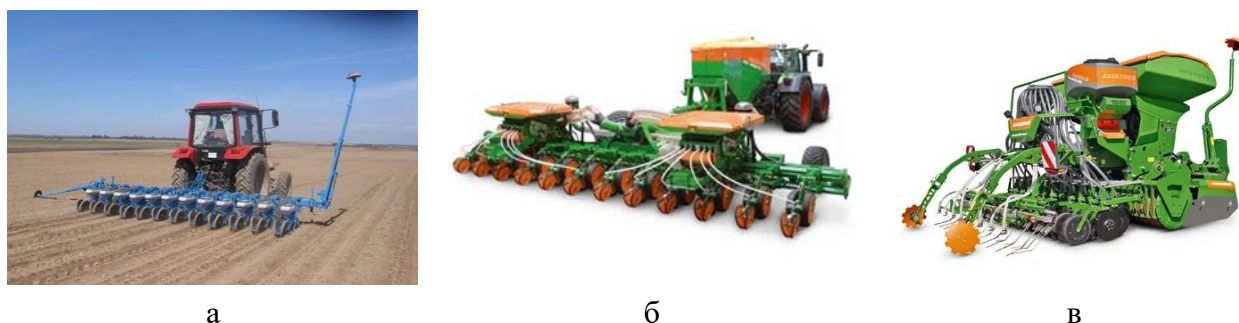


Рис. 2. Классификация пропашных сеялок по количеству выполняемых операций:
а- однозаходные, б- многофункциональные, в- комбинированные

Правильный выбор типа сеялки не только повышает производительность, но и способствует устойчивому развитию сельского хозяйства, минимизируя воздействие на окружающую среду и оптимизируя использование ресурсов. Таким образом, знание классификации и особенностей пропашных сеялок позволяет агрономам и фермерам принимать более обоснованные решения, что в конечном итоге ведет к улучшению урожайности и экономической эффективности.

Список источников

1. Артамонов Е.И., Артамонова О.А., Казарина А.В., Дик И.И., Ванюшкин В.А. Разработка селекционной сеялки с дисковым высевающим устройством для деляночного посева амаранта метельчатого // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 1 (105). С. 83-90.
2. Канаев М.А., Дик И.И. Дифференцированное внесение удобрений // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве. Сборник научных трудов научно-практической конференции. Кинель, 2023. С. 35-38.
3. Крючина Н.В., Крючин П.В., Денисов С.В. Современные методы посева, инновации в агросекторе // Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель, 2025. С. 295-299.

4. Крючина Н.В., Мишанин А.Л., Денисов С.В. Особенности применения современного навигационного оборудования при посеве и внесении удобрений // Самара AgroВектор. 2024. Т. 4. № 2. С. 39-44.

5. Кравцов А. В., Коновалов В. В., Кухмазов К. З., Зайцев В. Ю. Функциональная схема посевного агрегата на основе сеялки с пневматическим высевом // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 36-44. doi: 10.12737/36528.

6. Патент № 2142686 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/16. Высевующий аппарат : № 98107715/13 : заявл. 21.04.1998 : опубл. 20.12.1999 / Н. П. Крючин, Ю. В. Ларионов, А. Н. Андреев [и др.] ; заявитель Самарская государственная сельскохозяйственная академия.

7. Янзина Е.В., Канаев М.А., Грецов А.С. др. Механизация и автоматизация технологических процессов растениеводства и животноводства. уч. пособие , 2022. С.195.

References

1. Artamonov E.I., Artamonova O.A., Kazarina A.V., Dick I.I., Vanyushkin V.A. Development of a selective seeder with a disc seeding device for plot sowing of amaranth paniculate // Izvestiya of the Orenburg State Agrarian University. 2024. No. 1 (105). Pp. 83-90.

2. Kanaev M.A., Dick I.I. Differentiated Fertilization // Technologies, Machines and Equipment in Agriculture. Collection of Scientific Papers of the Scientific and Practical Conference. Kinel, 2023. Pp. 35-38.

3. Kryuchina N.V., Kryuchin P.V., Denisov S.V. Modern Methods of Sowing, Innovations in the Agro-Sector // Innovative Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference. Kinel, 2025. P. 295-299.

4. Kryuchina N.V., Mishanin A.L., Denisov S.V. Features of the use of modern navigation equipment in sowing and fertilizing // Samara AgroVector. 2024. Vol. 4. No. 2. P. 39-44

5. Kravtsov, A. V., Konovalov, V. V., Kuchmasov, K. S. & Zaitsev, V. Yu. (2020). Functional diagram of the sowing unit based on a pneumatically operated seeder. Izvestia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 1, 36-44. (In Russ.). doi: 10.12737/36528.

6. Patent No. 2142686 C1, Russian Federation, IPC A01C 7/16. Seeding apparatus: No. 98107715/13, filed on April 21, 1998, published on December 20, 1999 / N. P. Kryuchin, Yu. V. Larionov, A. N. Andreev [et al.] ; applicant: Samara State Agricultural Academy.

7. Yanzina E.V., Kanaev M.A., Gretsov A.S., etc. Mechanization and automation of technological processes in crop and livestock production. teaching aid, 2022. P.195.

Информация об авторах:

Канаев М. А. – кандидат технических наук, доцент;
Дик И. И. – студент.

Information about the authors:

Kanaev M. A. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Dick I. I. – student.

Вклад авторов:

Канаев М. А. – научное руководство;
Дик И. И. – написание статьи.

Contribution of the authors:

Kanaev M. A. – scientific guide;
Dick I. I. – writing an article.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОСЕВНЫЕ МАШИНЫ

**Иван Иванович Дик¹, Наталья Викторовна Крючина²,
Александр Леонидович Мишанин³**

^{1,2,3} Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

¹ ivan.dik.19@bk.ru <https://orcid.org/0000-0001-6610-5620>

² natali24.86@mail.ru orcid.org/0000-0002-7151-2762

³ mishanin_al@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0371-1057>

В данной статье рассматриваются посевные машины, выполняющие за один проход не только посев основной культуры, но и ряд других операций. Составлена классификация многофункциональных сеялок. Проведен обзор наиболее популярных в средней полосе России посевных машин и комплексов. Рассмотрены отличительные черты, преимущества и недостатки.

Ключевые слова: многофункциональная сеялка, операции, посев, культивация, комплекс, комбинированная машина.

Для цитирования: Дик И. И., Крючина Н. В., Мишанин А. Л. Многофункциональные посевные машины // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 72-76.

MULTIFUNCTIONAL SOWING MACHINES

Ivan I. Dik¹, Natalia V. Kryuchina², Alexander L. Mishanin

^{1,2,3} Samara State Agrarian University, Samara, Russia

¹ ivan.dik.19@bk.ru <https://orcid.org/0000-0001-6610-5620>

² natali24.86@mail.ru orcid.org/0000-0002-7151-2762

³ mishanin_al@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0371-1057>

This article discusses seeding machines that perform not only sowing of the main crop, but also a number of other operations in one pass. A classification of multifunctional seeders is presented. An overview of the most popular seeding machines and complexes in central Russia is provided. The distinctive features, advantages, and disadvantages are discussed.

Keywords: multifunctional seeding machine, operations, sowing, cultivation, complex, combined machine.

For citation: Dick, I. I. & Kryuchina N. V., Mishanin A. L. (2026). Multifunctional Sowing Machines. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 72-76). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Разработка многофункциональных сельскохозяйственных машин, особенно посевных агрегатов, становится ключевым фактором в современном агросекторе. Они позволяют выполнять несколько операций за один проход, что экономит время и ресурсы. Такие агрегаты адаптируются под различные условия и типы культур, повышая продуктивность и рентабельность. Внедрение таких технологий также способствует рациональному использованию природных ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Посевные машины различают по количеству выполняемых операций за один проход на однооперационные, комбинированные и модульные. Однооперационные машины за один проход выполняют одну операцию - посев. В такой классификации бороздообразование, дозирование, транспортирование, укладка семян и их заделка объединяются в одну операцию - посев. Данные машины были актуальны в первой половине прошлого столетия. В современных растениеводческих хозяйствах такие машины встречаются крайне редко. Ввиду коротких агротехнических сроков посева выполнять только одну операцию не только не выгодно, но и крайне рискованно.

Разработка комбинированных посевных машин, начавшаяся в конце 20 века, до сих пор не потеряла свою актуальность. Комбинированные машины выполняют за один проход более одной операции. Комбинированные машины классифицируются по типу выполняемых операций. Так, посевные комплексы могут выполнять за одну операцию: поверхностную почвообработку, прикатывание почвы, посев основной культуры, посев вспомогательной культуры, внесение удобрения, послепосевное прикатывание, боронование и т.д. Данные операции выполняются как в различных комбинациях, так и совместно. Рассмотрим несколько наиболее популярных многофункциональных сеялок.

Сеялка зерновая туковывсеивающая СЗТ-3,6 (рис. 1а) представляет собой высокоэффективное агрегационное устройство, предназначенное для одновременного посева зерновых культур и внесения гранулированных удобрений. Конструкция этой сеялки включает в себя несколько ключевых элементов, которые обеспечивают её надежность и производительность. Основой сеялки является рама, выполненная из прочного стального профиля, что гарантирует её устойчивость к механическим нагрузкам и долговечность в эксплуатации. Рама опирается на 2 опорно-приводных колеса. Сеялка оснащена дисковыми сошниками, которые обладают отличными характеристиками по заглублению семян. Эти сошники позволяют точно контролировать глубину посева. Каждый сошник имеет возможность регулировки угла атаки, что дополнительно повышает эффективность работы устройства. На раме установлены два бункера, каждый из которых имеет отсек для семян и удобрений. СЗТ 3,6 оборудована двумя комплектами механических высеивающих аппаратов: для дозирования семян и удобрений. Сеялка оснащена дисковыми сошниками, которые обладают отличными характеристиками по заглублению семян. Эти сошники позволяют точно контролировать глубину посева. Каждый сошник имеет возможность регулировки угла атаки, что дополнительно повышает эффективность работы устройства. Внесение удобрений и семян производится в одну бороздку.



Рис. 1. Многофункциональные посевные машины:
а- сеялка зерновая туковывсеивающая СЗТ-3,6; б- DMC 12000; в- Compect-Solitair

Сеялка DMC 12000 компании Amazone Werke для отечественного рынка выпускается в Самарской области (рис. 1 б). Сеялка DMC 12000 оснащена двойным бункером для семян и удобрений, который расположен в задней части пространственной рамы. Этот бункер, изготовленный из листовой стали, и имеет прямоугольную форму. В нижней части бункер переходит в два воронкообразных конуса, под которыми установлены дозирующие устройства. Конструкция бункера позволяет равномерно распределять массу загруженных семян и удобрений на широкопрофильные опорные колеса сеялки. Внутри бункера предусмотрены электрические

датчики уровня семян. Когда уровень семян снижается, на табло бортового компьютера появляется соответствующая пиктограмма, что позволяет оператору своевременно реагировать на необходимость дозаправки. Для предотвращения попадания посторонних предметов в дозирующие устройства внутри бункера установлена защитная решетка, а сверху бункер накрывается брезентовым тентом.

Привод дозирующих устройств осуществляется с помощью приводного пневматического колеса, которое вступает в контакт с левым опорным колесом. Приводное колесо оборудовано рукояткой для проверки вращения высевных катушек перед началом работы и для установки нормы высева. В транспортном положении приводное колесо фиксируется с помощью пружинного фиксатора. Высеянные семена подаются катушками с помощью потока воздуха, создаваемого вентилятором. Семена нагнетаются по вертикальному каналу к распределительной головке. Сферическая распределительная головка устанавливается на фланце и имеет выходные отверстия, которые герметично соединяются с гофрированными шлангами, подводящими семена к сошникам. Такая конструкция сеялки позволяет одновременно сеять растения и вносить удобрения на сельскохозяйственных угодьях без предварительной подготовки [1,2,3].

В отличие от посевных машин почвообрабатывающая комбинация с сеялкой должна быть универсальной. Сеялка Compect-Solitiar от группы компаний LEMKEN полностью соответствует этим требованиям. Она оснащена большим семенным бункером, что обеспечивает высокую производительность и удобство загрузки. Рабочие секции с двумя рядами зубчатых полусферических дисков регулируются по глубине с помощью гидравлической системы. Подпружиненные планировочные зубья специально разработаны для использования за плугом. Сеялка оборудована большим шинным катком с профилем AS, который снижает тяговое усилие и обеспечивает качественное обратное прикатывание почвы, а также безопасную транспортировку по дорогам общего пользования. Необслуживаемые двухдисковые сошники OptiDisc с обрезиненными роликами обеспечивают равномерную укладку семян без забивания и точное соблюдение заданной глубины даже на высокой скорости. Объем семенного бункера составляет 3500 или 5000 литров, а его две секции можно настроить, изменяя положение перегородки, что позволяет загружать удобрения и посевной материал в пропорциях 40:60, 50:50 или 60:40. Оба отсека бункера легко заполняются из мешков или через шнек.

Для предпосевной обработки почвы используются короткие дисковые бороны совместно с двухдисковыми сошниками диаметром 400 мм, что позволяет точно укладывать удобрения на нужную глубину. Давление сошников может быть увеличено до 150 кг (макс), что обеспечивает надежное внедрение в почву. Большие колеса шинного уплотняющего вала способствуют оптимальному обратному прикатыванию посевного ложа. Для дополнительного предварительного уплотнения посевных рядов в модели LEMKEN 80 предусмотрен встроенный трапециевидный уплотняющий каток. Необслуживаемые двухдисковые сошники OptiDisc с последующим роликом ведения обеспечивают точную укладку семян на глубину и междурядье 167 мм, гарантируя равномерное покрытие. Таким образом, сеялка Compect-Solitiar от LEMKEN представляет собой многофункциональное решение, которое сочетает в себе высокую производительность, удобство эксплуатации и точность в работе, что делает ее идеальным выбором для современных сельскохозяйственных практик.

Ярким примером комбинированной машины является сеялка сплошного высева от компании Amazone Werke. Данная сеялка представляет собой комбинацию роторного культиватора, туковысевающей сеялки и разбрасывателя семян (рис. 2). Данные компоненты могут агрегатироваться в одном агрегате, или же отдельно, что позволяет использовать каждый компонент с максимальной эффективностью [4,5].



Рис. 2. Комбинированная сеялка AD

Многообразие многофункциональных посевных машин позволяет современным фермерам с максимальной эффективностью использовать ресурсы техники, плодородного слоя. Современный рынок сельскохозяйственных машин настолько широк, что потребность каждой организации может быть удовлетворена в кратчайшие сроки.

Список источников

1. Крючина Н.В., Крючин П.В., Денисов С.В. Современные методы посева, инновации в агросекторе // Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель, 2025. С. 295-299.
2. Крючина Н.В., Мишанин А.Л., Денисов С.В. Особенности применения современного навигационного оборудования при посеве и внесении удобрений // Самара АгроВектор. 2024. Т. 4. № 2. С. 39-44
3. Канаев М.А., Дик И.И. Дифференцированное внесение удобрений // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве. Сборник научных трудов научно-практической конференции. Кинель, 2023. С. 35-38.
4. Канаев М.А., Парфенов О.М., Полюдов Г.Ю. Классификация современных туковысевающих аппаратов // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию основания инженерного факультета ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ. Оренбург, 2025. С. 273-277
5. Петров А.М. Исследование процесса дозирования семян селекционной сеялки с дисково-ленточным высевающим аппаратом. Петров А.М., Зелева Н.В., Васильев С.А., Сыркин В.А. Отчет о НИР. Самарская государственная сельскохозяйственная академия. 2013.
6. Крючин, Н. П. Селекционная сеялка для трудносыпучих мелкосемянных культур / Н. П. Крючин, С. В. Вдовкин, П. В. Крючин // Сельский механизатор. – 2015. – № 3. – С. 17.
7. Петров, А. М. Анализ зарубежных сеялок для рядового высева и тенденции их развития / А. М. Петров, В. А. Сыркин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 3. – С. 26-28.

References

1. Kryuchina, N., Kryuchin, P., Denisov, S. Innovative achievements in science and technology of the agro-industrial complex. IBC Samara state agrarian university, Kinel conference: innovative achievements in science and technology of the agro-industrial complex kinel, 18–21 february 2025 organizers: ministry of agriculture of the russian federation, moscow samara state agrarian university, kinel.

2. Kryuchina N.V., Mishanin A.L., Denisov S.V. Features of the use of modern navigation equipment in sowing and fertilizing // Samara agrovector. 2024. Vol. 4. No. 2. Pp. 39-44
3. Kanaev M. A., Dik, I. I. (2023). Differential fertilizer application.
4. Kanaev M., Parfenov O., Polyudov G. Improvement of engineering and technical support of production processes and technological systems. Orenburg State Agrarian University, Orenburg conference: improvement of engineering and technical support of production processes and technological systems Orenburg, February 7, 2025 Organizers: Orenburg State Agrarian University, Orenburg.
5. Petrov A.M. Study of the process of dosing seeds of a selection seeder with a disk-belt sowing apparatus. Petrov A.M., Zeleva N.V., Vasiliev S.A., Syrkin V.A. Research report. Samara State Agricultural Academy. 2013.
6. Kryuchin, N. P. Selection sower for difficult-to-loose small-seeded crops / N. P. Kryuchin, S. V. Vdovkin, P. V. Kryuchin // Selsky Mehanizator. – 2015. – No. 3. – P. 17.
7. Petrov, A. M. Analysis of foreign seed drills for row sowing and trends in their development / A. M. Petrov, V. A. Syrkin // Izvestiya of the Samara State Agricultural Academy. – 2007. – No. 3. – Pp. 26-28.

Информация об авторах:

Крючина Н. В. – кандидат технических наук, доцент;
Дик И. И. – студент;
Мишанин А. Л. – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

Kryuchina N. V. – candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Dick I. I. – student;
Mishanin A. L. – candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов:

Крючина Н. В. – научное руководство;
Дик И. И. – написание статьи;
Мишанин А. Л. – написание статьи.

Contribution of the authors

Kryuchina N. V. – scientific guide;
Dick I. I. – writing an article;
Mishanin A. L. – writing an article.

Обзорная статья

УДК 631

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Михаил Анатольевич Канаев¹, Анна Валерьевна Коркина²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

¹annakorkinaa@yandex.ru

²kanaev_m@ssaa.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9435-171X>

В представленной работе анализируются ключевые области использования искусственного интеллекта в агропромышленном комплексе. Дается сжатое описание методик контроля состояния посевных площадей, автоматизированных решений для сельхозтехники, интеллектуальных подходов в животноводстве, а также способов прогнозирования объемов урожая и погодных угроз. Подчеркивается воздействие цифровой трансформации на рост продуктивности, экономию ресурсов и экологическую безопасность сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровое сельское хозяйство, точное земледелие, мониторинг посевов, прогнозирование урожайности, роботизация, агропромышленный комплекс.

Для цитирования: Канаев М. А., Коркина А. В. Искусственный интеллект в сельскохозяйственном производстве // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 76-80.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Mikhail A. Kanaev¹, Anna V. Korkina²

^{1,2}Samara State Agrarian University, Samara, Russia

¹annakorkinaa@yandex.ru

²kanaev_m@ssaa.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9435-171>

The paper presents an analysis of key areas of use of artificial intelligence in agro-industrial complex. A brief description of methods for monitoring the condition of planting areas, automated solutions for agricultural machinery, intelligent approaches in animal husbandry, as well as ways to predict crop yields and weather threats is given. The impact of digital transformation on productivity, resource conservation and environmental safety in agricultural production is emphasized.

Keywords: artificial intelligence, digital agriculture, precision farming, crop monitoring, yield forecasting, robotization, agro-industrial complex.

For citation: Kanaev M. A. & Korkina A. V. (2026). Artificial intelligence in agricultural production. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 76-80). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Аграрный сектор переживает глубокую технологическую перестройку, вызванную широким применением цифровых инструментов и систем на базе искусственного интеллекта. Демографический рост, осложнение климатической ситуации, дефицит ресурсов и стремление к экологически безопасному развитию побуждают агропромышленный комплекс искать передовые подходы к организации производственных процессов. В этой связи искусственный интеллект становится ключевым фактором, который значительно увеличивает продуктивность сельскохозяйственной деятельности. Технологии обработки больших массивов данных и интеллектуальные модели все активнее используются в каждом звене агропромышленной цепочки – от оценки состояния земельных участков до логистики продукции и рационального использования ресурсов. По сути, искусственный интеллект формирует принципиально новую парадигму земледелия, где каждое решение принимается не на основе эмпирического опыта или интуитивных предположений, а на основе точных расчетов и объективных данных.

Одной из наиболее значимых сфер применения искусственного интеллекта является мониторинг посевов. С помощью спутниковых снимков, дронов и сети сенсоров формируются детальные карты состояния сельскохозяйственных угодий, которые было бы крайне сложно создать традиционными способами. Алгоритмы компьютерного анализа изображений способны за считанные минуты выявлять зоны с недостаточной увлажненностью, дефицитом питательных макро- и микроэлементов, начальными признаками заболеваний или механическими повреждениями растений. Такое оперативное обнаружение проблем помогает предотвратить потери урожая и целенаправленно распределять ресурсы именно там, где это необходимо. Искусственный интеллект также кардинально пересмотрел подход к внесению удобрений. Он принимает во внимание структуру почвы, биологические особенности растений, динамику их развития, климатические параметры и, анализируя эти данные в комплексе, выдает

индивидуальные рекомендации по объемам и срокам внесения питательных веществ. Как результат, аграрии получают возможность точно воздействовать на поля, сокращая расход химических препаратов и одновременно улучшая потребительские свойства продукции.

В сфере защиты растений искусственный интеллект создает впечатляющие результаты. Системы машинного обучения анализируют фотографии листьев и плодов, выявляя первые признаки развития заболеваний или присутствия вредителей с точностью, недостижимой для невооруженного человеческого глаза. На основе полученных данных составляются прогнозы распространения инфекции и подбираются наиболее безопасные способы обработки почвы и растений. Это способствует сокращению использования пестицидов и, соответственно, снижению негативной нагрузки на окружающую среду. Важную роль имеют автоматизированные машины нового поколения – беспилотные тракторы, роботизированные сеялки и интеллектуальные комбайны. Они самостоятельно прокладывают маршруты, обходят препятствия, настраивают глубину посадки и объем высева семян, что значительно снижает зависимость отрасли от человеческого труда и исключает вероятность многих ошибок.

В животноводстве также активно внедряются технологии искусственного интеллекта. Системы видеонаблюдения и датчиков позволяют в режиме реального времени отслеживать такие показатели состояния животных, как температура тела, особенности поведения, аппетит, уровень двигательной активности. Алгоритмы оперативно регистрируют любые отклонения от нормы, что позволяет своевременно предотвратить развитие заболеваний и минимизировать экономические убытки. Более того, искусственный интеллект анализирует кормовую базу, физиологические характеристики и экономические показатели, помогая формировать наиболее эффективные рационы кормления. В итоге снижаются производственные затраты и растет продуктивность животноводческих ферм.

В хозяйственной деятельности крайне важно внедрение искусственного интеллекта с целью более эффективного распределения ресурсов. Интеллектуальные системы капельного полива, анализируя данные о влажности почвы, температуре воздуха, потребностях культуры и другие факторы, определяют оптимальный объем воды для каждого конкретного участка. Такое прецизионное распределение влаги не только экономит водные ресурсы, но и повышает устойчивость растений к негативным воздействиям окружающей среды.

В тепличных хозяйствах искусственный интеллект управляет уровнем освещенности, температурным режимом и системой вентиляции, создавая максимально благоприятные условия для роста растений и одновременно сокращая потребление электроэнергии.

Прогностическая функция искусственного интеллекта является предметом особого интереса. Анализируя обширные массивы информации – метеорологические отчеты, архивные данные об урожайности, рыночные тренды и статистику заболеваемости растений, – искусственный интеллект составляет точные прогнозы о возможных рисках. Это помогает аграриям заранее составлять планы работ: определять оптимальные сроки посадки, уборки урожая, обработки почвы, закупки удобрений и средств защиты растений. Прогнозирование динамики цен позволяет принимать взвешенные решения относительно реализации продукции, что позитивно влияет на экономическую стабильность хозяйств.

Искусственный интеллект участвует в моделировании последствий климатических изменений. Алгоритмы анализируют долгосрочные температурные тенденции, вероятности засух и заморозков, риски экстремальных осадков. Основываясь на этих моделях, фермеры могут оптимизировать структуру посевов, выбирать устойчивые сорта растений, внедрять новые технологии обработки почвы и сокращать потери. В условиях глобальных климатических изменений такая информация приобретает стратегическое значение для обеспечения продовольственной безопасности.

Логистические решения, основанные на искусственном интеллекте, используются для систем распределения продукции, выбирают оптимальные маршруты доставки, рассчитывают потребность в складских площадях, определяют, какие партии целесообразно направить на переработку, а какие – на рынок. Это способствует снижению потерь урожая и сокращению затрат на транспортировку и хранение. Алгоритмы также анализируют состояние рынков и

прогнозируют колебания цен, позволяя производителям действовать более гибко и эффективно.

Помимо экономического эффекта, внедрение искусственного интеллекта повышает экологическую устойчивость аграрного сектора. Оптимизация водопользования, сокращение объемов применения удобрений и пестицидов, уменьшение количества отходов – все это делает производство более экологически чистым. Интеграция искусственного интеллекта с экологическими методами земледелия способствует формированию устойчивых агроэкосистем, в которых природные ресурсы используются рационально и эффективно.

Социальное развитие сельских территорий ощущает на себе воздействие искусственного интеллекта. Автоматизация помогает снизить зависимость сельскохозяйственных предприятий от сезонных рабочих, что особенно актуально для регионов с дефицитом трудовых ресурсов. Работа в аграрном секторе становится более интеллектуальной – фермеры выступают не только как исполнители рутинных операций, но и как операторы сложных цифровых систем, что повышает престиж профессии.

В будущем ожидается, что искусственный интеллект станет основой для полностью автоматизированных агропромышленных комплексов. Уже сегодня ведутся разработки цифровых двойников ферм – виртуальных моделей, имитирующих реальные производственные процессы и позволяющих проводить тестирование различных стратегий развития хозяйства. Разрабатываются автономные тепличные модули, в которых искусственный интеллект самостоятельно контролирует микроклимат, питание растений и технологию выращивания. Большие надежды возлагаются на использование искусственного интеллекта в селекции: алгоритмы анализируют генетические данные растений, прогнозируют устойчивость сортов к различным факторам, выявляют комбинации признаков, обеспечивающие максимальную урожайность, и помогают создавать новые гибриды, адаптированные к меняющимся климатическим условиям. Таким образом, искусственный интеллект становится краеугольным камнем новой модели сельского хозяйства, сочетающей высокий уровень технологичности, адаптивности, экологической безопасности и устойчивости к внешним воздействиям.

Список источников

1. Алексанян Г. А., Подгорная О. В. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве: возможности и перспективы // Агропродовольственная политика России. – 2021. – № 6. – С.32–38.
2. Гончаров В. Д., Лачуга Ю. Ф. Цифровые технологии в агропромышленном комплексе России. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 248 с.
3. Ефремов А. Н. Применение систем машинного зрения в точном земледелии // Техника и оборудование для сельского хозяйства. – 2020. – № 10. – С. 14–18.
4. Захаров В. В., Атаев А. М. Роботизация и автоматизация в растениеводстве // Вестник АПК Ставрополя. – 2022. – № 3. – С. 52–58.
5. Климов С. С., Бойко П. Н. Цифровизация животноводства: современные решения и тенденции развития // Зоотехния. – 2021. – № 7. – С. 20–25.
6. Лопатин А. В. Искусственный интеллект в управлении аграрными ресурсами // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – № 5. – С. 45–50.
7. ФАО. Состояние продовольствия и сельского хозяйства. – Рим : Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, 2022.
8. Новая парадигма развития сельского хозяйства / Л. В. Орлова, А. А. Фомин, А. Л. Тойгильдин [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 3(399). – С. 357-360.
9. Человечкова А. В., Комиссарова И. В., Мирошниченко Н. В. Прогнозирование почвенно-гидрологических параметров с помощью искусственного интеллекта // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3. С. 28-36. doi: 10.55170/19973225_2023_8_3_28.

10. Курбаков И. И., Иншаков А. П., Кувшинов А. Н., Дронов В. О., Курбакова М. С. Разработка тренажера для формирования компетенций управления мобильной сельскохозяйственной техникой // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10. № 3. С. 37-43. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-37-43.

References

1. Aleksanyan G. A., Podgornaya O. V. Artificial intelligence in agriculture: opportunities and prospects // Agro-food policy of Russia. - 2021. - No. 6. - pp. 32-38.
2. Goncharov V. D., Lachuga Yu. F. Digital technologies in the agro-industrial complex of Russia. - Moscow: FGBNU "Rosinformagrotech", 2020. - 248 p.
3. Efremov A. N. Application of machine vision systems in precision farming // Machinery and equipment for agriculture. - 2020. - No. 10. - pp. 14-18.
4. Zakharov V. V., Atayev A. M. Robotization and automation in crop production // Bulletin of the agro-industrial complex of Stavropol. – 2022. – No. 3. – P. 52–58.
5. Klimov S. S., Boyko P. N. Digitalization of animal husbandry: modern solutions and development trends // Zootechnics. – 2021. – No. 7. – P. 20–25.
6. Lopatin, A. V. Artificial Intelligence in Agricultural Resource Management. Agricultural Economics in Russia, no. 5, pp. 45–50.
7. FAO. The State of Food and Agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022.
8. A New Paradigm for Agricultural Development / L. V. Orlova, A. A. Fomin, A. L. Toygildin [et al.] // International Agricultural Journal. – 2024. – No. 3(399). – Pp. 357-360.
9. Chelovechkova, A. V., Komissarova, I. V. & Miroshnichenko, N. V. (2023). Forecasting of soil- hydrological parameters with the help of artificial intelligence. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 3, 28-36. (In Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_3_28.
10. Kurbaков, I. I., Inshakov, A. P., Kuvshinov, A. N., Dronov, V. O. & Kurbakova, M. S. (2025). Development of a simulator for the formation of mobile agricultural machinery management competencies. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 10, 3, 37-43. (In Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225- 2025-10-3-37-43.

Информация об авторах:

М. А. Канаев – доцент;
А. В. Коркина – студент.

Information about the authors:

M. A. Kanaev – Associate Professor;
A. V. Korkina – student.

Вклад авторов:

М. А. Канаев – научное руководство;
А. В. Коркина – написание статьи.

Authors' contribution:

M. A. Kanaev – scientific guidance;
A. V. Korkina – article writing.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БПЛА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Иван Сергеевич Денисов¹, Алексей Сергеевич Грецов²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹denisov_ivan007@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-1054-8360>

²grecov_as@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3539-5642>

Современное сельское хозяйство сталкивается с необходимостью увеличения объемов производства продовольствия для растущего населения при одновременном сокращении использования ресурсов и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. В условиях, когда традиционные методы ведения агробизнеса не способны эффективно справляться с этими вызовами, концепция «Точного земледелия» становится ключевой для повышения рентабельности и устойчивости агропроизводства. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) играют важную роль в этой трансформации, превращаясь из простых инструментов аэрофотосъемки в многофункциональные платформы, способные собирать и обрабатывать огромные объемы данных. В статье рассматриваются типы БПЛА, их конструктивные особенности, преимущества и недостатки, а также основные направления применения в сельском хозяйстве, включая мониторинг и диагностику посевов и животных.

Ключевые слова: точное земледелие, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), мониторинг, диагностика, инновации в агробизнесе.

Для цитирования: Денисов И. С., Грецов А. С. Анализ использования БПЛА в сельском хозяйстве // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 81-87.

ANALYSIS OF UAV USE IN AGRICULTURE

Ivan S. Denisov¹, Alexey S. Gretsov²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹denisov_ivan007@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-1054-8360>

²grecov_as@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3539-5642>

Modern agriculture faces the challenge of increasing food production for a growing population while reducing resource usage and minimizing environmental impact. As traditional agricultural practices struggle to address these challenges effectively, the concept of "Precision Agriculture" has emerged as a key solution for improving the profitability and sustainability of agricultural operations. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) play a crucial role in this transformation, evolving from simple aerial photography tools to multifunctional platforms capable of collecting and processing vast amounts of data. The article discusses the types of UAVs, their design features, advantages, and disadvantages, as well as the main areas of application in agriculture, including monitoring and diagnostics of crops and animals.

Keywords: precision agriculture, unmanned aerial vehicles (UAVs), monitoring, diagnostics.

For citation: Denisov, I. S. & Gretsov, A. S. (2026). Analysis of uav use in agriculture. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 81-87). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Современное сельское хозяйство стоит перед глобальным вызовом: необходимостью значительного увеличения объемов производства продовольствия для растущего населения планеты при одновременном сокращении использования ресурсов, таких как вода, удобрения и пестициды, и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Традиционные методы ведения агробизнеса зачастую неспособны эффективно ответить на эти вызовы из-за своей низкой ресурсоэффективности, инерционности и масштабности.

На этом фоне концепция «Точного земледелия» (Precision Agriculture) превратилась из узкоспециализированного подхода в основную парадигму развития АПК. Ее суть заключается в управлении пространственной и временной изменчивостью полей для повышения рентабельности, устойчивости и продуктивности производства. И ключевую роль в реализации этой концепции сегодня играют беспилотные летательные аппараты.

БПЛА, или дроны, перестали быть просто инструментом для аэрофотосъемки. Они эволюционировали в многофункциональные агротехнологические платформы, способные собирать огромные массивы данных и выполнять физические операции с беспрецедентной точностью. Обработка полей с помощью дронов – это уже не футуристическая концепция, а стремительно набирающая обороты реальность, которая кардинально меняет ландшафт агропромышленного комплекса по всему миру.

Для понимания возможностей и ограничений использования БПЛА в сельском хозяйстве необходимо разобраться в их конструктивных особенностях.

Типы платформ БПЛА, используемых в сельском хозяйстве:

Мультироторные БПЛА (мультикоптеры) – имеют несколько винтов (чаще 4, 6 или 8), управляемых независимыми двигателями, обеспечивают вертикальный взлет и посадку, зависание на месте и высокую маневренность.



Рис. 1. Мультироторные БПЛА

Преимущества: Простота управления, способность работать на небольших и сложных участках, относительная дешевизна, стабильность при видеосъемке.

Недостатки: Ограниченное время полета (обычно 20-40 минут) и небольшая грузоподъемность из-за высокого энергопотребления.

Основное применение: Мониторинг и диагностика полей, создание ортофотопланов и 3D-моделей, внесение СЗР и минеральных удобрений, посев.

БПЛА самолетного типа – имеют неподвижное крыло, создающее подъемную силу, и один толкающий или тянущий винт. Для взлета и посадки требуется полоса или катапульта.

Преимущества: Длительное время полета (до 1,5-2 часов и более), высокая скорость покрытия больших площадей, энергоэффективность.

Недостатки: Не могут зависать на месте, требуют больше навыков для управления и инфраструктуры для взлета/посадки.

Основное применение: Обследование крупных земельных массивов, мультиспектральная съемка.

Рассмотрев основные конструктивные особенности БПЛА хотелось бы более подробно остановиться на основных направлениях применения БПЛА в сельском хозяйстве.

Самым распространенным направлением использования БПЛА в сельском хозяйстве в настоящее время является мониторинг и диагностика

Мониторинг и диагностика. Это самое массовое и востребованное направление. Дроны позволяют получать актуальную информацию о состоянии посевов в режиме, близком к реальному времени.

С помощью дронов мы можем произвести оценку всхожести и густоты стояния, выявить участки, поврежденные болезнями, вредителями или техникой, а также создать цифровые карты полей. Также мы можем отслеживать местоположение и активность скота на территории фермы или пастбища. Выявлять заболевания у животных на ранних стадиях (при помощи тепловизора определять животных с повышенной температурой тела). Обнаруживать случаи хищения. Находить стадо на пастбищах и перегонять его без помощи пастуха.



Рис. 2. Мониторинг посевов при помощи БПЛА



Рис. 3. Мониторинг животных при помощи БПЛА

Оценка всхожести и густоты стояния. На ранних стадиях развития культуры RGB-снимки и алгоритмы компьютерного зрения позволяют точно подсчитать количество растений на единице площади, выявить проплешины и неравномерность всходов.

Выявление стрессовых факторов. Мультиспектральная съемка (NDVI) помогает обнаружить участки с нехваткой азота, болезнями, вредителями или повреждениями от техники еще до визуального проявления симптомов.

Создание карт полей. На основе данных полученных при помощи БПЛА строятся высокоточные ортофотопланы, карты рельефа (цифровые модели местности), карты вегетационных индексов и карты задач для дифференцированного внесения материалов.

Следующее направление использование БПЛА в сельском хозяйстве это внесение средств защиты растений (СЗР) и удобрений. Данное направление представляет собой качественный скачок в агротехнологиях.

Дифференцированное внесение - вместо сплошной обработки всего поля, агродрон, загруженный «картой задачи», вносит гербициды, инсектициды или фунгициды точно, только на участках, где выявлена проблема. Это позволяет снизить расход препаратов на 30-50%.

Обработка в сложных погодных условиях и на сложном рельефе – дроны могут работать в периоды, когда наземная техника не может заехать в поле (после дождя), а также на склонах, вблизи ЛЭП и на полях сложной конфигурации.



Рис. 4. Внесение СЗР при помощи БПЛА

Экономия воды – так как для внесения СЗР применяется технология ультрамалого опрыскивания то для обработки гектара дрону требуется не более 10 литров воды, в то время как традиционным опрыскивателям – от 100 до 500 литров. Это значительно снижает нагрузку на логистику и водные ресурсы.

Посев - дроны используются для посева семян покровных культур, риса, горчицы, овса, а также лесных насаждений, а также для подсева проплевшин на уже возделываемых полях.

Внесение удобрений – точечное внесение гранулированных удобрений на основе карт потребности в питательных веществах.



Рис. 4. Внесение минеральных удобрений при помощи БПЛА

Новое перспективное направление использования агродронов это:

Страхование и отчетность – данные полученные при помощи БПЛА будут служить объективным доказательством для страховых компаний при наступлении страховых случаев (град, паводок).

Аэрация водоемов – дроны будут использоваться для насыщения кислородом воды в прудах рыбхозов.

Защита от заморозков – поток воздуха от винтомоторной группы дрона, летящего низко над садом, будет перемешивать воздух и предотвращать вымерзание цветков во время весенних заморозков.

Несмотря на существенные плюсы использования агродронов (БПЛА) в сельском хозяйстве, есть и недостатки применения данных устройств и основные из них это:

Нормативно-правовое регулирование. Во многих регионах РФ существуют строгие правила использования воздушного пространства, ограничения по весу, требования к сертификации операторов и получению разрешений на полеты.

Ограниченная грузоподъемность и время полета. Это основной технологический барьер для обработки сверхкрупных площадей в сжатые агротехнические сроки.

Зависимость от погодных условий. Сильный ветер, дождь и туман могут препятствовать полетам.

Необходимость в квалифицированных кадрах. Требуется не просто пилоты, а специалисты, способные работать с данными, интерпретировать снимки и интегрировать информацию в общую систему управления хозяйством.

Вопросы кибербезопасности и защиты данных. Данные, собранные дронами, являются стратегически важным активом, требующим защиты.

Некоторые направления развития использования агродронов в сельском хозяйстве:

Повышение автономности. Развитие технологии «роя» дронов, когда одним оператором управляется группа аппаратов, что резко повышает производительность.

Увеличение грузоподъемности и времени полета. Разработка новых источников питания (водородные топливные элементы, гибридные силовые установки).

Интеграция с другими технологиями. БПЛА станут неотъемлемой частью единой цифровой экосистемы «умной фермы», обмениваясь данными с наземными датчиками, метеостанциями, спутниками и роботизированной техникой.

Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение. Алгоритмы ИИ будут не просто показывать карту NDVI, а ставить точный диагноз (например, «фитофтороз на картофеле в фазе бутонизации на площади 0.5 га») и автоматически формировать карту задачи для дрона-обработчика с рекомендацией конкретного препарата.

Расширение функционала. Появление узкоспециализированных дронов для опыления растений, сбора фруктов с деревьев, борьбы с птицами и грызунами.

Обработка полей с помощью беспилотных летательных аппаратов — это не временный тренд, а фундаментальная технология, определяющая будущее сельского хозяйства. Она предлагает мощный инструмент для перехода от экстенсивного, ресурсозатратного земледелия к интенсивному, точному и устойчивому.

Преимущества БПЛА – в их гибкости, эффективности и способности предоставлять данные для принятия взвешенных управленческих решений. Несмотря на существующие технологические и регуляторные барьеры, темпы развития и внедрения агродронов стремительно растут. Экономическая эффективность, подкрепленная экологической ответственностью, делает эту технологию ключевым фактором конкурентоспособности современного агропромышленного предприятия.

В ближайшие пять-десять лет мы станем свидетелями того, как дроны превратятся из экзотического инструмента в стандартное, рядовое оборудование для любого прогрессивного хозяйства, такого же необходимого, как трактор или комбайн сегодня. Фермер будущего будет управлять своим полем не из кабины, а с помощью данных, собранных и обработанных беспилотными помощниками.

Список источников

1. «Дрон для сельского хозяйства» или как защитить растения без особых усилий [Электронный ресурс]. URL:<http://m.geektimes.ru/company/dronk/blog/266690/>.
2. Зубарев, Ю. Н. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве [Текст] / Ю. Н. Зубарев, Д. С. Фомин, А. Н. Чашин, М. В. Заболотнова. // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2019. – № 2. – С. 47-51.
3. Федосеева, Н. А. Перспективные области применения беспилотных летательных аппаратов [Текст] / Н. А. Федосеева, М. В. Загвоздкин. // Научный журнал. – 2017. – № 9 (22). – С. 26-29.
4. Ванюшкин В. А., Применение БВС (беспилотных воздушных средств) в сельском хозяйстве / В. А. Ванюшкин, С.В. Денисов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию П. В. Сенина, 22–23 нояб. 2023 г. [Электронный ресурс] / – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2024. С. 53-56.
5. Грецов А. С., Обзор и сравнительный анализ агродронов / А. С. Грецов, И. С. Денисов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию кафедры безопасности жизнедеятельности, 20–21 нояб. 2024 г. [Электронный ресурс] / – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2025. С. 53-58.
6. Орлова Л.В. Новая парадигма развития сельского хозяйства / Л. В. Орлова, А. А. Фомин, А. Л. Тойгильдин [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 3(399). – С. 357-360.
7. Крючина Н.В. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / Н.В. Крючина, С.В. Машков, П.В. Крючин // сб. Вклад молодых ученых в аграрную науку. Материалы Международной научно-практической конференции. 2017.С.200-202.
8. Kurbakov, I. I., Inshakov, A. P., Kuvshinov, A. N., Dronov, V. O. & Kurbakova, M. S. (2025). Development of a simulator for the formation of mobile agricultural machinery management competencies. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 3, 37-43. (In Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225- 2025-10-3-37-43.

References

1. "Drone for Agriculture" or How to Protect Plants Without Much Effort [Electronic resource]. URL:<http://m.geektimes.ru/company/dronk/blog/266690/>.
2. Zubarev, Yu. N. Use of Unmanned Aerial Vehicles in Agriculture [Text] / Yu. N. Zubarev, D. S. Fomin, A. N. Chashchin, M. V. Zabolotnova. // Bulletin of the Perm Federal Research Center. – 2019. – No. 2. – Pp. 47-51.

3. Fedoseyeva, N. A. Promising Areas of Application for Unmanned Aerial Vehicles [Text] / N. A. Fedoseyeva, M. V. Zagvozdkin. // Scientific Journal. – 2017. – № 9 (22). – Pp. 26-29.

4. Vanyushkin V. A., The use of UAVs (unmanned aerial vehicles) in agriculture / V. A. Vanyushkin, S.V. Denisov // Energy-efficient and resource-saving technologies and systems : materials of the International Scientific and Practical Conference.. dedicated. 70th anniversary of P. V. Senin, November 22–23, 2023 [Electronic resource] / – Saransk : Mordov. University Press, 2024. Pp. 53-56.

5. Gretsov, A. S., Review and Comparative Analysis of Agro-Drones / A. S. Gretsov, I. S. Denisov // Energy-Efficient and Resource-Saving Technologies and Systems : Materials of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 40th Anniversary of the Department of Life Safety, November 20–21, 2024. [Electronic resource] / – Saransk : Mordovian University Press, 2025. Pp. 53-58.

6. A New Paradigm for Agricultural Development / L. V. Orlova, A. A. Fomin, A. L. Toygildin [et al.] // International Agricultural Journal. – 2024. – No. 3(399). – Pp. 357-360.

7. Kryuchina N.V. Application of unmanned aerial vehicles in agriculture / N.V. Kryuchina, S.V. Mashkov, P.V. Kryuchin // collection. Contribution of young scientists to agricultural science. Proceedings of the International scientific and practical conference. 2017. pp. 200-202.

8. Kurbakov, I. I., Inshakov, A. P., Kuvshinov, A. N., Dronov, V. O. & Kurbakova, M. S. (2025). Development of a simulator for the formation of mobile agricultural machinery management competencies. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 10, 3, 37-43. (In Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225- 2025-10-3-37-43.

Информация об авторах:

И. С. Денисов – студент;

А. С. Грецов – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

I. S. Denisov – student;

A. S. Gretsov – candidate of technical sciences, associate professor.

Вклад авторов:

И. С. Денисов – написание статьи;

А. С. Грецов – научное руководство.

Contribution of the authors:

I. S. Denisov – writing articles;

A. S. Gretsov – scientific management.

Обзорная статья

УДК 681.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛИВА В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ

Варвара Сергеевна Денисова¹, Олег Михайлович Парфенов²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹denisovavs63@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-6358-029X>

²Parfenov_O.M@ssaa.ru, <https://orcid.org/00000-0001-8289-6856>

В статье рассматриваются важность систем полива для сельскохозяйственных культур в защищенном грунте, таких как теплицы. Описаны различные методы полива, включая ручной, капельный, дождевание и внутрпочвенное орошение, с анализом их преимуществ и недостатков.

Ключевые слова: защищенный грунт, полив, теплица, ручной полив, автоматический полив, капельный полив, дождевание, внутрипочвенное орошение, влага, жидкая подкормка

Для цитирования: Денисова В. С., Парфенов О. М. Автоматизация полива в закрытом грунте // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 87-92.

AUTOMATION OF IRRIGATION IN PROTECTED SOIL

Varvara S. Denisova¹, Oleg M. Parfenov²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹denisovavs63@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-6358-029X>

²Parfenov_OM@ssaa.ru, <https://orcid.org/00000-0001-8289-6856>

The article discusses the importance of irrigation systems for crops in protected environments, such as greenhouses. It describes various irrigation methods, including manual, drip, sprinkler, and sub-surface irrigation, and analyzes their advantages and disadvantages.

Keywords: protected environment, irrigation, greenhouse, manual irrigation, automatic irrigation, drip irrigation, sprinkler irrigation, subsurface irrigation, moisture, liquid fertilization

For citation: Denisova, V. S. & Parfenov O. M. (2026). Automation of irrigation in protected soil. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 87-92). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Без регулярного полива сельскохозяйственные культуры в защищенном грунте могут погибнуть. Растения в открытом грунте, могут рассчитывать на естественные источники влаги. Но в теплице таких возможностей нет. Влага в закрытом грунте не возьмется ниоткуда. Поэтому необходимо правильно устроить систему полива в защищенном грунте и не потерять урожай из-за недостатка влаги.

Грамотно обустроенная система (ручная или автоматическая) обеспечивает эффективный полив растений в закрытом грунте в любое время суток.

Ручной полив можно считать классическим, без особых денежных затрат, Вам понадобится, шланг или лейка, и источник воды (емкость или центральное водоснабжение).

Плюсы данного способа:

- возможность самостоятельно регулировать интенсивность полива, (например, томат нуждается в поливе один-два раза в неделю, а огурцы рекомендуют поливать намного чаще - раз в два дня в зависимости от погодных условий);

- если емкость с водой находится внутри теплицы, то в дневное время она может использоваться для орошения путем испарения влаги из резервуара.

К минусам данного способа можно отнести:

- затрачиваются немалые физические усилия;

- ручной полив требует много времени;

- растения могут получить прохладную воду;

- при слишком сильном напоре из шланга земля заливается, корни растений обнажаются.



Рис. 1. Ручной полив

Ручной полив в настоящее время можно рассматривать в качестве резервного.

Для организации автоматического полива используют три основных метода – капельный, внутрпочвенный и дождевание. Рассмотрим их подробнее:

Капельный полив – предполагает подачу воды из источника в специальные ленты или трубы с небольшими отверстиями, размещенными на небольшом расстоянии друг от друга. Через отверстия влага подается дозированно к корневой системе растений, регулируется поток капель с помощью вентиля, при этом происходит качественное увлажнение грунта без нарушения его структуры. При помощи капельного полива можно вносить также жидкую подкормку. Затраты ручного труда, минимальны. Для таких устройств требуется фильтр для воды в связи с мелкими отверстиями.

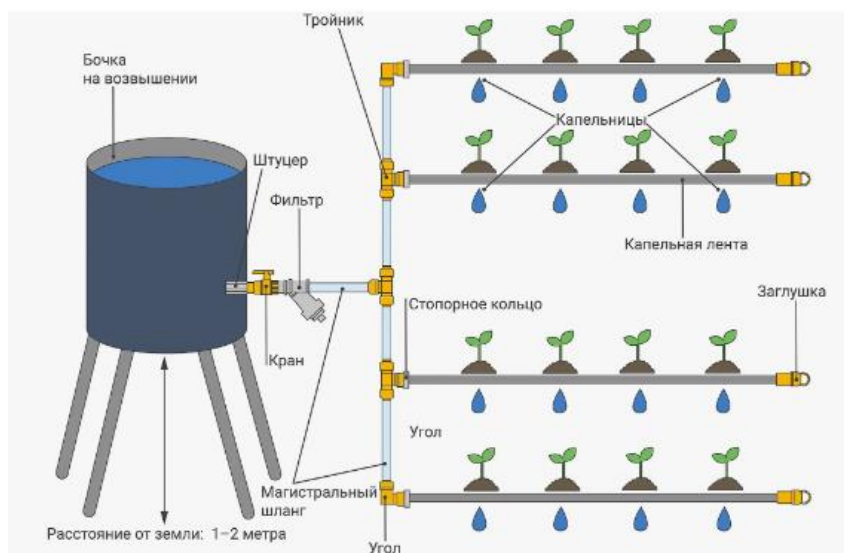


Рис. 2. Капельный полив

Выбирая данный способ полива можно быть уверенным, что каждое растение окажется политым.

Дождевание или искусственный дождь – обычно под крышей устанавливается трубы со специальными насадками, так называемыми дождевателями. Они разбрызгивают воду под давлением, в результате имитируется дождевой эффект, по всей площади теплицы (как в естественном поливе). Данный способ идеален для культур, любящих влажность.



Рис. 3. Дождевание

Плюсы данного способа:

- равномерное распределение воды;
- быстрое понижение температуры в теплице;
- возможность использования дождевателей, которые рассеивают водный поток практически до состояния тумана.

К минусам данного способа можно отнести:

- риск залива растений;
- на растениях остаются капли, которые могут вызвать развитие болезней, ожоги листьев, гниение корней, а также ухудшать опыление;
- данный способ не позволяет вносить жидкую подкормку.

Внутрипочвенное орошение - подземные или внутрипочвенные системы функционируют по тому же принципу, что и капельные. Но только ленты с отверстиями прокладывают не по почве, а под землей, из которых вода поступает к корневой системе растений.

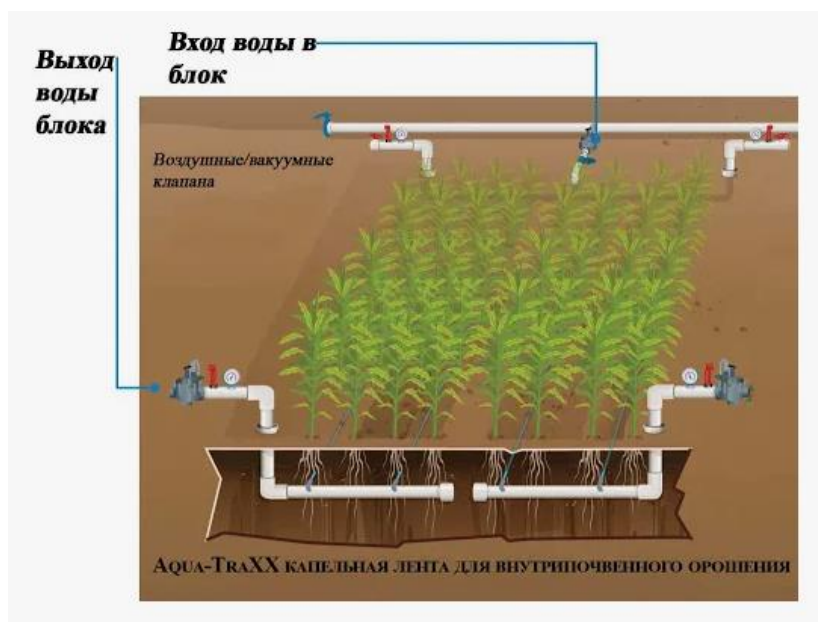


Рис. 4. Подпочвенное орошение

Плюсы данного способа:

- экономичность;
- дополнительная аэрация.

К минусам данного способа можно отнести:

- неправильное расположение ленты с отверстиями может как пере увлажнить грунт или спровоцировать дефицит влаги.

Организация системы полива в защищенном грунте является критически важной для успешного ведения сельского хозяйства. Каждый метод полива имеет свои плюсы и минусы, и выбор подходящего способа зависит от конкретных условий и потребностей растений. Автоматизированные системы, такие как капельный полив и дождевание, предлагают значительные преимущества в управлении водными ресурсами и могут повысить урожайность. Однако, важно учитывать и возможные риски, такие как переувлажнение или заболевания растений. В конечном итоге, правильный выбор и грамотная реализация системы полива могут существенно повлиять на продуктивность и здоровье сельскохозяйственных культур в теплицах.

Список источников

1. Автоматизация выращивания агрокультур в стационарном компактном тепличном комплексе с контролируемым микроклиматом на базе гидропонной системы / Д. К. Левоневский, А. В. Рябинов, Н. А. Жукова, В. Э. Ковалевский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11, № 1(40). – С. 21-22. – DOI 10.26102/2310-6018/2023.40.1.029.

2. Белякова, А. А. Применение новых технологий в современных промышленных теплицах / А. А. Белякова // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. – 2021. – № 17. – С. 83-86.

3. Войтюк, М. М. Зарубежный опыт применения инновационных технологий в строительстве тепличных комплексов / М. М. Войтюк, П. Н. Виноградов, С. А. Оганесян // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : Материалы XV Международной научно-практической конференции, р.п. Правдинский, Московская обл., 08 июня 2023 года. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2023. – С. 289-295.

4. НПО "Каскад": Автоматизация тепличных хозяйств // АПК News. – 2019. – № 15. – С. 34-35.

5. Рябинов А.В., Виноградов М.С., Левоневский Д.К., Лоскутов С.И. Автоматизация управления процессами выращивания культур в тепличных комплексах вертикального типа. Хранение и переработка сельхозсырья. 2023;(2). <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.381>

6. Черепенин, В. А. Анализ возможности применения интернета вещей в сельском хозяйстве на примере «Умной теплицы» / В. А. Черепенин // Инновационные научные исследования: гуманитарные и точные науки : Сборник материалов X-ой международной очно-заочной научно-практической конференции, Москва, 25 ноября 2022 года. – Москва: Научно-издательский центр "Империя", 2022. – С. 156-161.

References

1. Levonevsky, D. K., Ryabinov, A. V., Zhukova, N. A., Kovalevsky, V. E. Automation of Crop Cultivation in a Stationary Compact Greenhouse Complex with Controlled Microclimate Based on a Hydroponic System. *Modelirovanie, Optimizatsiya i Informatsionnye Tekhnologii* [Modeling, Optimization and Information Technology], 2023, vol. 11, no. 1(40), pp. 21-22. DOI 10.26102/2310-6018/2023.40.1.029.

2. Belyakova, A. A. Application of New Technologies in Modern Industrial Greenhouses. *Nauchno-Obrazovatel'nyi Potentsial Molodezhi v Reshenii Aktual'nykh Problem XXI Veka* [Scientific and Educational Potential of Youth in Solving Current Problems of the 21st Century], 2021, no. 17, pp. 83-86.

3. Voityuk, M. M., Vinogradov, P. N., Oganesyana, S. A. Foreign Experience in Applying Innovative Technologies in the Construction of Greenhouse Complexes. In: *Nauchno-Informatsionnoe Obespechenie Innovatsionnogo Razvitiya APK: Materialy XV Mezhdunarodnoi Nauchno-Prakticheskoi*

Konferentsii, r.p. Pravdinsky, Moskovskaya obl., 08 iyunya 2023 goda [Scientific Information Support for Innovative Development of the Agro-Industrial Complex: Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference, Pravdinsky, Moscow Region, June 08, 2023]. Moscow: Russian Research Institute of Information and Technical-Economic Research for Engineering and Technical Support of the Agro-Industrial Complex, 2023, pp. 289-295.

4. NPO "Kaskad": Automation of Greenhouse Farms. APK News, 2019, no. 15, pp. 34-35.

5. Ryabinov, A.V., Vinogradov, M.S., Levonevsky, D.K., Loskutov, S.I. Automation of Crop Cultivation Process Management in Vertical-Type Greenhouse Complexes. Khranenie i Pererabotka Sel'khozsy'r'ya [Storage and Processing of Agricultural Raw Materials], 2023, no. 2. <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.381>

6. Cherepenin, V. A. Analysis of the Possibility of Applying the Internet of Things in Agriculture Using the Example of a "Smart Greenhouse". In: Innovatsionnye Nauchnye Issledovaniya: Gumanitarnye i Tochnye Nauki: Sbornik Materialov X-oi Mezhdunarodnoi Ochno-Zaochnoi Nauchno-Prakticheskoi Konferentsii, Moscow, 25 noyabrya 2022 goda [Innovative Scientific Research: Humanities and Exact Sciences: Collection of Materials of the X International In-Person and Online Scientific and Practical Conference, Moscow, November 25, 2022]. Moscow: Scientific Publishing Center "Empire", 2022, pp. 156-161.

Информация об авторах:

В. С. Денисова – студент;

О. М. Парфенов – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

V. S. Denisova – student;

O. M. Parfenov – candidate of technical sciences, associate professor.

Вклад авторов:

В. С. Денисова – написание статьи;

О. М. Парфенов – научное руководство.

Contribution of the authors:

V. S. Denisova – writing articles;

O. M. Parfenov – scientific management.

Обзорная статья

УДК 631.333.6

ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ШТАНГ ОПРЫСКИВАТЕЛЕЙ

Андрей Сергеевич Дорофеев¹, Сергей Владимирович Денисов²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

¹ andrejdorofeev982@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-8445-9508>

² denisov_sv@ssaa.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7742-5558>

В статье представлен обзор основных конструктивных решений штанг сельскохозяйственных опрыскивателей, их функциональных особенностей, преимуществ и недостатки. Рассмотрены жесткие, складные, выдвижные (телескопические), шарнирно-секционные и гибридные конструкции. Выделены современные тенденции: использование композитных материалов, интеграция датчиков и систем автоматического управления дозированием, электростатическое распыление, применение активной стабилизации и снижения масс-штанг.

Ключевые слова: опрыскиватель, штанга, конструкция штанги, распыление, точность внесения, пневматическая штанга, телескопическая штанга, композитные материалы.

Для цитирования: Дорофеев А. С., Денисов С. В. Обзор конструкций штанг опрыскивателей // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 92-97.

REVIEW OF SPRAYER STANDS DESIGN

Andrey S. Dorofeev¹, Sergey V. Denisov²

^{1,2}Samara State Agrarian University, Samara, Russia

¹ andrejdorofeev982@gmail.com , <https://orcid.org/0009-0009-8445-9508>

² denisov_sv@ssaa.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7742-5558>

The article provides an overview of the main design solutions for agricultural sprayer rods, their functional features, advantages, and disadvantages. It discusses rigid, folding, retractable (telescopic), articulated-section, and hybrid designs. The article highlights current trends, such as the use of composite materials, the integration of sensors and automatic dosing control systems, electrostatic spraying, and the application of active stabilization and mass reduction in sprayer rods.

Keywords: sprayer, rod, rod design, spraying, application accuracy, pneumatic rod, telescopic rod, composite materials.

For citation: Dorofeev A. S., & Denisov S. V. (2026). Overview of sprayer rod designs. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 92-97). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Штанга опрыскивателя – ключевой узел для равномерного и эффективного внесения пестицидов, удобрений и регуляторов роста. От конструкции штанги зависят рабочая ширина, точность дозирования, снос и эксплуатационная надежность оборудования. В условиях растущих требований к экологической безопасности и экономичности сельскохозяйственных работ на первый план выходит оптимизация конструкции штанг – по массе, жёсткости, адаптивности к рельефу поля и интеграции электронных систем контроля. [1-7]

Несмотря на достигнутый технологический прогресс, существующие конструкции штанг сталкиваются с рядом существенных ограничений. К ним относятся деформации под действием статических и динамических нагрузок, приводящие к нарушению геометрии рабочей зоны. Это, в сочетании с неравномерностью распыления на больших площадях и повышенным расходом материалов, снижает точность обработки культур. Как следствие, возрастают эксплуатационные затраты и уменьшается общая эффективность применения химических средств защиты растений.

Современные штанги опрыскивателей классифицируются по материалам изготовления, среди которых основными являются сталь, алюминиевые сплавы и композиты. Стальные конструкции отличаются высокой прочностью и долговечностью, но обладают значительной массой, что негативно сказывается на топливной экономичности агрегатов. Алюминиевые сплавы обеспечивают снижение веса штанги на 40-50% по сравнению со стальными аналогами, однако уступают им в устойчивости к механическим повреждениям. Композитные материалы сочетают малый вес с высокой коррозионной стойкостью, но их применение ограничено высокой стоимостью и сложностью ремонта.

Геометрические параметры штанг включают длину секций, профиль поперечного сечения и конфигурацию креплений распылителей. Длина секций варьируется от 2 до 6 метров, что определяет общую рабочую ширину захвата опрыскивателя. Поперечное сечение преимущественно имеет прямоугольную или круглую форму, влияющую на жесткость конструкции и распределение нагрузок. Конфигурация креплений распылителей может быть линейной,

шахматной или зигзагообразной, что непосредственно сказывается на равномерности покрытия обрабатываемой поверхности. Рассмотрим некоторые виды конструкций. [1-7]

Складные штанги, (рис. 1) это секции, складывающиеся вдоль или вверх для транспортировки.

Плюсы: компактность при транспортировке, возможность больших рабочих ширин.

Минусы: наличие шарниров – потенциальные точки отказа; возможны расхождения в геометрии при работе.



Рис. 1. Складная штанга

Телескопические (выдвижные) штанги (рис. 2), секции, выдвигающиеся одна из другой.

Плюсы: плавная регулировка рабочей ширины, удобство регулирования.

Минусы: сложность уплотнений и направляющих; потенциальная проблема с застреванием при загрязнении.



Рис. 2. Телескопическая штанга

Шарнирно-секционные и модульные штанги, независимые секции, подстраивающиеся под рельеф и сгибающиеся на препятствия.

Плюсы: хорошая адаптивность к неровностям, меньший риск удара об препятствие.

Минусы: усложнение гидравлики/пневматики привода и управления.

Гибридные конструкции (рис. 3), включают штанги со встроенной активной стабилизацией (датчики наклона и сервоприводы), электростатическим зарядом капель, звуковой или вибрационной агитацией форсунок и т. п. Применяются для повышения точности, снижение сноса, адаптация к переменным условиям.

Плюсы: высокая равномерность распределения препарата, воздушный поток обеспечивает более стабильное покрытие листовой поверхности, лучшее проникновение в густую растительность, экономия пестицидов и воды

Минусы: сложная и дорогая конструкция, более сложное техническое обслуживание, большая масса по сравнению с классическими штангами



Рис. 3. Гибридная штанга

Сравнительная характеристика применяемых штанг приведена в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная таблица конструкций штанг опрыскивателей

Тип штанги	Особенности	Рабочая ширина захвата, м	Адаптация к рельефу	Точность	Стоимость
Жесткая	Цельная балочная	6-18	Низкая	Высокая	Низкая
Складная	Секционная	12-36	Средняя	Высокая	Средняя
Телескопическая	Выдвижная	10-30	Средняя	Высокая	Выше средней
Шарнирно-секционная	Независимые секции	16-40	Высокая	Высокая	Средняя
Пневматическая	Воздушный поток	8-24	Высокая	Очень высокая	Высокая
Композитная	Алюминий, углепластик	24-42	Средняя-высокая	Высокая	Высокая
С активной стабилизацией	Датчики, сервоприводы	18-42	Очень высокая	Очень высокая	Очень высокая

Динамические колебания штанги опрыскивателя, возникающие при движении по неровной местности, существенно влияют на высоту расположения распылителей. Эти колебания изменяют расстояние между соплами и обрабатываемой поверхностью, что приводит к вариациям в геометрии факела распыла. Как следствие, наблюдаются отклонения в форме и размере пятна распыла на поверхности. Данный эффект является ключевым фактором, снижающим равномерность распределения рабочей жидкости.

Увеличение скорости движения агрегата приводит к повышению дисперсности капель рабочей жидкости. Это обусловлено изменением характеристик распыления под воздействием аэродинамических сил. Снижение кинетической энергии капель уменьшает их способность преодолевать сопротивление воздушной среды. В результате точность попадания распыляемой жидкости на обрабатываемую поверхность ухудшается.

При высоких скоростях перемещения опрыскивателя возникают интенсивные турбулентные потоки воздуха. Эти потоки отклоняют капли от заданной траектории движения, вызывая их снос за пределы целевой зоны. Неравномерное распределение рабочей жидкости снижает эффективность химической обработки. Данное явление требует поиска компромисса между скоростью работы агрегата и качеством нанесения препаратов.

Оптимизация узлов крепления и соединений является ключевым направлением повышения надежности штанг опрыскивателей. Вибрационные нагрузки при эксплуатации приводят к усталостным повреждениям и снижению долговечности конструкций. Рациональное проектиро-

вание крепежных элементов позволяет снизить амплитуду колебаний и предотвратить преждевременный износ. Усиление ответственных соединений с помощью дополнительных ребер жесткости или демпфирующих элементов способствует стабилизации штанги в процессе работы.

Перспективным направлением модернизации штанг опрыскивателей является внедрение композитных материалов. Их применение позволяет снизить массу конструкции без ущерба для прочностных характеристик. Уменьшение веса способствует снижению энергозатрат при работе агрегата и повышению маневренности. Данный подход открывает возможности для создания более легких и экономичных систем.

Важным инновационным решением выступает использование систем активной стабилизации штанги. Такие системы обеспечивают повышение равномерности распыления в полевых условиях. Для ровных полей и массовых культур хороши лёгкие складные или телескопические штанги с механическим выравниванием.

- Для работы в полевых полосах и при сильных ветрах предпочтительны пневматические или электростатические решения.
- В условиях неровного рельефа стоит выбирать шарнирно-секционные штанги с активной или улучшенной пассивной подвеской.
- Для уменьшения времени простоев и затрат на ремонт рекомендуется выбирать конструкции с модульными форсунками и лёгким доступом к узлам обслуживания.

Таблица 2

Сравнение по ключевым эксплуатационным критериям

Критерий	Лучшая конструкция
Точность внесения	Активная стабилизация, электростатическая
Устойчивость к рельефу	Шарнирно-секционная, активная
Минимальный снос капель	Пневматическая, электростатическая
Минимальные затраты на обслуживание	Жесткая
Низкая масса	Композитная
Универсальность применения	Складная, телескопическая

В результате проведённого обзора установлено, что конструкции штанг опрыскивателей играют ключевую роль в обеспечении качества и эффективности технологического процесса химической обработки сельскохозяйственных культур. Анализ показал, что наибольшее распространение в современной земледелии получили шарнирно-секционные, телескопические и пневматические штанги, каждая из которых обладает своими конструктивными особенностями, преимуществами и ограничениями.

Таким образом, выбор типа и конструкции штанги опрыскивателя должен осуществляться с учётом природно-климатических условий, площади и конфигурации обрабатываемых полей, уровня технической оснащённости хозяйства и экономической целесообразности. Полученные в ходе обзора выводы могут быть использованы при проектировании новых конструкций опрыскивателей и при обосновании выбора машин для конкретных производственных условий.

Список источников

1. Гуреев И.И., Нуралин Б.Н., Мухтаров М.У. и др. Оптимизация параметров адаптивного распылителя сельскохозяйственного опрыскивателя // Инженерные технологии и системы. – 2024. – №1. – С. 72-87.
2. Дембовский И.А., Родимцев С.А. Концепция применения адаптивной штанговой распылительной системы малогабаритного одноопорного опрыскивателя // Агроинженерия. – 2024. – №3. – С. 27-36.
3. Крук И.С. Особенности моделирования процесса падения капель при внесении рабочих растворов пестицидов полевыми штанговыми опрыскивателями // Сельскохозяйственное машиностроение. – 2025. – №3. – С. 2-10.
4. Милюткин В.А., Иванов В.А., Попов А.В. Перспективные инновационные техника и технологии для внесения жидких азотных минеральных удобрений КАС // Известия самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – №1. – С. 38-47.
5. Сабиров Р.Ф., Валиев А.Р., Мухамадьяров Ф.Ф. Определение дисперсности распыливания рабочего раствора биопрепарата // Вестник Казанского ГАУ. – 2022. – №1. – С. 77-82.

6. Патент на полезную модель № 194515 U1 Российской Федерации Опрыскиватель навесной / А.М. Петров, С.А. Иванайский, Д.Н. Котов, О.М. Парфенов, В.В. Шестаков, М.И. Дик, Заявка № 2019118147 от 10.06.2019 : опубл. 12.12.2019. Бюл. № 35. – 6 с. : ил.

7. Ли А.Е., Иванайский С.А. Оборудование для химического опрыскивания в целях борьбы с вредителями и болезнями в лесных питомниках // сб. науч. труд. : Научные основы развития АПК. Сборник научных трудов по материалам XXVI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Томск- Новосибирск, 2024. С. 39-43.

8. Милюткин, В. А. Техничко-агрохимическое обеспечение повышения урожайности и качества сельхозпродукции внесением жидких минеральных удобрений / В. А. Милюткин, В. Э. Буксман // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства : Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2018. – С. 122-127. – EDN VNVDFG.

References

1. Gureev I.I., Nuralin B.N., Mukhtarov M.U., et al. Optimization of the parameters of an adaptive sprayer of an agricultural sprayer // Engineering Technologies and Systems. – 2024. – No. 1. – Pp. 72-87.

2. Dembovsky I.A., Rodimtsev S.A. The concept of using an adaptive rod distribution system of a small-sized single-support sprayer // Agroengineering. – 2024. – No. 3. – Pp. 27-36.

3. Kruk I.S. Features of Modeling the Droplet Fall Process during Application of Working Solutions of Pesticides by Field Boom Sprayers // Agricultural Engineering. – 2025. – No. 3. – Pp. 2-10.

4. Milyutkin V.A., Ivanov V.A., Popov A.V. Promising Innovative Techniques and Technologies for Applying Liquid Nitrogen Mineral Fertilizers // Izvestiya of the Samara State Agricultural Academy. – 2022. – No. 1. – Pp. 38-47.

5. Sabirov R.F., Valiev A.R., Mukhamadyarov F.F. Determination of the dispersion of the spraying of the working solution of the biological product // Bulletin of the Kazan State Agrarian University. – 2022.

6. Utility Model Patent No. 194515 U1 of the Russian Federation. Mounted Sprayer / A.M. Petrov, S.A. Ivanaysky, D.N. Kotov, O.M. Parfenov, V.V. Shestakov, M.I. Dick, Application No. 2019118147 dated June 10, 2019 : published on December 12, 2019. Bulletin No. 35. – 6 p. : ill.

7. Li A.E., Ivanaysky S.A. Equipment for Chemical Spraying to Control Pests and Diseases in Forest Nurseries // In the collection: Scientific Foundations of Agricultural Development. Collection of Scientific Papers based on the materials of the XXVI All-Russian (National) Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduate Students, and Young Scientists with International Participation. Tomsk-Novosibirsk, 2024. Pp. 39-43.

8. Milyutkin, V. A. Technical and agrochemical support for increasing the yield and quality of agricultural products by applying liquid mineral fertilizers / V. A. Milyutkin, V. E. Buksman // Resource-saving technologies and technical means for the production of crop and livestock products: Collection of articles from the IV International Scientific and Practical Conference. Penza: Penza State Agrarian University, 2018.

Информация об авторах:

С. В. Денисов – кандидат технических наук, доцент;

А. С. Дорофеев – студент.

Information about the authors:

S. V. Denisov – PhD in Engineering, Associate Professor;

A. S. Dorofeev – student.

Вклад авторов:

С. В. Денисов – научное руководство;

А. С. Дорофеев – написание статьи.

Contribution of the authors:

S. V. Denisov – scientific supervision;

A. S. Dorofeev – writing the article.

Обзорная статья

УДК 631.4

БЕСПИЛОТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОТ МОНИТОРИНГА ДО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Михаил Анатольевич Канаев¹, Анастасия Александровна Болисова²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

¹kanaev_m@ssaa.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6462-6844>

²nbolisova063@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7732-3864>

Беспилотные технологии в агрономии - от наблюдений до внесения удобрений и защиты растений - включают в себя использование дронов и автономных машин для контроля полей, оценки состояния растений, удобрения и борьбы с вредителями. Это способствует лучшей производительности в сельском хозяйстве, уменьшает затраты труда и повышает качество урожая.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, сельское хозяйство, мониторинг посевов, дроны-опрыскиватели, точное земледелие, цифровизация.

Для цитирования: Канаев М. А., Болисова А. А. Беспилотные технологии в сельском хозяйстве: от мониторинга до внесения удобрений и средств защиты растений // Студенческая научно-практическая конференция Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб.науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 98-101.

UNMANNED TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE: FROM MONITORING TO APPLICATION OF FERTILIZERS AND PLANT PROTECTION PRODUCTS

Mikhail A. Kanaev¹, Anastasia A. Bolisova²

^{1,2}Samara State Agrarian University, Samara, Russia

¹kanaev_m@ssaa.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6462-6844>

²nbolisova063@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7732-3864>

Unmanned technologies in agronomy - from observation to fertilization and crop protection - include the use of drones and autonomous vehicles to monitor fields, assess plant health, fertilize and control pests. This contributes to better agricultural productivity, reduces labor costs and improves crop quality.

Keywords: drones, agriculture, crop monitoring, spraying drones, precision agriculture, digitalization.

For Citation: Kanaev M. A. & Bolisova A. A. (2026). Unmanned technologies in agriculture: from monitoring to application of fertilizers and plant protection products/ Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 98-101). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Современное сельское хозяйство активно переходит к цифровым технологиям и новым решениям. Одним из наиболее перспективных направлений является использование беспилотников, которые применяются для мониторинга посевов, внесения удобрений и защиты растений. Эти технологии помогают повысить производительность и решают несколько важных проблем, связанных с изменением климата, ухудшением почв и необходимостью увеличения

урожайности из-за роста населения. Фермеры всё активнее используют дроны как современный инструмент для повышения устойчивости и продуктивности сельского хозяйства. Беспилотные технологии предлагают множество преимуществ, которые делают их важными инструментами в современном сельском хозяйстве:

1. Дроны способны быстро и эффективно обследовать поля, выявляя болезни растений, недостаток питательных веществ или угрозу вредителей;
2. Высококачественные камеры дают точную информацию о состоянии полей, что помогает фермерам принимать обоснованные решения;
3. Использование дронов уменьшают воздействие на почву и воду, снижает выбросы углекислого газа и экономит энергию;
4. Дроны автоматизируют процесс мониторинга и внесения удобрений, снижают трудозатраты и повышает эффективность агропроизводства. Использование беспилотников также способствует развитию технологий, связанных с точным земледелием. Собранный информация позволяет фермерам более точно определять, когда сажать семена, сколько удобрений вносить и сколько средств защиты растений использовать. В результате сокращается перерасход удобрений и химикатов, а сельское хозяйство становится более целенаправленным. Такой подход помогает экономно использовать резервы и одновременно улучшать характеристики выращиваемых культур. Главное преимущество использования дронов - снижение производственных затрат. Дроны помогают сократить расход топлива, средств защиты растений и удобрений за счет более бережного их использования. В результате фермеры получают значительную экономию, особенно если необходимо вспахать большие площади. Экономическая выгода становится главной мотивацией для фермеров при внедрении новых технологий. Дроны также позволяют фермерам более оперативно реагировать на изменения погоды. Они могут отслеживать влажность, температуру и скорость ветра над определенными участками полей. Эти данные помогают определить оптимальное время для орошения, удобрения и защиты урожая, что делает все сельскохозяйственные работы более точными и эффективными [1,2,3].

Одно из главных применений беспилотных технологий - это мониторинг полей. Дроны оснащены камерами и датчиками, которые позволяют находить отклонения в росте растений, изменения цвета листьев и признаки стресса. Дроны помогают значительно увеличить скорость сельскохозяйственных работ. Крупные обследования полей, на которые раньше уходили дни, теперь можно провести за несколько часов. При нашествии вредителей или болезней быстрое вмешательство имеет решающее значение для сбора урожая. Быстрые действия дают возможность оперативно отреагировать на опасность и предотвратить потери. Еще одно важное преимущество дронов заключается в их способности работать в труднодоступных или опасных местах. Эти летательные аппараты могут обследовать болотистую местность, сложный рельеф или зоны с поврежденными сооружениями – места, куда механическое оборудование или персонал просто не могут попасть. Это повышает безопасность сельскохозяйственных работ и расширяет возможности мониторинга всех участков посевов.

Информация с камер дрона используется для раннего выявления болезней и повреждений растений; оценки состояния почвы и внесения нужных удобрений; определения участков, требующих особого внимания.

Дроны также активно применяются для внесения удобрений и защиты растений. Их преимущество в способности точно распределять вещества по полю, что помогает сократить потери и гарантировать равномерное покрытие. Это особенно важно для борьбы с вредителями и болезнями, которые могут нанести серьезный ущерб урожаю.

Следует также подчеркнуть, что при работе с беспилотниками повышается общая безопасность. Поскольку большая часть опрыскивания производится беспилотными самолетами, частота воздействия химикатов на персонал фермы значительно снижается. Это снижает риск для здоровья и делает все рабочие процедуры более безопасными и совершенными.

Кроме наблюдений и внесения удобрений, беспилотные технологии используются в следующих областях:

1. Дроны могут создавать точные карты сельскохозяйственных угодий, помогая фермерам планировать посев и сбор урожая;
2. С помощью спектральных датчиков дроны могут оценивать уровень питательных веществ и влажность почвы, что способствует улучшению ухода за растениями;
3. Дроны помогают отслеживать качество воды и почвы, предотвращая загрязнение и ухудшение состояния экосистемы.

Важно понимать, что использование летательных аппаратов может снизить воздействие на землю. В отличие от тяжелой сельскохозяйственной техники, эти аппараты не уплотняют почву и не нарушают ее структуру. Это особенно важно в районах с мягкими почвами, где чрезмерное давление техники может снизить урожайность и ускорить ухудшение состояния полей.

Современные сельскохозяйственные дроны все чаще оснащаются компонентами искусственного интеллекта. Программы сами могут определять повреждения посевов, оценивать плотность посадки и рассчитывать оптимальный способ обработки всего поля. Такой подход снижает количество человеческих ошибок и способствует достижению лучших результатов, превращая сельское хозяйство в технологичную и предсказуемую отрасль.

Российские фермеры активно изучают технологии дронов и создают собственные уникальные решения. В последнее время в России заметно возросло внимание к результатам, созданным нашими инженерами в области сельскохозяйственных беспилотников. Теперь они начали выпускать серийные летательные аппараты, разработанные специально для российских земель и климатических условий. Благодаря этому малым и средним хозяйствам становится все проще использовать беспилотные технологии, что дает им возможность повысить качество уборки урожая и рационализировать расходы. Ярким примером является использование дронов для борьбы с сорняками и вредителями. Специализированные дроны могут точно распылять пестициды на поражённые участки, снижая риск повреждения здоровых растений и экономя ресурсы. Кроме того, существуют проекты, направленные на создание автоматизированных систем управления орошением и внесением удобрений. Сочетание технологий дронов и систем Интернета вещей позволяет фермерам получать информацию с полей в реальном времени, что ускоряет процесс принятия решений[4,5,6,7,8].

Для того чтобы внедрить дронов в сельское хозяйство, нам необходимо подготовить людей, которые смогут управлять этими машинами и понимать информацию, которую они собирают. В настоящее время ведется активная работа по разработке учебных курсов и программ для тех, кто хочет стать агрономом или инженером, чтобы научиться управлять дронами. Благодаря этому фермы начинают быстрее использовать новые методы, а работающие в поле становятся более подкованными в цифровых технологиях.

Выходя из выше сказанного технология беспилотных летательных аппаратов является мощным инструментом современного сельского хозяйства. Они помогают повысить эффективность, улучшить качество продукции и защитить окружающую среду. В будущем исследования и разработки в этой области, как ожидается, позволят сделать сельское хозяйство более устойчивым и продуктивным, обеспечивая человечество продовольствием.

Список источников

1. Будаев И.С. Использование квадрокоптеров для мониторинга и внесения удобрений на сельскохозяйственных землях. 2024.
2. Казанцева А.А., Старинова Е.С. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве РФ: оценка региональной популярности и потребительских предпочтений. 2023.
3. Коршунов А. И фермер, и охранник: как работают дроны в сельском хозяйстве. 2023.

4. Плахотник С.Ю., Земляной А.В. Опыт использования беспилотных летательных аппаратов в хозяйствах подтаёжной зоны Западной Сибири. 2023.
5. Соловьёв М.Н., Кузнецов В.В. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве: современные технологии и перспективы. 2025.
6. DJI Agriculture. Рост рынка сельскохозяйственных дронов и их влияние на экологию. 2024.
7. Крючина Н.В. Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве / Н.В. Крючина, С.В. Машков, П.В. Крючин // сб. Вклад молодых ученых в аграрную науку. Материалы Международной научно-практической конференции. 2017. С.200-202.
8. Курбаков И. И., Иншаков А. П., Кувшинов А. Н., Дронов В. О., Курбакова М. С. Разработка тренажера для формирования компетенций управления мобильной сельскохозяйственной техникой // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10. № 3. С. 37-43. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-3-37-43.

References

1. Budaev I.S. Use of quadcopters for monitoring and applying fertilizers on agricultural land. 2024.
2. DJI Agriculture. The growth of the agricultural drone market and its impact on the environment. 2024.
3. Kazanetsova A.A., Starinova E.S. The use of unmanned aerial vehicles in agriculture in the Russian Federation: assessment of regional popularity and consumer preferences. 2023.
4. Korshunov A. Both farmer and security guard: how drones work in agriculture. 2023.
5. Plakhotnik S. Yu., Zemlyanoy A. V. Experience in using unmanned aerial vehicles in farms in the subarctic zone of Western Siberia. 2023.
6. Solovyov M.N., Kuznetsov V.V. The use of unmanned aerial vehicles in agriculture: modern technologies and prospects. 2025.
7. Kryuchina N.V. Application of unmanned aerial vehicles in agriculture / N.V. Kryuchina, S.V. Mashkov, P.V. Kryuchin // collection. Contribution of young scientists to agricultural science. Proceedings of the International scientific and practical conference. 2017. pp. 200-202.
8. Kurbakov, I. I., Inshakov, A. P., Kuvshinov, A. N., Dronov, V. O. & Kurbakova, M. S. (2025). Development of a simulator for the formation of mobile agricultural machinery management competencies. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 3, 37-43. (In Russ.). DOI: 10.55170/1997-3225- 2025-10-3-37-43.

Информация об авторах:

М. А. Канаев – кандидат технических наук, доцент;
А. А. Болисова – студент.

Information about the authors:

M. A. Kanaev – Ph.D., associate Professor
A. A. Bolisova – student.

Вклад авторов:

М. А. Канаев – научное руководство;
А. А. Болисова – написание статьи.

Authors' contribution:

M. A. Kanaev – scientific guidance;
A. A. Bolisova – article writing.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТЕОСТАНЦИИ

Михаил Анатольевич Канаев¹, Дарья Андреевна Пирожкова²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

¹kanaev_m@ssaa.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6462-6844>

²pirozhkowad143@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-9667-6226>

Метеостанция предназначена для дистанционного измерения скорости ветра и направления ветра, атмосферного давления, температуры и относительной влажности воздуха.

Ключевые слова: метеостанция, температура, влажность воздуха, осадки, климатические исследования, сельское хозяйство.

Для цитирования: Канаев М. А., Пирожкова Д. А. Современные метеостанции // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2025. С. 102-104.

MODERN WEATHER STATIONS

Mikhail A. Kanaev¹, Daria A. Pirozhkova²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Samara, Russia

¹kanaev_m@ssaa.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6462-6844>

²pirozhkowad143@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0002-9667-6226>

The weather station is designed for remote measurement of wind speed and wind direction, atmospheric pressure, temperature and relative humidity.

Key words: weather station, temperature, air humidity, precipitation, climate research, agriculture.

For citation: Kanaev M. A. & Pirozhkova D. A. (2026)/ Weather stations. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 102-104). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Метеорологическая метеостанция представляет собой комплекс измерительных приборов, которые предназначены для фиксации и регистрации параметров погоды и состояния окружающей среды на определенной территории. В состав таких станций обычно входят разнообразные датчики, позволяющие получать данные по таким показателям как, температура воздуха, уровень влажности, атмосферное давление воздуха, скорости и направление ветра, количество осадков, интенсивность солнечной радиации и другие значимые метеорологические величины.

Современные метеостанции объединяют в себе набор датчиков, измерительных устройств и регистраторов данных. Эта комбинация обеспечивает полноценный цикл работы с метеорологической информацией – от её сбора до обработки и систематизации. Электронный ресурс. [1]

Основные этапы работы комбинированных приборов:

Сбор данных: это проходит следующим образом: датчики на метеостанции измеряют определенные параметры, такие как температура, влажность, давление воздуха, скорость ветра и т. д. Далее датчики преобразуют физические величины в электрические сигналы, которые можно записать и проанализировать.

Анализ данных: здесь регистраторы данных или контроллеры, размещённые внутри метеостанции, фиксируют электрические сигналы от датчиков и переводят их в пригодные цифровые данные. Затем, происходит обработка и упорядочивание для дальнейшего изучения [2].

Хранение данных: после обработки данные могут быть сохранены непосредственно на метеостанции, либо переданы в центральную базу данных. Такая система хранения обеспечивает метеорологам и исследователям возможность к данным спустя определенное количество времени для проведения последующих аналитических работ.

Представление данных: на метеостанциях используются дисплеи или интерфейсы, которые отображают актуальные метеорологические данные. Эта информация содержит данные о температуре, скорости ветра и количества выпавших осадков. Это помогает пользователям оперативно оценить сложившуюся погодную обстановку.

Метеорологические станции имеют существенное значение для ряда ключевых сфер деятельности человека. Одной из главных их функций является обеспечение процесса прогнозирования погоды.

Путём систематического сбора метеорологических данных и их анализа станции формируют базу с информацией, которая служит основой для составления прогнозов погоды. Модели, в свою очередь, дают возможность формировать краткосрочные и долгосрочные погодные условия, которые помогают общественной безопасности, сельскому хозяйству, авиации и различным отраслям промышленности.

Важную роль в метеостанциях играют долгосрочные исследования климата, они могут сохранять данные, а затем предоставлять их за длительный период. Эти данные позволяют изучать изменение климата, проводить анализ погодных условий и понимать тенденции изменения климата.

Сельское хозяйство и ирригация: метеостанции служат надёжным инструментом контроля погодных факторов, непосредственно влияющих на вегетацию сельскохозяйственных культур и организацию полива. отношение к росту урожая и управлению орошением. Данные о температуре, влажности и осадках с метеостанций позволяют фермерам оптимизировать расход воды и выбирать наилучшие сроки для агротехнических мероприятий, что напрямую влияет на состояние посевов и итоговый урожай.

Метеостанции следят за тем, насколько чист воздух, сколько в нём вредных веществ и как сильно светит солнце. Эта информация помогает понять, как люди влияют на природу, разобраться, откуда берутся загрязнения и придумать, как сделать окружающую среду безопаснее.

На данный момент существует несколько видов метеостанций, которые различаются по назначению, местоположению и техническим характеристикам [3].

Домашние метеостанции. Данный вид станций используются в быту, помогают отслеживать локальные погодные условия. Они могут быть оснащены различными функциями, например, измерением температуры и влажности внутри и снаружи помещения.

Специализированные метеостанции. Данный вид делится на три группы

Дорожные. Эта группа нужна для мониторинга погодных условий на дорогах, информирования водителей о возможных опасностях (например, мокрой дороге или боковом ветре).

Лесные. Данная группа необходима для предупреждения возможности лесных пожаров, собирает данные о влажности дерева и почвы.

Гидрологические. С помощью этой группы ведется наблюдение над состоянием погоды океанов, морей, рек, озёр и болот.

Профессиональные метеостанции. Профессиональные метеостанции применяются в научных работах, для прогнозирования погоды, в сельском хозяйстве, авиации.

Особый интерес профессиональные метеостанции представляют для сельского хозяйства, так как они позволяют следить за температурой и показателями влажности окружающего воздуха. В сельском хозяйстве важно учитывать и знать некоторые данные, которые содержат информацию и руководство, что для выращивания зерновых культур важно правильно определять точку росы, и, для этого метеостанция оснащается датчиками контроля температуры, при которой происходит конденсация водяного пара, входящего в состав воздуха. Вместе с

этим процессом начинается мониторинг температуры самого воздуха. Следя за изменениями давления в атмосфере и анализируя полученные данные, используя программное обеспечение, формируется точный прогноз погоды на 3-4 часа вперёд. Это помогает обеспечивать своевременную подготовку к возможным изменениям погоды. Метеостанции для сельского хозяйства позволяют в данный момент времени следить за параметрами влажности почвы и её температуры. Используя, полученные данные можно скорректировать посевную кампанию, определить необходимость полива почвы, измерить скорость и направление движения ветра. Эти сведения крайне важны для точной настройки опрыскивателей во время внесения гербицидов и удобрений, определения времени вероятных осадков и их продолжительность. Метеостанции достаточно точно прогнозируют начало и длительность дождей, что позволяет аграриям своевременно внести изменения в планы по уходу и обработке полей, проведении посевной кампании, уборки урожая [4].

Метеостанция в сельском хозяйстве представляет собой особую систему для сбора и обработки метеоданных. Её задача – улучшить управление урожаем и повысить эффективность аграрного производства. Отслеживая основные показатели среды (температуру, влажность воздуха и почвы, силу и направление ветра, количество осадков, уровень солнечной радиации), специалисты могут грамотно планировать орошение, защиту от вредителей, внесение удобрений и прочие агротехнические мероприятия. Полученные данные помогают развивать устойчивое земледелие, наращивать объёмы урожая и рационально использовать ресурсы отрасли.

Список источников

1. <https://russian-arctic.info/> «Российская Арктика» официальный сайт журнала ВАК о полярных областях земли.
2. Идрисов И. В., Наумов А. В., Ковчин И. С. «Опыт создания и применения автоматических метеорологических станций в полярных регионах» (2023).
3. ГОСТ Р 71094–2024 «Интеллектуальные транспортные системы».
4. Ковчин И.С., Идрисов И.В. Российская сеть автоматических метеорологических станций в Антарктиде // Российские полярные исследования. 2022. №1. С. 16-19.

References

1. <https://russian-arctic.info/> «Russian Arctic» is the official website of VAK magazine on polar regions of the earth.ces.
2. Idrisov I. V., Naumov A. V., Kovchin I. S. «Experience of creation and application of automatic meteorological stations in the polar regions» (2023).
3. GOST R 71094-2024 Intelligent transport systems.
4. Kovchin I.S., Idrisov I.V. Russian network of automatic meteorological stations in Antarctica // Russian polar studies. 2022. 1. С. 16-19.

Информация об авторах:

М. А. Канаев – кандидат технических наук, доцент;

Д. А. Пирожкова – студент.

Information about the authors:

M. A. Kanayev – candidate of technical sciences, associate professor;

D. A. Pirozhkova – student.

Вклад авторов:

М. А. Канаев – научное руководство;

Д. А. Пирожкова – написание статьи.

Contribution of the authors:

M. A. Kanayev – scientific leadership;

D. A. Pirozhkova – writing the article.

Научная статья
УДК 631.331

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАССЕЙВАНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Николай Васильевич Толстошеев

Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия
tolstoscheev@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-4414-5017>

Предложена лабораторная установка и методика для определения качественных показателей рассеивания гранулированных минеральных удобрений по ширине обрабатываемой делянки в зависимости от материала и положения поверхности отражателя.

Ключевые слова: гранулированные удобрения, распределитель поперечной направленности.

Для цитирования: Толстошеев Н. В. Разработка лабораторной установки для определения качественных показателей рассеивания гранулированных минеральных удобрений // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 105-107.

DEVELOPMENT OF A LABORATORY FACILITY FOR DETERMINING THE QUALITY OF DISPERSION OF GRANULAR MINERAL FERTILIZERS

Nikolai V. Tolstosheev

Samara State Agrarian University, Kinel, Russia
tolstoscheev@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-4414-5017>

A laboratory setup and methodology are proposed for determining the qualitative parameters of the dispersion of granular mineral fertilizers across the width of the treated plot, depending on the material and the position of the reflector surface

Keywords: granular fertilizers, cross-directional distributor.

For citation: Tolstosheev N. V. (2026). Development of a laboratory facility for determining qualitative dispersion parameters of granular mineral fertilizers/ Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 105-107). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Специфика селекционного производства такова, что зачастую ученым-селекционерам приходится иметь дело с ограниченным количеством не столько дорогостоящего, сколько уникального посевного материала. Неправильный выбор методики исследования, низкое качество посева и удобрения экспериментальных делянок влияют на достоверность результатов исследования и вызывают увеличение сроков выведения новых сортов и гибридов растений [1].

Образцы селекционного материала с максимальной урожайностью получают на высокоплодородном фоне, где осуществляется внесение элементов минерального питания, что способствует повышению эффективности семеноводческой работы. Однако применение традиционных разбрасывателей броскового типа является затруднительным и нецелесообразным, что объясняется большим числом маленьких селекционных делянок и низкой равномерностью распределения удобрений, присущей данному типу машин [2].

В связи с этим селекционно-семеноводческие учреждения должны располагать специальными машинами, позволяющими выполнять поверхностное внесение сыпучих минеральных удобрений с высоким качеством и максимальным эффектом.

Для обеспечения равномерного распределения удобрений по площади участка коллекционного питомника используется распределитель поперечной направленности [3-5], состоящий из формирующих поток удобрений патрубков квадратного сечения и установленного внизу отражателя в виде сектора цилиндрической поверхности. На боковой стороне патрубков напротив выпуклой поверхности отражателя выполнено прямоугольное окно. Перекрытие вертикально падающего потока гранул удобрений отражателем позволяет обеспечить изменение направления их движения и разброс в поперечном направлении в виде полос. Устройство работает следующим образом. Сформированный в патрубках квадратного сечения равномерный поток гранул удобрений отбрасывается поверхностью отражателя, образуя веер траекторий полёта в поперечном направлении движения агрегата и обеспечивая равномерное распределение гранул в виде полосы определённой ширины.

Важнейшим параметром, влияющим на качество работы предлагаемого устройства, является равномерность рассева гранулированных удобрений по ширине исследуемого участка. Этот параметр будет зависеть от формы и расположения отражающей поверхности, от которой происходит рассеивание падающего потока удобрений на исследуемый участок.

Для исследования и оптимизации параметров отражающей поверхности разработана лабораторная установка (рис.1), включающая распределитель поперечной направленности состоящий из формирующих поток удобрений патрубков квадратного сечения 1 и установленного внизу отражателя 2. Требуемая дальность перемещения гранул удобрений обеспечивается применением пневматического транспортирования. Для этого лабораторная установка оснащена источником избыточного давления, которым является центробежный вентилятор 3. Для ввода гранул в систему пневматического транспортирования установка оснащена эжекторным устройством 4 и воронкой 5. Гофрированный пневмотукопровод 6 соединяет эжекторное устройство с вертикальным участком тукопровода в виде патрубка квадратного сечения.

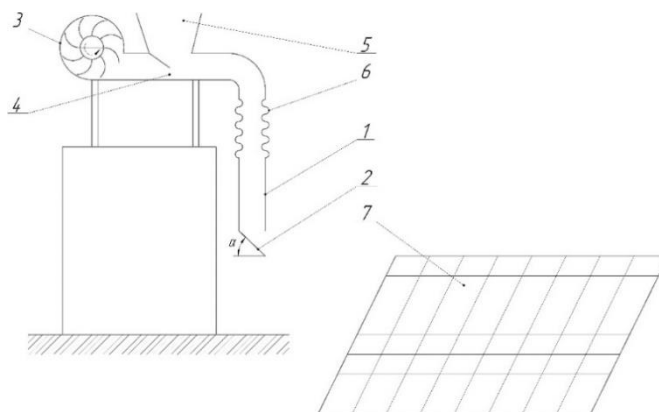


Рис. 1. Схема лабораторной установки для исследования распределителя поперечной направленности

В нижней части патрубка расположен исследуемый распределитель поперечной направленности. Равномерность распределения гранул удобрений определяется качеством их рассева на горизонтальную площадку 7, покрытую липким материалом для фиксации упавших гранул.

Для оптимизации процесса проведения лабораторных исследований в качестве основания для падающих гранул была использована разлинованная с интервалом 50мм в поперечном и продольном направлениях поверхность размером 1,5×1,5м. При проведении экспериментов на эту поверхность накладывалась прозрачная полиэтиленовая плёнка с нанесенным липким слоем для фиксации падающих гранул минеральных удобрений.

Лабораторные исследования проводятся в следующей последовательности. Подготавливается поверхность для фиксации гранул удобрений, наносится липкий материал, в качестве которого используется тонкий слой консистентной смазки. В исследуемом распределителе поперечной направленности устанавливаются необходимые параметры отражающей поверхности. Запускается электрический вентилятор, создающий давление в пневматической системе. После достижения установившегося потока воздуха в воронку высыпается порция гранулированных удобрений. Воздушный поток, проходя через эжекторное устройство, подхватывает

подаваемые гранулы удобрений и транспортирует их в направлении гофрированного пневмо-тукопровода, в котором они, встречаясь с выступами гофры на стенках и беспорядочно отклоняясь, равномерно рассредотачиваются по квадратному поперечному сечению патрубка и падают на установленную под исследуемым углом к горизонту наклонную пластину распределителя поперечной направленности. После соударения с пластиной гранулы отскакивают, образуя веер траекторий полёта, и увлекаются выходящим через окно воздушным потоком. Упавшие гранулы фиксируются липким слоем на поверхности полиэтиленовой плёнки.

При проведении экспериментальных исследований в качестве изменяемых параметров распределителя поперечной направленности применялись различные углы наклона отражающей поверхности (30° , 45° , 60°). Для исследования широкого диапазона коэффициента восстановления после удара, использовали отражатели, выполненные из разных материалов: пластик, сталь, текстолит.

Использование разработанной лабораторной установки позволяет определить качественные показатели рассеивания гранулированных минеральных удобрений по ширине обрабатываемой делянки в зависимости от материала и положения поверхности отражателя.

Список источников

1. Крючин Н.П. Разработка и исследование дозирующих устройств для трудносыпучих посевных материалов / Н.П. Крючин, С.В. Вдовкин, А.Н. Крючин // Инновационное развитие науки и образования. монография. Под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. Пенза, 2018. С. 207-225.
2. Вдовкин С.В., Толстошеев Н.В. Анализ машин для поверхностного распределения минеральных удобрений и посева // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. С. 248-251.
3. Пат. 2362291 Российская Федерация, МПК А 01 С7/00. Устройство для поверхностного разбросного посева семян/ Сыгуров П.Н., Ларионов Ю.В., Милюткин В.А., Толстошеев Н.В. №2007112399/12; заявл. 03.04.2007; опубл. 27.07.2009.
4. Милюткин В.А. Формирование рационального состава наиболее эффективных разбрасывателей минеральных удобрений для агропредприятий / В. А. Милюткин, М. А. Канаев, В. Э. Буксман [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 6(68). – С. 111-114.
5. Мингалимов Р. Р., Мусин Р. М. Обоснование применения устройства для повышения проходимости тракторно-транспортных агрегатов при перевозке органических удобрений // Самара АгроВектор. 2024. Т. 4. № 2. С. 18-23. doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-18-23.

References

1. Kryuchin N.P. Development and research of metering devices for hard-to-loose seed materials / N.P. Kryuchin, S.V. Vdovkin, A.N. Kryuchin // Innovative development of science and education. the monograph. Under the general editorship of G. Y. Gulyaev. Penza, 2018. pp. 207-225.
2. Vdovkin S.V., Tolstosheev N.V. Analysis of machines for surface distribution of mineral fertilizers and sowing // Innovative achievements of science and technology of the agroindustrial complex : collection of scientific tr. Kinel : IBTS Samara State Agrarian University, 2024. pp. 248-251.
3. Pat. 2362291 Russian Federation, IPC A 01 C7/00. Device for surface spreading of seeds/ Sygurov P.N., Larionov Yu.V., Milyutkin V.A., Tolstosheev N.V. No.2007112399/12; application 04/03/2007; published 07/27/2009.
4. Formation of a rational composition of the most effective mineral fertilizer spreaders for agricultural enterprises / V. A. Milyutkin, M. A. Kanaev, V. E. Buksman [et al.] // Izvestiya of the Orenburg State Agrarian University. – 2017. – No. 6(68). – Pp. 111-114.
5. Mingalimov, R. R. & Musin, R. M. (2024). Rationale for using a device to increase the cross-country ability of tractor-transport units when transporting organic fertilizers. Samara AgroVektor (Samara AgroVector), 4, 2, 18-23. (In Russ.). doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-18-23.

Информация об авторах:

Н. В. Толстошеев – аспирант.

Information about the authors:

N. V. Tolstosheev – graduate student.

Научная статья

УДК 631.459:631.51.01:631.311.

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ЭРОЗИЮ ПОЧВ И ВОДНЫЙ БАЛАНС

Вячеслав Евгеньевич Прошкин¹, Роман Владимирович Богатский²

^{1,2} Ульяновский государственный аграрный университет, Ульяновск, Россия

¹veproshkin1993@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0307-3411>

²gerald7337@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2170-3430>

Выполнен анализ влияния различных видов механизированной поверхностной обработки почвы на эрозионную устойчивость и водный баланс. Составленная классификация методов обработки почвы показала, что интенсивный оборот разрушает агрегаты, повышает подвижность частиц и коэффициент RUSLE на 30 -50%, усиливая эрозию. Выявлено, что консервативные технологии (no-till, strip-till) сохраняют органические остатки, увеличивают инфильтрацию, снижают поверхностный сток на 20 -35% и повышают урожайность на 4 -9%. Применение нового почвообрабатывающего катка и переход к безборотным методам основной обработки почвы с микротеррасированием и мульчированием позволит обеспечить оптимальный водно-воздушный режим почвы.

Ключевые слова: механизированная обработка, эрозия, водный баланс, консервативные технологии, no-till, почвообрабатывающий каток, инфильтрация.

Для цитирования: Прошкин В. Е., Богатский Р. В. Влияние механической обработки на эрозию почв и водный баланс // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 108-112.

THE IMPACT OF MECHANICAL PROCESSING ON SOIL EROSION AND WATER BALANCE

Vyacheslav E. Proshkin¹, Roman V. Bogatsky²

^{1,2}Ulyanovsk State Agrarian University, Ulyanovsk, Russia

¹veproshkin1993@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0307-3411>

²gerald7337@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2170-3430>

The influence of various types of mechanized surface tillage on erosion resistance and water balance is analyzed. The classification of tillage methods has shown that intensive turnover destroys aggregates, increases particle mobility and the RUSLE coefficient by 30-50%, increasing erosion. It has been revealed that conservative technologies (no-till, strip-till) preserve organic residues, increase infiltration, reduce surface runoff by 20 to 35% and increase yields by 4 to 9%. The use of a new tillage roller and the transition to non-rotating methods of basic tillage with microterracing and mulching will ensure optimal soil water and air conditions.

Keywords: mechanized processing, erosion, water balance, conservative technologies, no-till, tillage rink, infiltration.

For citation: Proshkin, V. E. & Bogatsky, R. V (2026). The influence of mechanized surface treatment on soil erosion and water balance. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 108-112). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Введение. С момента освоения человеком процесса земледелия с каждым годом вырисовывались две основные проблемы, связанные между собой. Это деградация почвенных ресурсов и неустойчивость водного режима. Аспект, оказывающий непосредственное влияние на эти процессы, является выбор способа обработки почвы. Обеспечение краткосрочных агрономических выгод за счет традиционных методов обработки почвы, основанных на обороте пласта и глубоком рыхлении, имеют в долгосрочной перспективе негативные последствия, такие как разрушение агрегатной структуры, снижение органического вещества и усиление эрозионных процессов.

Целью работы является оценка влияния различных видов механизированной обработки почвы на эрозионную устойчивость и водный баланс.

Анализируя результаты исследований, как зарубежных, так и отечественных, можно сделать вывод, что интенсивная механическая обработка почвы увеличивает подвижность почвенных частиц, особенно на склонах, что усугубляется выпадением обильных осадков. В то же время методы консервативной обработки (no-till, strip-till) способствуют накоплению растительных остатков на поверхности почвы, что снижает скорость стока и способствует инфильтрации воды [1, 2].

Водный баланс почвы напрямую зависит от её структуры, пористости и содержания органических элементов. Чем выше степень агрегации и наличие мульчи на поверхности почвы, тем выше её способность удерживать влагу и сопротивляться эрозии [3].

Основная часть. Для оценки влияния каждого из видов механической обработки почвы на её эрозию и водный баланс необходимо провести анализ этих видов [4].

Анализ видов механической обработки почвы, представленная в таблице, позволит систематизировать данные о влиянии каждой технологии на физико-механические свойства почвы, а следовательно – на её эрозионную устойчивость и водный баланс [5-6].

Таблица 1

Виды механической обработки почвы

Вид обработки	Технология	Глубина обработки (см)	Основные цели	Характерные агротехнические последствия
Традиционный глубокий оборот	Плуг, борона	20-30	Интенсивное перемешивание пласта, уничтожение сорняков	Снижение агрегатной устойчивости, ускоренный вспучивание почвы, рост скорости стока
Поверхностный (shallow) оборот	Плоские бороны, культиваторы	5-10	Сокращение затрат энергии, частичная перемешанность	Умеренное разрушение структуры, частичная защита от эрозии
Консервативные методы	No-till (без оборота)	0 (no-till)	Сохранение растительных остатков, снижение механических возмущений	Повышение содержания органики в верхнем слое, улучшение пористости, снижение скорости поверхностного стока
	Strip-till (полосный оборот)	5-10 (strip-till)		

Одним из механизмов влияния механической обработки на эрозию является деструктуризация агрегатов и изменение поровой сети. Глубокий оборот способствует разрушению макро- и микроагрегатов, уменьшает объём межагрегатных пор и усиливает компактность пласта. Поверхностный оборот сохраняет часть макроагрегатов, но приводит к их частичному «размягчению», что повышает подвижность мелких частиц.

Увеличение подвижности почвенных частиц также относится к механизмам влияния обработки почвы на её эрозию. Экспериментальные данные показывают, что коэффициент подвижности частиц (K_p) после оборота почвенного поста возрастает в 2-3 раза по сравнению с необрабатываемой почвой. Данный показатель характеризует степень подвижности почвенных частиц под влиянием внешних механических воздействий. На склонах увеличение K_p приводит к росту скорости стока и ускоренному образованию гравитационных потоков.

Снижение же защитного слоя растительных остатков может достигаться за счет отсутствия мульчирующего слоя после интенсивной обработки, что уменьшает сопротивление потоку воды (τ_c) и повышает коэффициент смыва (R), определяемый по формуле:

$$R = \frac{\tau - \tau_c}{\tau_c}, \quad (1)$$

где τ – фактическое напряжение потока (Па); τ_c – критическое напряжение, зависящее от покрытости остатками (Па).

Суммарный эффект разрушения структуры, потери органики и уменьшения мульчи в конечном итоге может приводить к переходу почвы в «критический» режим, где наблюдается экспоненциальный рост потерь грунта. При интенсивной обработке коэффициент R возрастает на 30-50% в зависимости от типа почвы и уклона.

Оценивая влияние механической обработки почвы на её водный баланс были выявлены основные моменты, а именно:

- При осуществлении No-till сохраняется поровая сеть, повышается коэффициент инфильтрации (f) до 0,45-0,55 мм (по сравнению с 0,30-0,35 мм при глубоком обороте). С обработкой методом Strip-till обеспечивается локальное улучшение инфильтрации в полосах, однако в межполосных зонах возможен быстрый сток.

- Говоря о транспирации и доступности воды для растений стоит упомянуть что наличие органических остатков повышает ёмкость удержания воды за счёт увеличения микропор и повышает доступность влаги в период засухи.

- Снижение поверхностного стока, исходя из исследований в бассейнах средней полосы России, может достигаться за счет перехода от традиционного оборота к No-till, что приведет к уменьшению пиковой величины стока на 20-35% и к увеличению времени концентрации (T_c) в 1,5-2 раза.

В итоге, консервативные методы снижают потери почвы и повышают инфильтрацию, тогда как традиционные наоборот способствуют негативным процессам, таким как повышенная эрозия почвы и снижение её водного баланса.

Помимо всего вышеперечисленного стоит упомянуть, что существует еще один метод способный нивелировать негативные последствия основной обработки почвы, и это прикатывание, осуществляемое почвообрабатывающими катками. Они необходимы для обеспечения требуемой плотности и структурного состава почвы. Однако конструкции таких сельскохозяйственных машин, имеющие широкое применение, не в состоянии в полной мере гарантировать характеристики почвы в соответствии с агротребованиями. Исходя из этого нами предложен новый почвообрабатывающий каток (рисунок 1), который обеспечивает требуемую плотность и структуру почвы и создаёт волновой рельеф на поверхности поля, что в свою очередь поспособствует снижению как водной, так и ветровой эрозии почвы, и повышает способность задерживать в ней влагу [7].



Рис. 1. Предлагаемая конструкция почвообрабатывающего катка

Заключение. Механическая обработка почвы остаётся одним из главных причин деградации агроэкосистем. Систематический анализ литературных данных показывает, что интенсивный глубокий оборот приводит к разрушению агрегатной структуры, снижению пористости и ускоренному смыву почвенных частиц, что влечёт за собой рост эрозии в 3-4 раза по сравнению с консервативными методами. Консервативные технологии сохраняют растительные остатки на поверхности почвы, увеличивают содержание в ней микропор, повышают коэффициент инфильтрации и удержание влаги, что в совокупности снижает поверхностный сток на 20-35% и повышает урожайность на 4-9%. Водный баланс тесно связан с агрегатной устойчивостью – лучшая структура и наличие мульчи позволяют удерживать до 30% дополнительной влаги в почвенном профиле, что повышает устойчивость к засухам и уменьшает риск эрозионных процессов.

Таким образом, переход к консервативным методам обработки, сопровождаемый интеграцией локальных мер по защите склона (микротеррасирование, мульчирование) и внедрением в технический процесс операции прикатывания предлагаемым почвообрабатывающим катком, представляет собой наиболее эффективный путь к устойчивому управлению почвенно-водными ресурсами.

Список источников

1. Оптимизация параметров почвообрабатывающего катка по результатам исследований в полевых условиях / В. Е. Прошкин, В. И. Курдюмов, Р. В. Богатский, Е. Н. Прошкин // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91, № 6. – С. 793–800. – DOI 10.17816/0321-4443-631576.
2. Исследования пружинно-волнового катка в полевых условиях / В. Е. Прошкин, В. И. Курдюмов, Е. Н. Прошкин, Р. В. Богатский // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 3 (63). – С. 224–229. – DOI 10.18286/1816-4501-2023-3-224-229.
3. Качинский, Н. А. Структура почвы и её роль в водном балансе / Н. А. Качинский. – Москва : Наука, 1975. – 104 с.
4. Smith, P. No-till and soil erosion: a global synthesis / P. Smith [et al.] // Agriculture, Ecosystems & Environment. – 2018. – Vol. 257. – P. 123–134.
5. Zhang, Y. Strip-till effects on water infiltration and runoff / Y. Zhang, H. Liu // Journal of Soil and Water Conservation. – 2019. – Vol. 74, № 2. – P. 210–219.
6. Овчинников, С. В. Impact of deep plowing on macro-aggregate stability / С. В. Овчинников // Soil Science. – 2020. – Vol. 185, № 4. – P. 345–358.
7. Обоснование основных конструктивных параметров планчато-волнового катка / В. И. Курдюмов, В. Е. Прошкин, Е. Н. Прошкин, Р. В. Богатский // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – Т. 10, № 4. – С. 81–87. – DOI 10.55170/1997-3225-2025-10-4-81-87.

References

1. Proshkin, V. E., Kurdyumov, V. I., Bogatskiy, R. V., & Proshkin, E. N. (2024). Optimizatsiya parametrov pochvoobrabatyvayushchego katka po rezultatam issledovaniy v polevykh usloviyakh [Optimization of tillage roller parameters based on field research results]. *Traktory i sel'hoz mashiny*, 91(6), 793–800. <https://doi.org/10.17816/0321-4443-631576>
2. Proshkin, V. E., Kurdyumov, V. I., Proshkin, E. N., & Bogatskiy, R. V. (2023). Issledovaniya pruzhinno-volnovoogo katka v polevykh usloviyakh [Research of a spring-wave roller in field conditions]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*, (3), 224–229. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2023-3-224-229>
3. Kachinsky, N. A. (1975). *Struktura pochvy i ee rol v vodnom balance* [Soil structure and its role in the water balance]. Nauka.
4. Smith, P., et al. (2018). No-till and soil erosion: A global synthesis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 257, 123–134.

5. Zhang, Y., & Liu, H. (2019). Strip-till effects on water infiltration and runoff. *Journal of Soil and Water Conservation*, 74(2), 210–219.
6. Ovchinnikov, S. V. (2020). Impact of deep plowing on macro-aggregate stability. *Soil Science*, 185(4), 345–358.
7. Kurdyumov, V. I., Proshkin, V. E., Proshkin, E. N., & Bogatskiy, R. V. (2025). Obosnovanie osnovnykh konstruktivnykh parametrov planchato-volnovogo katka [Justification of the main design parameters of the slat-and-wave roller]. *Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*, 10(4), 81–87. <https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-4-81-87>.

Информация об авторах:

В. Е. Прошкин – кандидат технических наук, доцент;

Р. В. Богатский – студент.

Information about the authors:

V. E. Proshkin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

R. V. Bogatsky – student.

Вклад авторов:

В. Е. Прошкин – научное руководство;

Р. В. Богатский – написание статьи.

Contribution of the authors:

V. E. Proshkin – scientific management;

R. V. Bogatsky – writing articles.

Обзорная статья

УДК 631.33.024

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОШНИКОВЫХ ГРУПП
ДЛЯ ПОСЕВА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР**

Антон Сергеевич Фирсов¹, Карина Юрьевна Ключева²

^{1,2} ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

¹ sevenrom777@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-3875-2649>

² carina.2h@yandex.ru <https://orcid.org/0009-0001-9885-0737>

В работе проанализирована динамика индекса физического объёма инвестиций в основную капитал сельского хозяйства за 2014–2024 гг., которая выявила нестабильность инвестиционной активности и отсутствие значимого долгосрочного наращивания вложений, а также рассмотрены типы сошниковых групп для посева мелкосеменных культур – их классификация, преимущества, ограничения и особенности применения в различных условиях. Кроме того, обозначены актуальные проблемы эксплуатации сошниковых групп в 2025 г. и перспективы их развития в 2026 г., включая технологические инновации и меры государственной поддержки.

Ключевые слова: инвестиции, сошник, классификация, мелкосеменные культуры, сошниковые группы.

Для цитирования: Фирсов А. С., Ключева К. Ю. Перспективы развития сошниковых групп для посева мелкосеменных культур // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 112–119.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF COULTER GROUPS OF SEEDERS FOR SOWING SMALL-SEEDED CROPS

Anton S. Firsov¹, Karina Y. Klyueva²

^{1,2} Tver State Agricultural Academy, Tver, Russia

¹ sevenrom777@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-3875-2649>

² carina.2h@yandex.ru <https://orcid.org/0009-0001-9885-0737>

The paper analyzes the dynamics of the index of physical volume of investments in fixed assets of agriculture for 2014-2024, which revealed the instability of investment activity and the lack of a significant long-term increase in investments, and also examines the types of coulters for sowing small-seed crops – their classification, advantages, limitations, and features of application in various conditions. In addition, the paper identifies the current problems of using coulters in 2025 and the prospects for their development in 2026, including technological innovations and government support measures.

Keywords: investment, coulters, classification, small-seeded crops, coulters groups.

For citation: Klyueva K. Yu. & Firsov A. S. (2026). Prospects for the development of coulters groups of seeders for sowing small-seeded crops. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 112-119). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Актуальность разработки и совершенствования сошниковых групп для посева мелко-семенных культур обусловлена их прямым влиянием на урожайность сельскохозяйственных культур. От качества технологического процесса высева зависит до 25-30 % конечного результата, что делает выбор и эксплуатацию сошников. В условиях растущих требований к ресурсосбережению, сохранению почвенной влаги и минимизации нарушения почвенной структуры особую значимость приобретает подбор сошниковых групп, оптимально соответствующих конкретным почвенно-климатическим условиям и агротехническим задачам. Развитие конструкций сошников – это не просто инженерная задача, а ключевой фактор повышения конкурентоспособности отечественного растениеводства, позволяющий эффективнее использовать посевной материал, снижать риски неравномерных всходов и наращивать продуктивность даже на сложных по механическому составу и влажности почвах [2].

На этом фоне особое значение приобретает анализ инвестиционной активности в сельском хозяйстве, в том числе в сегменте технической модернизации посевных агрегатов. Стоит начать с анализа индекса физического объема инвестиций в основной капитал сельского хозяйства [7].

Таблица 1

Год	Индекс физического объема инвестиций в основной капитал сельского хозяйства, % к предыдущему году (процент)	Абсолютный рост	Темп роста	Темп прироста
2014	93,2	-	-	-
2015	87,1	-6,1	93,45	-6,55
2016	110,4	23,3	126,75	26,75
2017	103	-7,4	93,3	-6,7
2018	103,7	0,7	100,68	0,68
2019	97,1	-6,6	93,64	-6,36
2020	93	-4,1	95,78	-4,22
2021	102,5	9,5	110,22	10,22
2022	92,2	-10,3	89,95	-10,05
2023	93,2	1,	101,08	1,08
2024	113,3	20,1	121,6	21,6

За десятилетний период средний уровень индекса колебался в диапазоне 95-100 %, что указывает на отсутствие устойчивого наращивания инвестиций в отрасль. Кратковременные всплески обусловлены преимущественно внешними стимулами (государственная поддержка), тогда как в отсутствие таких мер наблюдается тенденция к снижению.

Графически динамика индекса (рис. 1) наглядно иллюстрирует чередование периодов роста и спада, подчёркивая чувствительность отрасли к макроэкономическим и климатическим факторам [4].

На рисунке 1 представлена динамика индекса объема инвестиций в основной капитал сельского хозяйства.

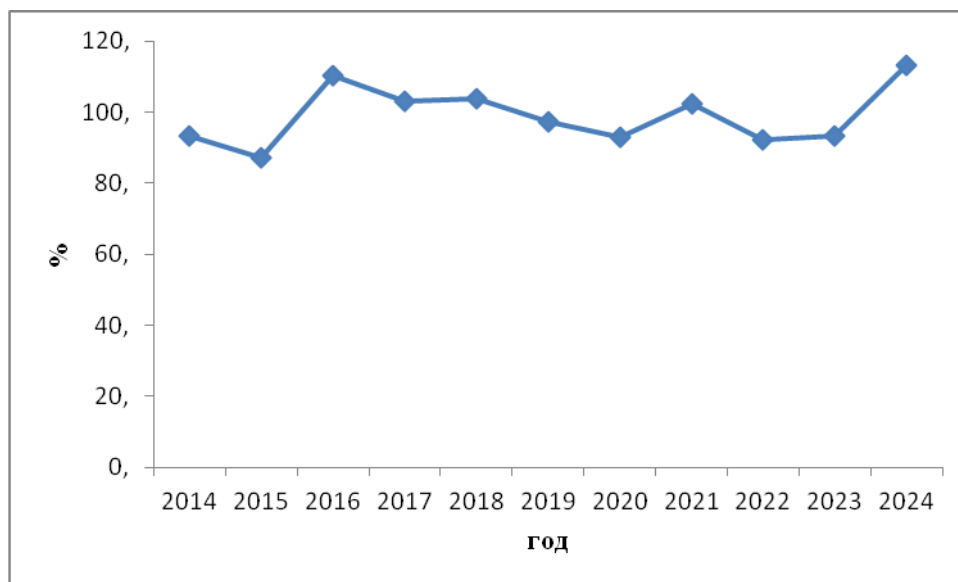


Рис.1. Динамика индекса физического объема инвестиций в основной капитал сельского хозяйства

Выводы по данному анализу:

- За 10 лет динамика инвестиций показывает нестабильную картину после снижения в 2015 на 6,55%, последовал резкий рост в 2016 на 26%, что связано с государственной поддержкой, так как в 2016 году были приняты дополнительные меры по поддержке спроса, включая стимулирование покупки сельхозтехники;
- Средний уровень индекса за период колебался вокруг 95-100%, что указывает на отсутствие значимого наращивания инвестиций в долгосрочной перспективе;
- К 2023 году индекс вернулся к стартовому, что свидетельствует о застойных явлениях в инвестиционной активности.

Основная ключевая проблема – чувствительность отрасли к внешним факторам (экономические, климатические), что проявляется в резких скачках показателя.

Несмотря на выявленную нестабильность инвестиционной активности в сельском хозяйстве (средний уровень индекса физического объема инвестиций за десятилетие – около 95-100 %), именно эти вложения определяют возможность технической модернизации отрасли и, в частности, обновление парка посевной техники. Без достаточного финансирования остаются затруднены разработка и внедрение усовершенствованных сошниковых групп – ключевого элемента, от которого напрямую зависит качество посева и итоговая урожайность (до 25-30% результата) [3]. Таким образом, анализ инвестиционной динамики не просто констатирует состояние отрасли, но и подчёркивает остроту вопроса совершенствования сошников: чтобы преодолеть застойные явления и обеспечить устойчивый рост продуктивности, необходимо не только наращивать объёмы вложений, но и целенаправленно направлять их в разработку и внедрение инновационных конструкций, адаптированных к разнообразным почвенно-климатическим условиям и современным агротехническим требованиям.

При анализе сошниковых групп для посева мелкосеменных культур (льна, рапса, горчицы) первоочередной задачей становится их систематизация по классификационным признакам. Поскольку от качества посева существенно зависит уровень урожайности, особое внимание следует уделить сошниковым группам – ключевым рабочим органам сеялок. Эти элементы выполняют важнейшие технологические операции: формируют борозду, осуществляют подачу семян и обеспечивают их надёжную заделку в почву, тем самым определяя эффективность всего посевного процесса [0].

При посеве мелкосеменных культур (лён, рапс, горчица, кориандр и др.) критически важны:

- точность глубины заделки (2-4 см);
- равномерность распределения семян;
- минимальное нарушение почвенной структуры;
- способность работать по мульче и с растительными остатками.

Ниже – разбор типов сошников с акцентом на их пригодность для мелкосеменных культур.

На рисунке 2 представлена классификация сошников.

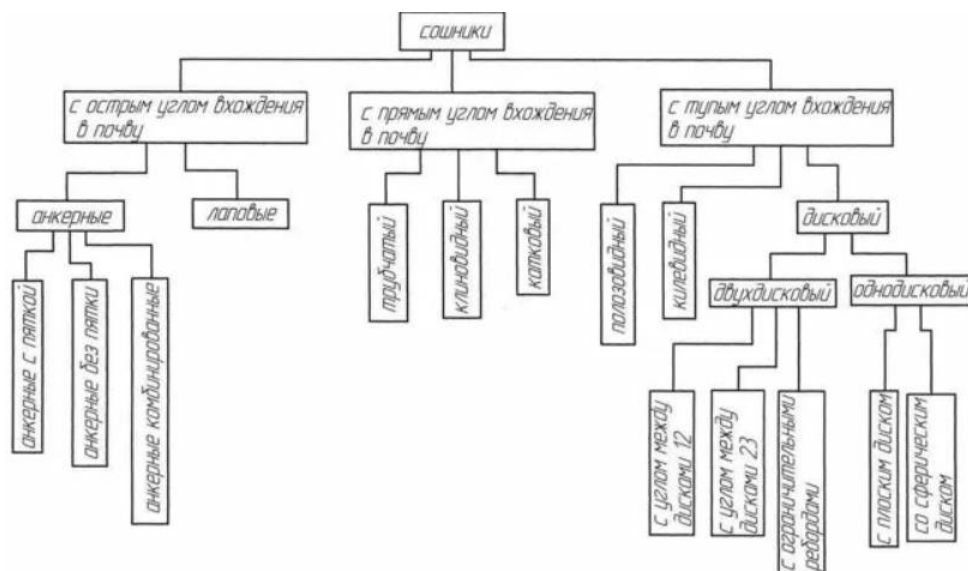


Рис.2. Классификация сошников

Сошники классифицируются по углу вхождения в почву на три основные группы:

1. С острым углом вхождения в почву.
2. С прямым углом вхождения в почву.
3. С тупым углом вхождения в почву.

Разберём каждую группу подробно.

1. Сошники с острым углом вхождения в почву

Эти сошники формируют бороздку, перемещая почву снизу-вверх, из-за чего дно бороздки получается рыхлым. К этой группе относятся анкерные и лаповые сошники.

Анкерные сошники подразделяются на:

- Анкерные с пяткой – обеспечивают дополнительную устойчивость при работе, предотвращая смещение сошника.
- Анкерные без пятки – более простые по конструкции, используются в менее сложных условиях.
- Анкерные комбинированные – сочетают преимущества разных конструкций, например, устойчивость и простоту.

Лаповые сошники отличаются формой рабочей части, напоминающей лапу. Они хорошо подходят для работы на лёгких и средних почвах.

2. Сошники с прямым углом вхождения в почву

Сошники этой группы раздвигают почву в стороны при формировании бороздки. Это обеспечивает равномерное распределение семян. К данной категории относятся:

- Трубчатый сошник – отличается простотой конструкции и надёжностью. Часто используется в сеялках для зерновых культур.
- Клиновидный сошник – имеет клиновидную форму, что позволяет эффективно работать на плотных почвах.
- Копаточный сошник – предназначен для более глубокого проникновения в почву, подходит для тяжёлых условий.

3. Сошники с тупым углом вхождения в почву

Эти сошники вдавливают почву сверху вниз, уплотняя дно бороздки. Такая конструкция оптимальна для сохранения влаги и создания плотного ложа для семян. К этой группе относятся:

- Полозовидный сошник – имеет форму полоза, хорошо работает на влажных и тяжёлых почвах.
- Килевидный сошник – отличается килевидной формой, обеспечивает высокую точность заделки семян.
- Дисковые сошники – наиболее распространённая группа в современных посевных машинах. Делятся на:
 - Двухдисковые – состоят из двух дисков, вращающихся в противоположных направлениях. Эффективно разрезают почву, подходят для сложных условий [6].
 - Однодисковые – имеют один диск, более просты в обслуживании. Используются на лёгких почвах.

Дисковые сошники дополнительно классифицируются по углу между дисками и форме рабочей части:

- С углом между дисками 12° – оптимальны для лёгких почв, обеспечивают аккуратное разрезание.
- С углом между дисками 23° – подходят для более плотных почв, увеличивают усилие разрезания.
- С ограничительными ребордами – имеют специальные выступы (реборды), которые предотвращают смещение сошника в сторону.
- Со сферическим диском – диски имеют сферическую форму, что улучшает проникновение в почву и снижает тяговое усилие.
- Со сферическим диском и срезанным краем – комбинированная конструкция, сочетающая преимущества сферического диска и острого края для более эффективного разрезания.

Каждая группа сошников предназначена для определённых условий работы и типов почвы. Правильный выбор сошника критически важен для качественной заделки семян, равномерного распределения и высокой всхожести посевов. Современные посевные машины часто оснащаются комбинированными дисковыми сошниками, которые сочетают преимущества разных конструкций.

Далее представлено влияние почвенно-климатических условий на работу сошника представлены в таблице 1.

Эксплуатация сошниковых групп сеялок для посева мелкосеменных культур в 2025 году сталкивается с комплексом проблем, влияющих на точность посева, равномерность распределения семян и экономическую эффективность. Эти проблемы связаны с технологическими ограничениями, эксплуатационными сложностями и рыночными факторами.

Факторы, влияющие на работу сошников

Фактор	Влияние на работу сошников
Влажность почвы	При избытке влаги: налипание на диски, ухудшение контакта семян с почвой
Тип почвы	Глинистые и суглинистые: ускоренный износ лемеха анкерных сошников
Растительные остатки	Забивание дисковых сошников (особенно влажных остатков)
Температура и засуха	Высокие температуры и дефицит влаги требуют увеличения глубины заделки (до 8–10 см), что повышает нагрузку на сошники
Рельеф поля	Колебания сошников при копировании неровностей приводят к неравномерной глубине заделки
Скорость посева	При превышении рекомендованной скорости: снижение точности заделки, увеличение числа пропусков
Износ рабочих органов	Затупление дисков и лемехов: рост тягового сопротивления, неравномерная заделка
Качество предпосевной подготовки	Комковатость почвы: забивание сошников, неравномерное уплотнение

В процессе посева возникает ряд технических сложностей, связанных с работой сошников разных типов:

- Контроль глубины заделки семян. Разные конструкции сошников демонстрируют неодинаковую точность поддержания заданной глубины. На лёгких почвах возможно избыточное заглубление; при копировании рельефа возникают колебания; некоторые типы сошников нарушают мульчирующий слой, что негативно влияет на водный режим и микрофлору почвы.

- Равномерность распределения семян. Отмечаются отклонения от оптимальных параметров по ширине захвата, а также недостаточный контакт семян с почвой из-за отсутствия плотного семенного ложа.

- Работа с растительными остатками. При высокой влажности и большом количестве пожнивных остатков сошники могут забиваться. Для надёжной работы в сложных условиях требуются дополнительные устройства (очистители) или модернизированные конструкции.

Эксплуатация посевной техники сопряжена с рядом трудностей:

- Износ и надёжность. Рабочие органы сошников подвержены абразивному износу, деформации и потере формы. Даже при использовании твёрдых сплавов требуется частая замена изношенных элементов. Особенно это актуально для каменистых или уплотнённых почв.

- Забивание рабочих органов. Почва и растительные остатки могут блокировать выходные отверстия или требовать регулярной очистки вспомогательных элементов (например, резиновых чистиков). Комбинированные сошники сложнее в обслуживании из-за многокомпонентной конструкции.

Финансовые аспекты использования посевной техники включают [5]:

- Стоимость оборудования и запчастей. Современные комбинированные и активные сошники существенно дороже классических аналогов. Рост цен на запасные части (твёрдые сплавы, подшипники, резиновые элементы) обусловлен логистическими и сырьевыми факторами.

Для повышения эффективности посевных работ необходим комплексный подход, включающий:

- выбор сошников с учётом локальных почвенно-климатических условий;
- инвестиции в техническое переоснащение;
- обучение персонала;
- внедрение цифровых систем контроля качества посева.

Ключевые тенденции и меры поддержки:

- Технологические инновации. Разрабатываются адаптивные сошники, способные подстраиваться под разные условия.
- Государственная поддержка. В федеральном бюджете на 2026 год предусмотрено финансирование госпрограммы развития сельского хозяйства (290,7 млрд рублей). Действует программа льготного лизинга «Росагролизинг», делающая сельхозтехнику доступнее.
- Рыночные факторы.

Метаанализ проблем и перспектив совершенствования сошниковых групп для посева мелкосеменных культур позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, технологическая значимость сошников определяется их прямым влиянием на урожайность: до 25-30% конечного результата зависит от точности глубины заделки (оптимум 2-4 см), равномерности распределения семян и качества семенного ложа. Во-вторых, эксплуатационные вызовы – износ рабочих органов на каменистых почвах, забивание влажной почвой или растительными остатками, необходимость частой регулировки – существенно повышают трудозатраты и требуют квалифицированного персонала. В-третьих, экономические барьеры (высокая стоимость износостойких материалов, систем точного земледелия, нестабильность инвестиций в отрасль со средним индексом за 10 лет на уровне 95-100%) ограничивают доступность современных решений для малых хозяйств. В-четвёртых, перспективы развития связаны с внедрением цифровых систем контроля, разработкой комбинированных конструкций и использованием инновационных материалов, а также с мерами государственной поддержки (льготный лизинг, субсидии). Таким образом, комплексный подход – сочетание грамотного выбора сошников под локальные условия, технического переоснащения, обучения персонала и цифровой трансформации – является ключевым для повышения эффективности посева и обеспечения устойчивого роста продуктивности растениеводства.

Список источников

1. Шумаев В.В. Исследования сеялки для посева семян огородных мелкосемянных культур // Современные тенденции развития сельскохозяйственного машиностроения и технического сервиса в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 25-летию образования факультета «Технический сервис в АПК», Минск, 4–5 июня 2025 г. — Минск: БГАТУ, 2025. — С. 203–20
2. Газета.РУ/ Официальный сайт. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.gazeta.ru/science/news/2023/06/22/20720780.shtml?updated> (дата обращения: 16.11.2025).
3. Агроинвестор / Официальный сайт. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.agroinvestor.ru/> (дата обращения: 16.11.2025).
4. БИЗНЕС ПОРТАЛ - ЭКСПЕРТ / Официальный сайт. [Электронный ресурс] // URL: <https://sdexpert.ru/news>. (дата обращения: 16.11.2025).
5. Коммерсант / Официальный сайт. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8161555> (дата обращения: 16.11.2025).
6. Фирсов, А. С. Результаты исследования параметров и режимов работы дискового пневматического высевашеющего аппарата для льна / А. С. Фирсов, В. В. Голубев // Агротехника и энергообеспечение. — 2016. — № 3 (12). — С. 41–45. — УДК 631.331.53.022.66.001.5:633.521. — ISSN 2410-5031.
7. ЕМИСС / Официальный сайт. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/40636> (дата обращения: 23.11.2025)

References

1. Shumaev V.V. Research of the seed drill for sowing seeds of garden small-seeded crops // Modern trends in the development of agricultural engineering and technical service in the agro-industrial complex: materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 25th anniversary of the Faculty of Technical Service in the Agro-Industrial Complex, Minsk, June 4–5, 2025. — Minsk: BGA TU, 2025. — P. 203–20

2. Gazeta.RU/ Official website. [Electronic resource] // URL: <https://www.gazeta.ru/science/news/2023/06/22/20720780.shtml?updated> (accessed on 16.11.2025).
3. Agroinvestor / Official website. [Electronic resource] // URL: <https://www.agroinvestor.ru/> (accessed on 16.11.2025).
4. BUSINESS PORTAL - EXPERT / Official website. [Electronic resource] // URL: <https://sdexpert.ru/news>. (accessed: 16.11.2025).
5. Kommersant / Official website. [Electronic resource] // URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8161555> (accessed: 16.11.2025).
6. Firsov, A. S. Results of Research on Parameters and Operating Modes of a Disc Pneumatic Seeding Apparatus for Flax / A. S. Firsov, V. V. Golubev // *Agrotechnics and Energy Supply*. — 2016. — No. 3 (12). — Pp. 41–45. — UDC 631.331.53.022.66.001.5:633.521. — ISSN 2410-5031.
7. EMISS / Official website. [Electronic resource] // URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/40636> (accessed on 23.11.2025)

Информация об авторах:

А. С. Фирсов – кандидат технических наук, доцент;
К. Ю. Ключева – соискатель.

Information about the authors:

A. S. Firsov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
K. Y. Klyueva – Applicant.

Вклад авторов:

А. С. Фирсов – научное руководство;
К. Ю. Ключева – написание статьи.

Contribution of the authors:

A. S. Firsov – scientific supervision;
K. Y. Klyueva – writing the article.

Обзорная статья
УДК 631.311

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Антон Константинович Михляев¹, Антон Сергеевич Фирсов²

^{1,2} ФГБОУ ВО Тверская ГСХА

¹ antonmikhlyaev@yandex.ru

² sevenrom777@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-3875-2649>

В современном агропромышленном комплексе повышение надежности и долговечности сельскохозяйственной техники является приоритетной задачей. Особенно актуален вопрос оценки и прогнозирования ресурса рабочих органов, которые функционируют в условиях агрессивного абразивного износа и переменных динамических нагрузок. В статье обосновывается применение технологии цифровых двойников как инструмента виртуального прототипирования и многокритериальной оптимизации конструкций. Рассмотрена структура цифровых двойников, включающая конечно-элементный анализ, моделирование взаимодействия «рабочий орган – почва» и систему сбора телеметрических данных для верификации. Предложен комплексный подход к исследованию, позволяющий прогнозировать распределение напряжений, усталостную долговечность и интенсивность изнашивания.

Ключевые слова: цифровой двойник, рабочие органы, почвообрабатывающие машины, конечно-элементный анализ, ресурс, абразивный износ, проектирование, верификация.

Для цитирования: Михляев А. К., Фирсов А. С. Применение цифровых двойников при проведении исследований рабочих органов сельскохозяйственных машин // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 119-124.

APPLICATION OF DIGITAL TWINS IN RESEARCHING WORKING ELEMENTS OF AGRICULTURAL MACHINERY

Anton K. Mikhlyaev¹, Anton S. Firsov²

^{1,2} Tver State Agricultural Academy, Tver, Russia

¹antonmikhlyaev@yandex.ru

²sevenrom777@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-3875-2649>

In the modern agro-industrial complex, increasing the reliability and durability of agricultural machinery is a priority. The issue of assessing and predicting the service life of working elements (implements), which operate under conditions of aggressive abrasive wear and variable dynamic loads, is particularly relevant. This article substantiates the application of digital twin technology as a tool for virtual prototyping and multi-criteria design optimization. The structure of the digital twin is considered, including finite element analysis (FEA), modeling of the "working element – soil" interaction, and a telemetry data collection system for verification. A comprehensive approach to research is proposed, allowing for the prediction of stress distribution, fatigue life, and wear intensity.

Keywords: digital twin, working elements (implements), tillage machines, finite element analysis, service life (resource), abrasive wear, design, verification.

For citation: Mikhlyaev, A. K. & Firsov, A. S. (2026). Application of digital twins in researching working elements of agricultural machinery. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.). pp. 119-124.

Введение

Цифровизация АПК, как часть глобальной тенденции, требует внедрения инновационных подходов в области машиностроения [2]. Ключевым элементом любой сельскохозяйственной машины являются рабочие органы и прочие элементы, непосредственно взаимодействующие с почвенной средой. Недостаточный ресурс рабочих органов приводит к незапланированным простоям, перерасходу топлива из-за изменения геометрии, и, как следствие, к снижению эффективности агротехнологического процесса [1].

Традиционный цикл проектирования и испытаний рабочих органов является длительным, поскольку требует проведения многочисленных натуральных испытаний для оценки износа и нагрузок в разных почвенно-климатических условиях [5].

Цифровой двойник технологического изделия представляет собой интегрированную систему, которая обеспечивает высокоточное моделирование и двунаправленные потоки данных между физическим объектом и его виртуальным представлением [2].

В контексте проектирования рабочих органов цифровой двойник выходит за рамки простого контроля технического состояния и становится инструментом виртуального инжиниринга. Его структура должна быть адаптирована для решения задач прогнозирования деградации на основе многофизического моделирования [4].

Ключевые составляющие ЦД рабочего органа:

- Геометрическая модель. Представляет собой точное 3D-моделирование, используемое для проведения статических и динамических прочностных расчетов. На этом этапе определяется напряженно-деформированное состояние элемента при пиковых нагрузках.

- Поведенческая (Физическая) модель. Включает в себя математическое описание взаимодействия рабочего органа с почвой (например, с использованием метода дискретных элементов, DEM), что позволяет рассчитать распределение реактивных сил и прогнозировать тяговое сопротивление.
- Информационная модель (Телеметрия). Аккумулирует и структурирует данные, полученные от физического аналога в процессе эксплуатации.
- Модель прогнозирования ресурса (Аналитика). Использует данные конечно-элементного анализа и верифицированные полевые данные для расчета остаточного ресурса, оценки интенсивности абразивного изнашивания и выработки рекомендаций по модернизации.

Цель исследования: разработать и структурировать концепцию применения цифрового двойника как ключевого инструментария для научных исследований в области оценки, прогнозирования и оптимизации конструктивных параметров рабочих органов сельскохозяйственных машин.

Методология исследования эксплуатационных характеристик

Для обеспечения высокой прогностической точности цифрового двойника необходимо разработать алгоритм, который объединяет результаты виртуального анализа с реальными замерами, фокусируясь на двух ключевых проблемах: нагрузке и износе [5].

Анализ автоматизированных систем для создания цифрового двойника

Создание полноценного цифрового двойника рабочего органа требует использования комплекса специализированных программных средств (ПО), работающих в единой связке. Можно выделить три ключевых типа автоматизированных систем [2]:

1. Системы автоматизированного проектирования (CAD-системы) (например, SolidWorks, Компас-3D). Их основное назначение – формирование точной геометрии рабочего органа и его сборочных узлов. Они служат исходной платформой для всех последующих расчетных процессов.
2. Программы для моделирования дискретных элементов (DEM-системы) (например, EDEM, Rocky DEM). Эти системы предназначены для моделирования взаимодействия рабочего органа с сыпучей средой (почвой) (рис. 1). Их отличительная особенность – способность оперировать отдельными частицами и рассчитывать силы, возникающие при их соударении и трении, что позволяет получить реалистичные нагрузки на конструкцию [4].

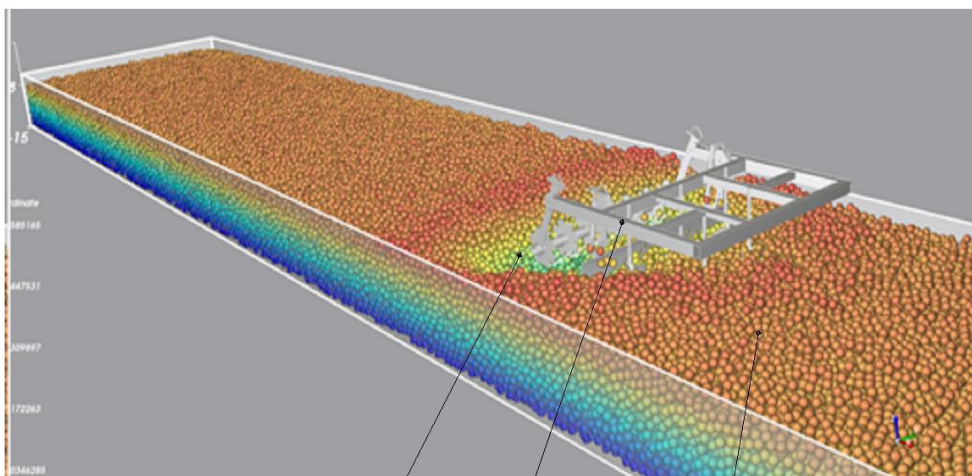


Рис. 1. Цифровой двойник почвенного канала и рабочего органа для визуализации почвообрабатывающего процесса

3. Системы инженерного анализа (CAE) (например, ANSYS, Abaqus). Эти программы специализируются на расчете напряженно-деформированного состояния (НДС) (рис. 2). Они принимают нагрузки, полученные в DEM-системах, и с помощью метода конечных

элементов (МКЭ) определяют распределение напряжений и деформаций по всей геометрии рабочего органа [7].

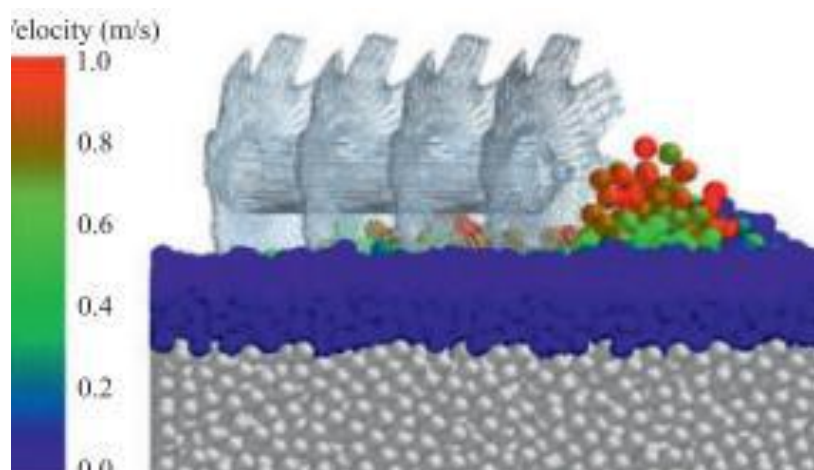


Рис. 2. Оценка напряжённого состояния почвы во взаимодействии с рабочими органами

Таким образом, цифровой двойник представляет собой интегрированную среду, в которой DEM-моделирование отвечает за нагрузку, а МКЭ-анализ – за прочность и ресурс [8].

Планирование виртуального лабораторного эксперимента

После верификации и калибровки цифровой модели ключевым этапом исследования является проведение виртуальных лабораторных исследований [4]. Виртуальная модель используется как высокоточный лабораторный стенд для систематического изучения влияния различных эксплуатационных и конструктивных факторов на выходные показатели (тяговое сопротивление, интенсивность износа) [6].

Для получения количественной регрессионной модели, описывающей процесс, целесообразно использовать методы математического планирования эксперимента, в частности, Полный Факторный Эксперимент (ПФЭ).

Примером является ПФЭ 3^3 , который позволяет комплексно оценить влияние трех независимых факторов на трех уровнях варьирования (например, скорость движения, глубина обработки и угол атаки рабочего органа). Проведение 27 виртуальных экспериментов [5] в среде DEM/CAE позволяет:

1. Построить аналитическую зависимость между факторами и выходными параметрами.
2. Точно прогнозировать интенсивность изнашивания при любом сочетании заданных условий.
3. Определить оптимальную комбинацию эксплуатационных параметров, обеспечивающую минимальный износ и максимальный ресурс рабочего органа [3].

Обсуждение результатов и практическое применение

Применение цифровых двойников позволяет проводить многовариантную оптимизацию рабочих процессов по комплексному критерию: снижение тягового сопротивления и увеличение ресурса [7]. Виртуальные лабораторные исследования позволяют обосновать оптимальные эксплуатационные параметры, которые обеспечивают минимальный износ. Прогнозный ресурс, рассчитанный на основе этих оптимальных параметров, сравнивается с нормативными требованиями, что позволяет на этапе проектирования гарантировать необходимый срок службы [8].

Внедрение такого подхода обеспечивает снижение расходов на техническое обслуживание и сокращение незапланированных простоев [6].

Сокращение цикла разработки и экономическая эффективность

Внедрение цифрового двойника приводит к прямому экономическому эффекту, прежде всего за счет уменьшения количества физических прототипов. Большинство испытаний проводится виртуально. А также за счет сокращения времени разработки. Цикл вывода нового продукта на рынок сокращается за счет минимизации натуральных испытаний [5].

Применение цифрового двойника позволяет принимать решения, которые целенаправленно снижают затраты на ремонт и обслуживание (через увеличение ресурса) и уменьшают эксплуатационные расходы (через снижение тягового сопротивления), обеспечивая, таким образом, конкурентное преимущество изделия [1].

Заключение

Технология цифровых двойников является высокоэффективным инструментом для исследования, проектирования и оптимизации конструкций рабочих органов сельскохозяйственных машин, позволяя преодолеть ограничения традиционных натуральных методов [7].

Цифровой двойник обеспечивает создание интегрированной модели, которая с высокой точностью прогнозирует абразивный износ и динамические нагрузки, действующие на рабочий орган в сложных почвенных условиях [3].

Разработанный методологический подход позволяет принимать научно-обоснованные решения по выбору материалов и геометрии, гарантируя нормативный срок службы рабочего органа [4].

Внедрение цифрового двойника в инжиниринговый процесс обеспечивает значительное сокращение цикла разработки нового изделия и, как следствие, повышение общей экономической эффективности сельскохозяйственного производства [8].

Список источников

1. Жиздюк А. А., Буйлов В. Н., Чумакова С. В., Ахилбеков М. Н. Применение цифровых двойников технологических машин в АПК при эксплуатации и сервисном обслуживании // *Агроинженерия*. 2025. №1.
2. Р. Б. Шестаков, А. И. Филиппова-Глебова, Н. А. Яковлев Цифровые двойники для улучшения прогнозирования в агроиндустрии 4.0 // *Вестник техносферной безопасности и сельского развития*. 2024. №1 (36).
3. Салават Гумерович Мударисов, Ильдар Мавлярович Фархутдинов, Рамиль Фаилевич Хабибуллин, Венер Ханифович Имангулов Параметры взаимного расположения рабочих органов секции полосового культиватора по критерию тягового сопротивления // *Пермский аграрный вестник*. 2024. №4 (48).
4. Хафизов А. М., Борщ И. Д. Общие данные о цифровых двойниках и программных платформах управления цифровыми двойниками // *Инновационная наука*. 2025. №5-2.
4. Гайнуллин И. А. Моделирование взаимодействия движителей с почвой методом дискретных элементов в программе *rosky dem* // *мнж*. 2023. №5 (131).
6. Алимова Феруза Абдукадировна, Саидова Мухайёхон Тулкиновна Имитационное моделирование процесса поверхностной обработки почвы // *Universum: технические науки*. 2025. №4 (133).
7. Salavat G. Mudarisov, Ildar M. Farkhutdinov, Rustam Yu. Bagautdinov Justification of Dual-Level Opener Parameters in Digital Twin by the Discrete Element Method // *Вестник МГУ*. 2024. №2.
8. Айрат Мидхатович Мухаметдинов, Салават Гумерович Мударисов, Ильдар Мавлярович Фархутдинов Обоснование параметров дискретных элементов цифровой модели почвенной среды // *АгроЭкоИнженерия*. 2025. №3 (124).

References

1. Zhizdyuk A. A., Buylov V. N., Chumakova S. V., Akhimbekov M. N. Application of digital twins of technological machines in the agro-industrial complex during operation and maintenance // *Agroengineering*. 2025. No. 1.
2. R. B. Shestakov, A. I. Filippova-Glebova, N. A. Yakovlev Digital twins for improving forecasting in agroindustry 4.0 // *Bulletin of technosphere safety and rural development*. 2024. No. 1 (36).

3. Salavat Gumerovich Mudarisov, Ildar Mavliyarovich Farkhutdinov, Ramil Failevich Khabibullin, Vener Khanifovich Imangulov Parameters of the mutual arrangement of working bodies of a strip cultivator section based on the draft resistance criterion // Perm Agrarian Bulletin. 2024. No. 4 (48).

4. Khafizov A. M., Borshch I. D. General data on digital twins and software platforms for managing digital twins // Innovative science. 2025. No. 5-2.

5. Gainullin I. A. Modeling the interaction of movers with soil using the discrete element method in the rocky dem program // mnizh. 2023. No. 5 (131).

6. Alimova Feruza Abdukadirovna, Saidova Mukhayyokhon Tulkinovna Simulation modeling of the process of surface tillage // Universum: technical sciences. 2025. No. 4 (133).

7. Salavat G. Mudarisov, Ildar M. Farkhutdinov, Rustam Yu. Bagautdinov Justification of Dual-Level Opener Parameters in Digital Twin by the Discrete Element Method // Bulletin of Moscow State University. 2024. No. 2.

8. Airat Midkhatovich Mukhametdinov, Salavat Gumerovich Mudarisov, Ildar Mavliyarovich Farkhutdinov Justification of the parameters of discrete elements of a digital model of the soil environment // AgroEcoEngineering. 2025. No. 3 (124).

Информация об авторах:

А. С. Фирсов – кандидат технических наук, доцент;

А. К. Михляев – аспирант.

Information about the authors:

A. S. Firsov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

A. K. Mikhlyayev – graduate student.

Вклад авторов:

А. С. Фирсов – научное руководство;

А. К. Михляев – написание статьи.

Contribution of the authors

A. S. Firsov – scientific supervision;

A. K. Mikhlyayev – writing the article.

Научная статья

УДК 631.565.6

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПРЕДПОСЫЛКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РОБОТА-УКЛАДЧИКА ПОРТАЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ УКЛАДКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ НА ПОДДОНЫ

Степан Анатольевич Соколов¹, Антон Сергеевич Фирсов²

^{1,2} Тверская государственная сельскохозяйственная академия, Тверь, Россия

¹ stepan-sokolov-1997@mail.ru

² sevenrom777@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-3875-2649>

В настоящее время в российском сельском хозяйстве наблюдается ряд значимых тенденций, связанных с процессом роботизации и цифровизацией отрасли. Активное внедрение роботов и автономных устройств на сельскохозяйственных предприятиях. Уже сегодня около 40% агропредприятий применяют искусственные технологии и цифровое оборудование, согласно официальным источникам Министерства сельского хозяйства РФ. Статья посвящена разработке математической модели робота-укладчика портального типа, предназначенного для укладки сельскохозяйственных продуктов на поддоны. Рассматриваются основные аспекты конструкции и функционирования портальных роботов, методы математического моделирования и возможные направления оптимизации их работы.

Ключевые слова: математическое моделирование, робот-укладчик, автоматизация, метод Лагранжа, укладка сельскохозяйственной продукции, БРУ-30.

Для цитирования: Соколов С. А., Фирсов А. С. Теоретическая предпосылка математического моделирования робота-укладчика порталного типа для укладки сельскохозяйственных продуктов на поддоны // Технологии, машины и обо-рудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 124-129.

THEORETICAL FOUNDATION OF MATHEMATICAL MODELING FOR A PORTAL TYPE PACKING ROBOT DESIGNED TO STACK AGRICULTURAL PRODUCTS ON PALLET

Stepan A. Sokolov¹, Anton S. Firsov²

^{1,2} Tver State Agricultural Academy, Tver, Russia

¹ stepan-sokolov-1997@mail.ru

² sevenrom777@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0003-3875-2649>

Currently, the Russian agricultural sector is experiencing significant trends related to robotization and digital transformation. The active introduction of robots and autonomous devices on farms has led to approximately 40% of agricultural enterprises already utilizing artificial technologies and digital equipment, according to official sources from the Ministry of Agriculture of the Russian Federation. This article focuses on developing a mathematical model for a portal-type packing robot designed specifically for stacking agricultural products onto pallets. It examines key aspects of construction and operation of such portal robots, as well as methods of mathematical modeling and potential optimization strategies for their performance.

Keywords: Mathematical Modeling, Packing Robot, Automation, Lagrange Method, Stacking Agricultural Products, BRU-30.

For citation: Sokolov S. A. & Firsov, A. S. (2026). Theoretical foundation of mathematical modeling for a portal type packing robot designed to stack agricultural products on pallet. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 124-129). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Введение. Современные тенденции в развитии робототехники предполагают активное внедрение автоматизированных решений в различные сферы деятельности, включая сельское хозяйство. Одним из актуальных направлений является использование роботов-укладчиков для упаковки и складирования готовой продукции [1]. Создание математической модели такого робота позволит оптимизировать конструкцию и программное обеспечение, повышая эффективность и надежность работы.

Конструкция и функционирование порталного робота-укладчика БРУ-30. Робот-укладчик БРУ-30 [2] предназначен для укладки упакованной сельскохозяйственной продукции на поддон. На рисунке 1 представлена 3Д модель робота-укладчика БРУ-30

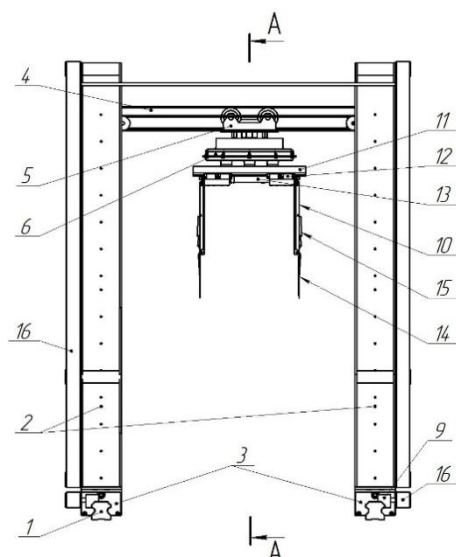


Рис.1. – Робот-укладчик БРУ-30

- 1 - рельсовые направляющие; 2 - п-образная рама; 3 - роликовые каретки; 4 - подвижная балка;
 5 - линейная каретка; 6 - захватное устройство с планетарным редуктором; 7 - направляющая полоса с роликами;
 8 - шарико-винтовая передача; 9 – электродвигатели; 10 – пластины; 11 – рама захвата;
 12 - цилиндрические направляющие; 13 – пневмоцилиндры; 14 – лапы; 15 – пневмоцилиндры лап;
 16 - полиуретановые ремни

Портальный робот-укладчик БРУ-30 состоит из следующих основных компонентов:

Основание: Жесткая конструкция, обеспечивающая устойчивость и стабильность робота. Сюда относятся Рельсовые направляющие 1 для перемещения п-образной рамы 2 с роликовыми каретками 3.

Манипуляционный механизм: Система рычагов и шарниров, обеспечивающая перемещение рабочего инструмента.

К манипуляционному механизму относятся: п-образная рама 2 с роликовыми каретками 3, подвижная балка 4, установленная в п-образной раме 2 с помощью направляющей полосы с роликами 7, линейную каретку 5, установленную на балке 4, с планетарным редуктором 6.

Рабочий инструмент: Устройство, непосредственно взаимодействующее с объектом укладки рабочим инструментом, является: захватное устройство, выполненное в виде пластин 10, соединённых с редуктором 6 через раму 11 с цилиндрическими направляющими 12 и пневмоцилиндрами 13, обеспечивающими прижим груза с боковых сторон [3].

Система управления: Контроллер, управляющий движением и работой робота.

Перемещение всех компонентов осуществляется за счёт электродвигателей 9 и шарико-винтовой передачи 8. Эти элементы обеспечивают точное и надежное размещение объектов на поддоне. Полиуретановые ремни 16, обеспечивают перемещение захватного устройства вдоль балки 4 и п-образной рамы 2 по рельсовым направляющим 1.

Математическое моделирование методом Лагранжа. Математическое моделирование является ключевым этапом проектирования роботов. Оно позволяет оценить поведение робота в различных ситуациях, выявить слабые места и предложить пути их устранения.

Анализируя динамику портальных роботов, авторы Андрианов Ю.Д., Бобриков Э.П., Гончаренко В.Н. [4] предлагают использовать уравнения Лагранжа второго рода для описания поведения робота. Такой подход позволяет учесть взаимодействие всех элементов системы и получить точные результаты.

Уравнения Лагранжа второго рода используются для описания движения механической системы, состоящей из взаимосвязанных тел, таких как робот. Они позволяют определить динамические свойства системы, учитывая кинетическую энергию, потенциальную энергию и внешние силы.

Формулировка уравнений Лагранжа второго рода следующая:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

где: L — лагранжиан системы, равный разности кинетической (T) и потенциальной (V) энергий: $L = T - V$; \dot{q}_i - обобщённые скорости (производные обобщённых координат по времени); q_i - обобщённые координаты; Q_i - обобщённые силы, действующие на систему.

Рассмотрим подробнее формулировку уравнений Лагранжа второго рода для портального робота-укладчика с тремя степенями свободы: У нас имеется система с тремя степенями свободы, каждая из которых характеризуется своей обобщённой координатой (q_1, q_2, q_3) и соответствующей скоростью ($\dot{q}_1, \dot{q}_2, \dot{q}_3$). Например, в нашем случае:.

Обозначим обобщённые координаты следующим образом:

- $q_1 = x$ — положение стоек по оси X.
- $q_2 = y$ — положение балки по оси Z.
- $q_3 = z$ — положение рабочего органа по оси Y.

Тогда кинетическая энергия T и потенциальная энергия V системы могут быть записаны как:

$$T = \frac{1}{2} m_x \dot{x}^2 + \frac{1}{2} m_y \dot{y}^2 + \frac{1}{2} m_z \dot{z}^2 \quad (2)$$

$$V = m_g g z \quad (3)$$

где: m_x, m_z, m_y – массы соответствующих частей робота; m_g – масса рабочего органа; $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ – первые производные координаты x, y, z по времени, то есть скорость объекта по осям X, Y, Z соответственно; g – ускорение свободного падения.

Теперь подставим эти выражения в уравнения Лагранжа второго рода (1):

1. Вычислим производные для $q_1 = x$:

Вычисляем первую производную по скорости \dot{x} :

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{x}} = m_x \dot{x}, \quad (4)$$

Производная по координате x равна нулю, так как потенциал не зависит от x :

$$\frac{\partial L}{\partial x} = 0 \quad (5)$$

Тогда полная производная по времени будет иметь вид:

$$\frac{d}{dt} (m_x \dot{x}) = m_x \ddot{x} \quad (6)$$

где: \ddot{x} - вторая производная координаты x по времени, то есть ускорение объекта по оси X

Таким образом, первое уравнение Лагранжа примет вид:

$$m_x \ddot{x} = Q_1 \quad (7)$$

2. Вычислим производные для $q_1 = y$:

Вычисляем первую производную по скорости \dot{y} :

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{y}} = m_y \dot{y}, \quad (8)$$

Производная по координате z равна нулю, так как потенциал не зависит от z :

$$\frac{\partial L}{\partial y} = 0 \quad (9)$$

Тогда полная производная по времени будет иметь вид:

$$\frac{d}{dt}(m_y \dot{y}) = m_y \ddot{y} \quad (10)$$

где: \ddot{y} - вторая производная координаты z по времени, то есть ускорение объекта по оси Z
 Таким образом, первое уравнение Лагранжа примет вид:

$$m_y \ddot{y} = Q_2 \quad (11)$$

3. Вычислим производные для $q_1 = z$:

Вычисляем первую производную по скорости \dot{z} :

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{z}} = m_x \dot{z}, \quad (12)$$

Теперь появляется вклад потенциала, так как он зависит от высоты z :

$$\frac{\partial L}{\partial z} = m_g g \quad (13)$$

Тогда полная производная по времени будет иметь вид:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{z}} \right) = m_x \ddot{z} \quad (14)$$

где: \ddot{z} - вторая производная координаты z по времени, то есть ускорение объекта по оси Z
 Таким образом, первое уравнение Лагранжа примет вид:

$$m_x \ddot{z} - m_g g = Q_3 \quad (15)$$

Получаем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} m_x \ddot{x} = Q_1 \\ m_x \ddot{y} = Q_2 \\ m_x \ddot{z} - m_g g = Q_3 \end{cases} \quad (16)$$

Эти уравнения описывают динамику портального робота с тремя степенями свободы. Решением данной системы уравнений можно найти требуемые управляющие усилия (Q_1 , Q_2 , Q_3) для реализации заданных траекторий и стабилизации положения робота.

Заключение. Создание математической модели робота-укладчика портального типа является важным шагом в повышении эффективности и надёжности его работы. Дальнейшие исследования в области робототехники позволят разработать ещё более эффективные и экономичные решения для автоматизации сельского хозяйства.

Список источников

1. Тимофеева Н. Цифровизация в АПК: Курс на эффективность и технологическую независимость // ИД «СФЕРА». — Электрон. журн. — Режим доступа: <https://sfera.fm/articles/rasteniowodstvo/tsifrovizatsiya-v-apk-kurs-na-effektivnost-i-tekhnologicheskuyu-nezavisimost>. — Дата публикации: 22 сентября 2021 г.
2. Соколов, С. А. Принцип работы балочного робота укладчика с модернизированным захватом / С. А. Соколов, А. А. Еловенков // Инновационные подходы в решении научных проблем : Сборник трудов по материалам XV Международного конкурса научно-исследовательских работ, Уфа, 20 ноября 2023 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2023. – С. 127-132. – EDN EREGЕК.
3. Соколов, С. А. Разработка захвата для робота-укладчика БРУ-30 / С. А. Соколов, А. С. Фирсов // Молодежь. Наука. Будущее : Сборник статей молодых учёных II Межрегионального слёта, Караваяево, 12 октября 2024 года. – Караваяево: Костромская государственная сельскохозяйственная академия, 2024. – С. 280-287. – EDN BFCOSC.
4. Робототехника / Ю. Д. Андрианов, Э. П. Бобриков, В. Н. Гончаренко и др. ; под ред. Е. П. Попова, Е. И. Юревича. - Москва : Машиностроение, 1984. - 287 с. : ил., табл. - (Автоматические манипуляторы и робототехнические системы). - Библиогр.: с. 282-285. - (в пер.) : Б. ц.

References

1. Timofeeva N. Digitalization in Agriculture: A Course for Efficiency and Technological Independence // ID "SFERA". Electronic journal. Access mode: <https://sfera.fm/articles/rasteniowodstvo/tsifrovizatsiya-v-apk-kurs-na-effektivnost-i-tekhnologicheskuyu-nezavisimost>. Publication date: September 22, 2021.
2. Sokolov, S.A. The Principle of Operation of a Beam Robot Packer with Modernized Gripper / S.A. Sokolov, A.A. Yelovenkov // Innovative Approaches to Solving Scientific Problems: Collection of Proceedings from the Materials of the XV International Competition of Research Works, Ufa, November 20, 2023. – Ufa: Limited Liability Company "Scientific Publishing Center Bulletin of Science", 2023. – Pp. 127-132. – EDN EREGЕК.
3. Sokolov, S.A. Development of a Gripper for BRU-30 Laying Robot / S.A. Sokolov, A.S. Firsov // Youth. Science. Future: Collection of Articles by Young Scientists at the Second Interregional Meeting, Karavaevo, October 12, 2024. – Karavaevo: Kostroma State Agricultural Academy, 2024. – Pp. 280-287. – EDN BFCOSC.
4. Robotics / Yu.D. Andrianov, E.P. Bobrikov, V.N. Goncharenko et al.; edited by E.P. Popov, Ye.I. Yurevich. - Moscow: Mashinostroenie, 1984. - 287 p.: ill., tables. - (Automatic Manipulators and Robotic Systems). - Bibliography: pp. 282-285. - In hard cover: no price.

Информация об авторах:

А. С. Фирсов – кандидат технических наук, доцент;

С. А. Соколов – магистрант.

Information about the authors:

A. S. Firsov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

S. A. Sokolov – master's student.

Вклад авторов:

А. С. Фирсов – научное руководство;

С. А. Соколов – написание статьи.

Contribution of the authors:

A. S. Firsov – scientific management;

S. A. Sokolov – writing articles.

Научная статья
УДК 631.362

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОСЕВА И МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ СЕМЯН МИКРОЗЕЛЕНИ

Диана Владимировна Казакова¹, Александр Андреевич Андреев²,
Владимир Анатольевич Сыркин³

^{1,2,3} Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

² andreevsasa854@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0007-9676-7319>

^{1,3} Sirkin_VA@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2531-5423>

*Рассмотрена схема установка для посева и магнитной стимуляции семян микрозелени.
Представлено обоснование основных узлов и модулей.*

Ключевые слова: посев, магнитная стимуляция, микрозелень, семена, лотки, конвейер, высев-
вающий аппарат, дозатор.

Для цитирования: Казакова Д. В., Андреев А. А., Сыркин В. А. Обоснование схемы установки
для посева и магнитной стимуляции семян микрозелени // Технологии, машины и оборудование
в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 130-134.

RATIONALE FOR THE INSTALLATION SCHEME FOR SOWING AND MAGNETIC STIMULATION OF MICROGREENS

Diana V. Kazakova¹, Aleksander A. Andreev², Vladimir A. Syrkin³

^{1,2,3} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

² andreevsasa854@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0007-9676-7319>

^{1,3} Sirkin_VA@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2531-5423>

A schematic diagram of a system for sowing and magnetically stimulating microgreen seeds is presented. The rationale for the main components and modules is presented.

Keywords: sowing, magnetic stimulation, microgreens, seeds, trays, conveyor, seeding device, dispenser.

For citation: Kazakova D. V., Andreev A. A., Syrkin V. A. (2026) Rationale for the installation scheme for sowing and magnetic stimulation of microgreens // Technologies, machines and equipment in agriculture: collection of scientific tr. (pp. 130-134) Kinel : IBC of Samara State Agrarian University (in Russ).

Одним из перспективных направлений в гастрономии стало употребление в пищу микрозелени. Это обусловлено большим содержанием витаминов, микроэлементов, аминокислот и ферментов, биологически активных веществ и клетчатки. При этом содержание и концентрация полезных веществ зависят от вида растений и времени выращивания, т.е. резко увеличивается в начале прорастания и снижается по мере роста растения [1,2].

Однако, в некоторых случаях объем производимого количества микрозелени может быть снижен. Это может быть связано с некачественными семенами их биологической всхожестью и пр. В результате может наблюдаться увеличение себестоимости, производимой микрозелени, связанное с увеличением периода выращивания [3].

Существует несколько способов увеличения всхожести семян и интенсивности роста растений. Однако некоторые из них являются экологически небезопасными, что противоречит концепции здорового питания [2].

Магнитная стимуляция семян представляет собой направление в сельскохозяйственной биотехнологии, направленное на улучшение посевных свойств семян за счет воздействия электромагнитными полями [2,3].

Также важную роль на получение стабильного урожая микрозелени оказывает процесс посева. В современных условиях данный процесс осуществляется вручную и требует определенных затрат труда. При этом неравномерный посев может привести к появлению некачественных всходов, что может быть причиной снижения товарного вида. Также ручной посев может привести к перерасходу семян, что увеличит себестоимость производства микрозелени [4,5].

Цель исследований – Повышение эффективности выращивания микрозелени за счет магнитной стимуляции и посева семян.

Задача исследований – разработать и обосновать параметры установки для магнитной стимуляции и посева семян микрозелени.

Для стимуляции семян микрозелени и их посева в лотки разработана установка на базе ленточного транспортера (рис. 1). Установка предназначена для посева семян как с замачиванием (горох, подсолнечник, фасоль, чечевица, нут и маш), так и без него (руккола, горчица, кресс-салат, базилик, амарант, щавель и лен) [6,7-9].

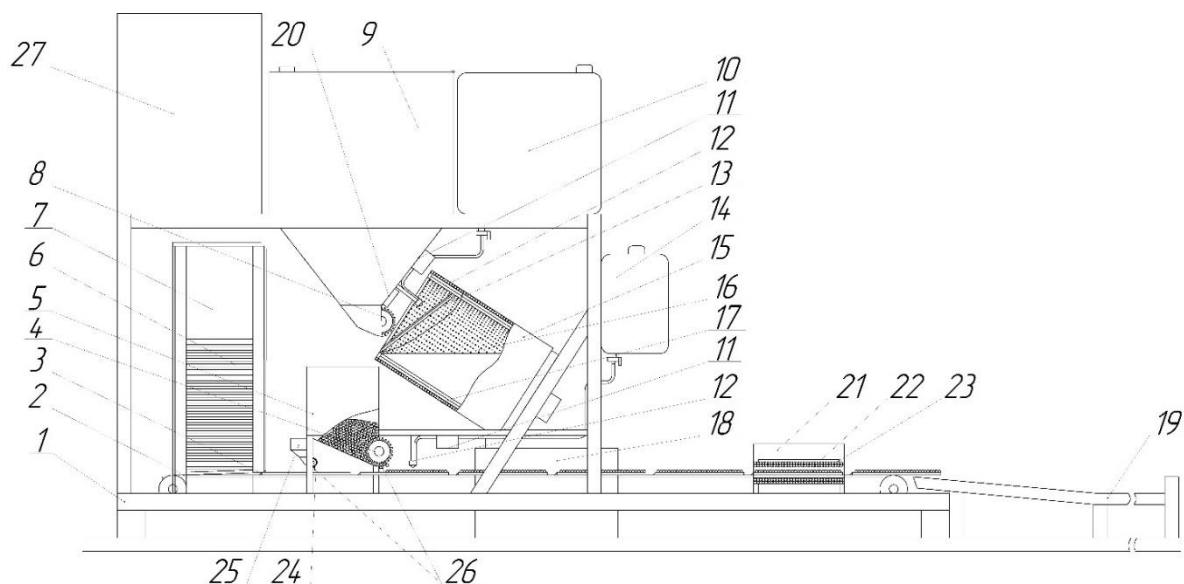


Рис. 1. Установка для магнитной стимуляции и посева семян микрозелени

Установка состоит из рамы 1, ленточного конвейера 2 с поперечными планками 3, высевающего аппарата 4 и бункера 5 для замоченных семян, дозатора 8 и бункера 9 для не замоченных семян, высевающего аппарата 24 и бункера 25 для мелкосеменных культур, модуля замачивания и магнитного стимулирования 15, блока магнитной стимуляции 21 мелкосемянных культур, системы подачи воды, приемного лотка 19, блока 7 хранения и подачи лотков с агроватой 6.

Модуль замачивания и магнитного стимулирования представляет собой цилиндрический корпус 15, расположенного под углом к горизонту, внутри которого установлена электромагнитная катушка 17. Также внутри корпуса 15 находится барабан 16 выполненный из пластика. При этом барабан разделен по диагонали, одна часть которого выполнена с без перфорации, а другая с перфорацией. Также на внутренней поверхности барабана 16 неподвижно закреплен шнек 13 в виде узкой полосы. В верхней части барабан установлен по отношению

к корпусу на роликах, а с нижнего торца на подшипнике. В движение барабан приводится при помощи электропривода. Над барабаном 16 установлен вентилятор 20.

Блок магнитной стимуляции мелкосемянных культур 21 состоит из электромагнитной катушки 21 и сердечника 22. Катушка 21 имеет прямоугольное сечение. При этом через центр катушки проходит конвейер 2 с лотками семян микрорезели 6. Высевающие аппараты 4, 24, дозатор 8 и конвейер 2 оснащены электроприводами.

Система подачи воды включает две емкости 10 и 14, два насоса 11 и две форсунки 12.

Для автоматизации и синхронизации работы конвейера 2 и высевающих аппаратов 4 и 24 в системе автоматики предусмотрены оптические датчики 26.

Особенностью установки является использование лотков с заниженными бортиками высотой 5 мм. Это обусловлено упрощением процесса полдачи лотков с агроватой на конвейер.

Для управления используется щит 27.

Принцип работы.

Установка предназначена для стимуляции и посева семян различных культур. На начальном этапе осуществляется загрузка семян, предназначенных для замачивания из бункера 9 при помощи дозатора 8 в модуль замачивания и магнитной стимуляции 15. При этом барабан 16 совершает несколько оборотов, для того чтобы семена переместились в глубь барабана 16. Далее барабан 16 останавливается таким образом, что его перфорированная часть оказалась наверху.

Далее включается насос 11 и вода из бака 10 через форсунку начинает подаваться в барабан 16, замачивая семена. По истечению заданного времени насос 11 отключается, а семена замачиваются в течении нескольких часов.

В это время включается конвейер 2 поперечной планкой 3 зацепляет нижний лоток 6 из стопки блока хранения и подачи лотков 7 и подает его в зону расположения высевающего аппарата 24 мелкосемянных культур. Проходя под оптическим датчиком 26 включается система автоматики и высевающий аппарат начинает высевать семена из бункера 25 на агровату расположенную в лотке 6. После того как лоток 6 полностью пройдет высевающий аппарат 24 срабатывает оптический датчик 26 и высевающий аппарат отключается до подхода следующего лотка 6. Перемещаясь по конвейерной ленте 2 семена, находящиеся в лотке, смачиваются водой, подаваемой насосом 11, через форсунку 12 из бака 14. Включение насоса 11 осуществляется от оптического датчика 26.

Далее проходя по конвейерной ленте 2 семена поступают в блок магнитной стимуляции 21, где под воздействием магнитного поля создаваемого электромагнитной катушкой 22 осуществляется их обработка. Пройдя блок магнитной стимуляции семена, находящиеся в лотках 6, съезжают с конвейера 2 на наклонный стол 19, откуда оператор перемещает их на стеллажи для выращивания.

В конце процесса замачивания семян в модуле замачивания и магнитной стимуляции 15, на заданное время включается электромагнитная катушка 17. Замоченные семена обрабатываются магнитным полем. После окончания магнитной обработки барабан 16 поворачивается на 180° перфорированной частью корпуса в низ. В результате находящаяся в барабане вода сливается в емкость 18. Далее включается вентилятор 20 и семена в барабане 15 начинают просушиваться. При этом барабан 16 начинает постепенно поворачиваться. Когда семена посушились до степени, когда они перестали прилипать друг к другу, вентилятор отключается и барабан 16 начинает вращаться в обратном направлении. Благодаря шнеку 13, закрепленному на внутренней стенке барабана 16 семена начинают перемещаться к краю и сыпаться в бункер 5 для замоченных семян.

Через некоторое время барабан 16 и высевающий аппарат 24 для мелкосемянных культур останавливаются. Процесс посева мелкосемянных культур прекращается. Также отключается блок магнитной стимуляции 21.

Конвейер 3 перемещает пустые лотки 6 к оптическому датчику 26, после срабатывания которого включается высевающий аппарат 5 и замоченные семена начинают поступать в лотки 6. Перемещаясь по конвейерной ленте 3, лотки также попадают на наклонный стол 19.

После окончания посева замоченных и мелких семян цикл повторяется снова.

Таким образом, использование установки магнитной стимуляции семян позволит:

1. Повысить эффективность магнитной стимуляции семян благодаря их предварительному замачиванию.
2. Обработка семян магнитным полем позволит повысить интенсивность прорастания семян, что будет способствовать снижению периода выращивания.
3. Равномерный посев семян в лотки позволит соблюдать норму высева, исключит участки чрезмерного и недостаточного посева, что также будет способствовать получению стабильного урожая [2,3].

Список источников

1. Васильев С. И., Машков С.В., Сыркин В.А. Комплекс энергосберегающих элементов технологии выращивания овощных культур в контролируемых условиях // Вестник аграрной науки Дона. – Волгоград: РИО Донского ГАУ, 2020. – С. 10-19.
2. Рамазанов Р. А., Сабиров Д. Х., Сыркин В. А. Воздействие магнитного поля на биологические объекты // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве : Сборник научных трудов по материалам II Всероссийской научно-практической конференции. Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 137-141.
3. Сыркин В. А. Результаты исследования воздействия магнитного поля на всхожесть семян микрорелени горчицы // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию основания инженерного факультета ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ. – Оренбург: ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, 2025. – С. 152-156.
4. Петров А. М., Сыркин В.А. Анализ зарубежных сеялок для рядового высева и тенденции их развития // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 3. – С. 26-28.
5. Сыркин В. А. Обоснование подачи семян катушечно-штифтовым высевающим аппаратом // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 49-52.
6. Кочетов В. И., Сыркин В.А. Электротехника и электроника : методические указания для практических занятий. Кинель : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – 52 с.
7. Патент № 2827156 С1 Российской Федерации, МПК С1: А01G 7/04; А01Н 4/00. Устройство для досвечивания и стимуляции ростков меристемных культур магнитным полем / Сыркин В.А., Машков С.В.; Котов Д.Н., Донских В.А. заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аграрный университет» № 2024112656 заявл. 08.05.2024. – Оpubл. 23.09.2024. Бюл. №27.
8. Патент № 2699720 С1 Российская Федерация, МПК А01G 7/04. Устройство магнитной стимуляции растений : № 2018132780 : заявл. 14.09.2018 : опубл. 09.09.2019 / В. А. Сыркин, С. И. Васильев, П. В. Крючин [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Самарский государственный аграрный университет".
9. Евсеев Е. А., Васильев С. И., Машков С. В. Разработка конструктивной схемы фитоустановки для малообъемного выращивания микрорелени и овощных культур // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4. С. 58-64. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_58.

References

1. Vasiliev S. I., Mashkov S. V., Syrkin V. A. (2020). Complex of energy-saving elements of technology for growing vegetable crops under controlled conditions // Bulletin of agrarian science of the Don. - Zernograd: RIO Donskogo SAU. - (pp.10-19). (in Russ.).
2. Ramazanov, R. A. The effect of a magnetic field on biological objects / R. A. Ramazanov, D. H. Sabirov, V. A. Syrkin // Electrical equipment and electrical technologies in agriculture : A collection of scientific papers based on the materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference. Samara: Samara State Agricultural Academy, 2017. pp. 137-141.
3. Syrkin V.A. (2025). Results of a study on the effect of a magnetic field on the germination of mustard microgreen seeds // Improving the engineering and technical support of production processes and technological systems: Proceedings of the national scientific and practical conference with international participation dedicated to the 75th anniversary of the founding of the engineering faculty of the Orenburg State Agrarian University. (pp.152-156). (in Russ.).
4. Petrov A.M., Syrkin V. A. (2007). Analysis of foreign seeders for ordinary seeding and trends in their development // Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. –№ 3. – pp. 26-28.
5. Syrkin V.A. (2015). Justification for seed delivery by a reel-and-pin seeding device // Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. –№ 3. – pp. 49-52.
6. Kochetov V. I., Syrkin V. A. (2014). Electrical engineering and electronics : guidelines for practical exercises – Kinel : Samara State Agricultural Academy. 52 p.
7. Patent No. 2827156 C1 Russian Federation, IPC A01G 7/04. Device for supplementary illumination and stimulation of sprouts of meristem crops with a magnetic field / V. A. Syrkin, S. V. Mashkov, D.N. Kotov [etc.]; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher 23.09.2024/18/2022. Bull. No. 27. – 7 s.
8. Patent No. 2699720 C1, Russian Federation, IPC A01G 7/04. Device for Magnetic Stimulation of Plants : No. 2018132780 : filed on 14.09.2018 : published on 09.09.2019 / V. A. Syrkin, S. I. Vasilyev, P. V. Kryuchin [et al.] ; applicant: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Samara State Agrarian University".
9. Evseev, E. A., Vasiliev, S. I. & Mashkov, S. V. (2023). Development of a design scheme of a photo- installation for low-volume cultivation of microgreens and vegetable crops. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 4, 58-64. (In Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_58.

Информация об авторах:

В. А. Сыркин – кандидат технических наук, доцент;
Д. В. Казакова – магистрант;
А. А. Андреев – студент.

Information about the authors:

V. A. Syrkin – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;
D. V. Kazakova – graduate student;
A. A. Andreev – student.

Вклад авторов:

В. А. Сыркин – научное руководство;
Д. В. Казакова – написание статьи;
А. А. Андреев – написание статьи.

Contribution of the authors:

V. A. Syrkin – scientific management;
D. V. Kazakova – writing articles;
A. A. Andreev – writing articles.

Научная статья

УДК 631.362

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНВЕЙЕРА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОСЕВА И МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ СЕМЯН МИКРОЗЕЛЕНИ

Александр Андреевич Андреев¹, Андрей Александрович Киреев²,

Владимир Анатольевич Сыркин³

^{1,2,3} Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

¹ andreevsasa854@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0007-9676-7319>

² andreycakireev2001@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3085-654X>

³ Sirkin_VA@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2531-5423>

Выполнен расчет производительности ленточного конвейера установки для посева и магнитной стимуляции семян микрозелени. Произведен выбор электродвигатель для привода конвейера.

Ключевые слова: микрозелень, семена, посев, магнитная стимуляция, лотки, конвейер, высевочный аппарат, дозатор.

Для цитирования: Андреев А. А., Киреев А. А., Сыркин В. А. Обоснование параметров конвейера установки для посева и магнитной стимуляции семян микрозелени // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 135-140.

JUSTIFICATION OF THE CONVEYOR PARAMETERS OF THE INSTALLATION FOR SOWING AND MAGNETIC STIMULATION OF MICROGREEN SEEDS

Aleksander A. Andreev¹, Andrey A. Kireev², Vladimir A. Syrkin³

^{1,2,3} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ andreevsasa854@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0007-9676-7319>

² andreycakireev2001@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3085-654X>

³ Sirkin_VA@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2531-5423>

The performance of a belt conveyor system for sowing and magnetically stimulating microgreen seeds was calculated. An electric motor for the conveyor drive was selected.

Keywords: microgreens, seeds, sowing, magnetic stimulation, trays, conveyor, seeding device, dispenser.

For citation: Andreev A. A., Kireev A. A., Syrkin V. A. (2026) Justification of the conveyor parameters of the installation for sowing and magnetic stimulation of microgreen seeds // Technologies, machines and equipment in agriculture: collection of scientific tr. (pp. 135-140) Kinel : IBC of Samara State Agrarian University (in Russ).

В последние годы широкое распространение получило использование микрорзелени в пищу. Это обусловлено высоким содержанием и концентрацией витаминов и полезных веществ в данном продукте. Для производства микрорзелени в основном используется ручной труд, что увеличивает трудозатраты и себестоимость продукции. Так как посев семян с основным осуществляется вручную, велика вероятность перерасхода семян и неравномерности высева, что также приведет к снижению качества продукта [1].

При этом для увеличения интенсивности роста растений и снижение периода выращивания, одним из перспективных способом стимуляции роста является обработка растений магнитным полем. Анализ результатов исследований по воздействию магнитного поля на всхожесть семян и интенсивность роста ростков показал положительную динамику. Урожайность при этом увеличивается для различных культур на 10-20% [2,3].

Поэтому автоматизация процесса посева и магнитной стимуляции и объединение данных технологических процессов в одной установке является актуальной.

Цель исследований – Повышение эффективности выращивания микрорзелени за счет магнитной стимуляции и посева семян.

Задачи исследований:

1. Выполнить расчет производительности ленточного конвейера;
2. Выполнить выбор электродвигателя для привода ленточного конвейера.

Для автоматизации процесса посева и посева семян микрорзелени разработана установка на основе конвейерной ленты. Особенностью процесса является высев в лотки как замоченных крупных семян, таких как горох, так и мелких семян таких как горчица. Высев осуществляется при помощи катушечно-штифтовых высевающих аппаратов. Поэтому расчет параметров процесса высева семян в лотки, расположенные конвейере является одним из важных [4,5,6-10].

Скорость конвейерной ленты определится из условия подачи высевающего аппарата предварительно замоченных и просушенных семян. Размер высота и ширина штифтов катушки составляет 8 мм. Каждый ряд штифтов сдвинут относительно друг друга на половину расстояния между штифтами. Ширина катушки составляет 130 мм. Таким образом по ширине катушки помещается 16 семян гороха. Число ячеек между штифтами составляет 18 шт.

Определим количество семян в катушке:

$$N_c = N_{ш} \cdot N_{д}, \quad (1)$$

где $N_{ш}$ – число семян по ширине катушки, шт.;

$N_{д}$ – число семян по диаметру катушки, шт.

$$N_c = 16 \cdot 18 = 288 \text{ шт.}$$

Масса 1000 штук замоченных семян составляет 240 грамм. Определим производительность катушки за один оборот составит $m_r = 70$ грамм. Принимаем частоту вращения катушки $n_k = 15$ об/мин. На один лоток необходимо высеять 48 грамм замоченных семян или 200 штук.

Определим угол поворота катушки для высева $m_l = 48$ грамм семян

$$\alpha_k = \frac{360 \cdot m_l}{m_k}, \quad (2)$$
$$\alpha_k = \frac{360 \cdot 48}{70} = 247^\circ.$$

Определим время на посев в один лоток

$$t_{л} = \frac{60 \cdot \alpha_{к}}{360 \cdot n_{к}}, \quad (3)$$

где $t_{л}$ – время посева одного лотка, с.

$$t_{л} = \frac{60 \cdot 247}{360 \cdot 15} = 2,7 \text{ с.}$$

Определим скорость движения конвейера

$$n_{к} = \frac{L_{л}}{t_{л}}, \quad (4)$$

где $n_{к}$ – скорость перемещения ленточного конвейера, м/с;

$L_{л}$ – длина лотка, м. $L_{л}=0,18$ м.

$$n_{к} = \frac{0,18}{2,7} = 0,07 \text{ м/с.}$$

Определим тяговую силу конвейера

$$W_0 = \omega \cdot L_{к} \cdot (g_{г} + g_{к}) \cdot m, \quad (5)$$

где W_0 – тяговая сила конвейера, кг;

ω – коэффициент сопротивления. $\omega = 0,025$;

$L_{к}$ – длина конвейера, м;

$g_{г}$ – нагрузка от груза, кг;

$g_{к}$ – нагрузка элементов конвейера, кг. Принимаем $g_{к}=0,7$ кг;

m – коэффициент, учитывающий конструкционные особенности конвейера. Принимаем $m=1,5$.

Нагрузку груза определим по формуле:

$$g_{г} = m_{\text{пол.лот.}} \cdot n_{\text{пол.лот.}} + m_{\text{пуст.лот.}} \cdot n_{\text{пуст.лот.}}, \quad (6)$$

где $m_{\text{пол.лот.}}$ – масса полных лотков с замоченными семенами, кг;

$n_{\text{пол.лот.}}$ – число полных лотков, шт.;

$m_{\text{пуст.лот.}}$ – масса пустых лотков, кг;

$n_{\text{пуст.лот.}}$ – число пустых лотков, шт.

Масса полных и пустых лотков была проведена экспериментально и составила 248 гр. и 9,5 гр. соответственно (рис. 1).

$$g_{г} = 248 \cdot 6 + 9,5 \cdot 50 = 1963 \text{ гр.}$$

Принимаем $g_{г} = 2$ кг.



Рис. 1. Измерение веса лотка с горохом

Определим мощность на приводном валу

$$N_0 = \frac{W_0 \cdot \eta}{51 \cdot \eta_6}, \quad (7)$$

где η – К.П.Д. привода. $\eta = 0,93$;
 η_6 – К.П.Д. барабана. Принимаем $\eta_6 = 0,84$.

$$N_0 = \frac{2 \cdot 0,93}{51 \cdot 0,84} = 0,043 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя определим по формуле [7]

$$N = \frac{K \cdot N_0}{\eta}, \quad (8)$$

где $K = 1,1-1,35$ – коэффициент, учитывающий условия работы конвейера. При средних условиях $K = 1,25$.

$$N = \frac{1,25 \cdot 0,043}{0,93} = 0,058 \text{ кВт.}$$

Выбираем электродвигатель постоянного тока серии Z5D60-12GU-30S 12 В 60 Вт 2800 об/мин.

Список источников

1. Разработка интенсивных электротехнологий и технических средств для цифрового сельского хозяйства : отчет о НИР (заключительн.); рук. Машков С.В.; исполн. Крючин П.В., Васильев С.И., Гриднева Т.С., Фатхутдинов М.Р., Нугманов С.С., Ишкин П.А., Сыркин В.А., Мокрицкий С.Н., Афонин А.Е., Бунтова Е.В., Мельникова Н.А., Моргунов Д.Н. Кинель, 2019. 67 с. № АААА-А19-119012490037-5.

2. Рамазанов Р. А., Сабиров Д. Х., Сыркин В. А. Воздействие магнитного поля на биологические объекты // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве : Сборник научных трудов по материалам II Всероссийской научно-практической конференции. Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 137-141.

3. Сыркин В. А. Результаты исследования воздействия магнитного поля на всхожесть семян микрозелени горчицы // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию основания инженерного факультета ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ. – Оренбург: ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ, 2025. – С. 152-156.
4. Петров А. М., Сыркин В.А. Анализ зарубежных сеялок для рядового высева и тенденции их развития // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 3. – С. 26-28.
5. Сыркин В. А. Обоснование подачи семян катушечно-штифтовым высевающим аппаратом // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. С. 49-52.
6. Патент №2473200 Российская Федерация. Высевающий аппарат / Петров А. М., Сыркин В. А., Васильев С. А. [и др.]. – № 2011122286/13 ; заявл. 01.06.11 ; опубл. 27.01.13, Бюл. №3. – 7 с. : ил.
7. Кочетов В. И., Сыркин В.А. Электротехника и электроника : методические указания для практических занятий. Кинель : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. – 52 с.
8. Патент № 2699720 С1 Российская Федерация, МПК А01G 7/04. Устройство магнитной стимуляции растений : № 2018132780 : заявл. 14.09.2018 : опубл. 09.09.2019 / В. А. Сыркин, С. И. Васильев, П. В. Крючин [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Самарский государственный аграрный университет".
9. Сыркин, В. А. Исследование воздействия импульсного магнитного поля на семена пшеницы / В. А. Сыркин, Р. В. Киселев, С. С. Зотов // Вклад молодых ученых в аграрную науку : материалы Международной научно-практической конференции, Кинель, 18 апреля 2018 года. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 263-267.
10. Евсеев Е. А., Васильев С. И., Машков С. В. Разработка конструктивной схемы фитоустановки для малообъемного выращивания микрозелени и овощных культур // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4. С. 58-64. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_58.

References

1. Maschkov S.V., Vasiliev S.I., Kruchin, P.V. [et al] (2017) Development of intensive electrical technologies and technical means for digital agriculture. Research report, Kinel, 67, No. GR AAAA-A19-119012490037-5 (in Russ).
2. Ramazanov, R. A. The effect of a magnetic field on biological objects / R. A. Ramazanov, D. H. Sabirov, V. A. Syrkin // Electrical equipment and electrical technologies in agriculture : A collection of scientific papers based on the materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference. Samara: Samara State Agricultural Academy, 2017. pp. 137-141.
3. Syrkin V.A. (2025). Results of a study on the effect of a magnetic field on the germination of mustard microgreen seeds // Improving the engineering and technical support of production processes and technological systems: Proceedings of the national scientific and practical conference with international participation dedicated to the 75th anniversary of the founding of the engineering faculty of the Orenburg State Agrarian University. (pp.152-156). (in Russ.).
4. Petrov A.M., Syrkin V. A. (2007). Analysis of foreign seeders for ordinary seeding and trends in their development // Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. –№ 3. – pp. 26-28.
5. Syrkin V.A. (2015). Justification for seed delivery by a reel-and-pin seeding device // Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. –№ 3. – pp. 49-52.
6. Patent No. 2473200. Russian Federation. Seeding device / Petrov A.M., Syrkin V.A., Vasiliev S.A. - No. 2011122286/13; dec. 01.06.11. pub. 27.01.13, Bull. No. 3. - 7 p.
7. Kochetov V. I., Syrkin V. A. (2014). Electrical engineering and electronics : *guidelines for practical exercises* – Kinel : Samara State Agricultural Academy. 52 p.

8. Patent No. 2699720 C1, Russian Federation, IPC A01G 7/04. Device for Magnetic Stimulation of Plants : No. 2018132780 : filed on 14.09.2018 : published on 09.09.2019 / V. A. Syrkin, S. I. Vasilyev, P. V. Kryuchin [et al.] ; applicant: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Samara State Agrarian University".

9. Syrkin, V. A. Research on the Effect of a Pulsed Magnetic Field on Wheat Seeds / V. A. Syrkin, R. V. Kiselev, and S. S. Zotov // Contribution of Young Scientists to Agricultural Science: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Kinel, April 18, 2018. – Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2018. – Pp. 263-267.

10. Evseev, E. A., Vasiliev, S. I. & Mashkov, S. V. (2023). Development of a design scheme of a photo- installation for low-volume cultivation of microgreens and vegetable crops. Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy), 4, 58-64. (In Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_58.

Информация об авторах:

В. А. Сыркин – кандидат технических наук, доцент;

А. А. Киреев – магистрант;

А. А. Андреев – студент.

Information about the authors:

V. A. Syrkin – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;

A. A. Kireev – graduate student;

A. A. Andreev – student.

Вклад авторов:

В. А. Сыркин – научное руководство;

А. А. Киреев – написание статьи;

А. А. Андреев – написание статьи.

Contribution of the authors:

V. A. Syrkin – scientific management;

A. A. Kireev – writing articles;

A. A. Andreev – writing articles.

Обзорная статья

УДК 631.372

ГЛОБАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Артём Дмитриевич Шейн¹, Наталия Викторовна Крючина²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

¹sheinad@mail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2531-2423>

²natali24.86@mail.com, <https://orcid.org/0000-0765-9567-5664>

В статье проводится сравнительный анализ ключевых характеристик глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) применительно к технологиям точного земледелия. Рассматриваются такие системы, как GPS (США), ГЛОНАСС (Россия), Galileo (ЕС) и BDS (Китай). Определены их преимущества, ограничения и перспективы использования в сельскохозяйственном производстве для автоматизации, мониторинга и дифференцированного применения ресурсов.

Ключевые слова: точное земледелие, ГНСС, GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BDS, навигация, автоматизация, эффективность.

Для цитирования: Шейн А. Д., Крючина Н. В. Глобальные навигационные системы // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 140-143.

GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS

Artem D. Shein¹, Natalia V. Kryuchina²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹sheinad@mail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2531-2423>

²natali24.86@mail.com, <https://orcid.org/0000-0765-9567-5664>

The article provides a comparative analysis of the key characteristics of Global Navigation Satellite Systems (GNSS) in relation to precision agriculture technologies. Systems such as GPS (USA), GLONASS (Russia), Galileo (EU), and BDS (China) are considered. Their advantages, limitations, and prospects for use in agricultural production for automation, monitoring, and differentiated resource application are determined.

Keywords: precision agriculture, GNSS, GPS, GLONASS, Galileo, BDS, navigation, automation, efficiency.

For citation: Shein A. D. & Kryuchina N. V. (2026). Global navigation satellite systems. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 140-143). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Внедрение технологий точного земледелия является одним из ключевых направлений повышения эффективности и устойчивости агропромышленного комплекса. Основой этих технологий являются глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), обеспечивающие высокоточное позиционирование сельскохозяйственной техники в поле.

Актуальность применения ГНСС в сельском хозяйстве обусловлена необходимостью оптимизации использования ресурсов: топлива, семян, удобрений и средств защиты растений. Точное позиционирование позволяет реализовать такие операции, как автоматическое вождение, картирование урожайности и дифференцированное внесение материалов, что ведет к снижению себестоимости продукции и минимизации антропогенной нагрузки на окружающую среду[1-3].

В настоящее время полноценно функционируют четыре глобальные системы: американская GPS (Global Positioning System), российская ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система), европейская Galileo и китайская BDS (BeiDou Navigation Satellite System). Каждая из них обладает уникальными техническими и организационными характеристиками.

Для агроприменений критически важны следующие параметры:

1. Точность. GPS и ГЛОНАСС в открытом доступе обеспечивают точность 3-5 и 4-7 метров соответственно. Galileo изначально проектировалась для предоставления гражданским пользователям точности около 1 метра. BDS демонстрирует наивысшую точность (менее 10 см) в Азиатско-Тихоокеанском регионе благодаря использованию геостационарных спутников.

2. Надежность и доступность. ГЛОНАСС обладает преимуществом в высоких широтах из-за особенностей орбитального построения. Современные сельскохозяйственные приемники, как правило, являются мультисистемными, одновременно принимая сигналы от всех доступных созвездий. Это значительно повышает надежность и скорость определения координат, особенно в сложных условиях (близ лесополос, в условиях рельефа).

3. Экономические и технологические аспекты. Хотя базовый сигнал всех систем бесплатный, достижение сантиметровой точности, необходимой для дифференцированного

внесения, требует использования платных услуг коррекции (RTK, PPP) или развертывания собственной базовой станции. Совместимость оборудования с конкретной системой также влияет на стоимость внедрения.

Будущее развитие связано с глубокой интеграцией ГНСС-данных с другими цифровыми инструментами:

1. Использование данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Совмещение карт вегетационных индексов (например, NDVI) с точными координатами позволяет выявлять неоднородности в состоянии посевов и формировать прецизионные карты-задания для техники.

2. Развитие отечественных решений. В условиях импортозамещения актуально развитие программно-аппаратных комплексов на базе ГЛОНАСС, полностью интегрированных в технологические цепочки отечественных сельхозпредприятий.

3. Переход к автономизации. Высокоточная навигация – основа для создания систем автономного вождения сельхозтехники и роботизированных агроплатформ[4,5].

Проведенный анализ показывает, что не существует единственной «лучшей» ГНСС для сельского хозяйства. Наиболее эффективным и надежным решением является использование мультисистемного оборудования, сочетающего возможности GPS, ГЛОНАСС, Galileo и, где это целесообразно, BDS. Для сельхозтоваропроизводителей России стратегически важным является обеспечение технологической независимости через активное использование и развитие инфраструктуры ГЛОНАСС в сочетании с международными системами. Дальнейшее совершенствование технологий точного земледелия будет напрямую зависеть от развития навигационных сервисов, их точности, доступности и интеграции с системами искусственного интеллекта для анализа данных.

Список источников

1. Капустян В.П., Жуков Н.Н. (2020). Точное земледелие: технологии и оборудование. Москва: КолосС.
2. Сидоров Д.Л., Козлова Е.А. (2021). Применение мультисистемных GNSS-приемников в сельскохозяйственной технике. Тракторы и сельскохозяйственная техника. № 4. С. 45-50.
3. Миронов П.А., Васильева И.С. (2022). Точное местоположение по-русски/GPS: астрономическая точность и психологические аспекты. Вестник аграрной науки, № 5(86), с. 112-119.
4. Чен Л., Ван Ю., Чжан Х. (2023). Интеграция навигационной системы BeiDou и беспилотного летательного аппарата для точного мониторинга урожая в интеллектуальном сельском хозяйстве. Компьютеры и электроника в сельском хозяйстве, том 212, 108105.
5. Лю Х., Го У., Тан К. (2022). Разработка и применение высокоточных GNSS в современной сельскохозяйственной технике. Журнал сельскохозяйственной техники, 54 (8), стр. 23-30.
6. Новая парадигма развития сельского хозяйства / Л. В. Орлова, А. А. Фомин, А. Л. Тойгильдин [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 3(399). – С. 357-360.

References

1. Kapustyayn, V.P., Zhukov, N.N. (2020). Precision agriculture: technologies and equipment. Moscow: KolosS.
2. Sidorov, D.L., Kozlova, E.A. (2021). Application of multi-system GNSS receivers in agricultural machinery. Tractors and agricultural machinery, No. 4, pp. 45-50.
3. Mironov, P.A., Vasilyeva, I.S. (2022). The exact location in Russian/GPS: astronomical accuracy and psychological aspects. Bulletin of Agrarian Science, No. 5(86), pp. 112-119.
4. Chen L., Wang Y., Zhang H. (2023). Integration of the BeiDou navigation system and an unmanned aerial vehicle for accurate crop monitoring in intelligent agriculture. Computers and Electronics in Agriculture, Volume 212, 108105.
5. Liu H., Guo U., Tang K. (2022). Development and application of high-precision GNSS in modern agricultural machinery. Journal of Agricultural Machinery, 54(8), pp. 23-30.

6. A New Paradigm for Agricultural Development / L. V. Orlova, A. A. Fomin, A. L. Toygildin [et al.] // International Agricultural Journal. – 2024. – No. 3(399). – Pp. 357-360.

Информация об авторах:

Н. В. Крючина – кандидат технических наук, доцент;

А. Д. Шеин – студент.

Information about the authors:

N. V. Kryuchina – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

A. D. Shein – student.

Вклад авторов:

Н. В. Крючина – scientific management;

А. Д. Шеин – написание статьи.

Contribution of the authors:

N. V. Kryuchina – scientific management;

A. D. Shein – writing articles.

Обзорная статья

УДК 631.17

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

Елизавета Николаевна Бакланова¹, Игорь Николаевич Гужин²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹baklanovaelizaveta04@gmail.com

²Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

В статье приводятся основные технологические приемы повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Проведен анализ приведенных приемов и эффективности применения различных приемов в современных сельскохозяйственных технологиях.

Ключевые слова: урожайность, технологические приемы, сельскохозяйственные технологии, технологические процессы, эффективность применения.

Для цитирования: Бакланова Е. Н., Гужин И. Н. Технологические приемы повышения урожайности сельскохозяйственных культур // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026, С. 143-148.

TECHNIQUES FOR INCREASING CROP YIELDS

Elizaveta N. Baklanova¹, Igor N. Guzhin²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹baklanovaelizaveta04@gmail.com

²Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

The article provides the main technological techniques for increasing crop yields. The analysis of the given techniques and the effectiveness of using various techniques in modern agricultural technologies was carried out.

Keywords: growth, techniques, agricultural technologies, processes, application efficiency

For citation: Baklanova, E. N. & Guzhin, I. N. (2026). Techniques for increasing crop yields Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 143-148). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

В условиях быстрого роста мирового населения и изменяющегося климата повышение урожайности сельскохозяйственных культур стало одной из ключевых задач для аграрного сектора. По данным Организации Объединенных Наций по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО), к 2050 году потребуются увеличить производство продовольствия на 70%. Эффективные технологические приемы, направленные на увеличение урожайности, становятся критически важными для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельского хозяйства [1, 2].

Основные технологические приемы повышения урожайности (рис. 1.):

1. Использование высокопродуктивных сортов

Разведение и внедрение высокопродуктивных сортов культур является одним из самых эффективных методов увеличения урожайности. Современные генетически модифицированные организмы отличаются улучшенными характеристиками, такими как устойчивость к вредителям, болезням и неблагоприятным климатическим условиям. Например, такие сорта пшеницы и кукурузы смогли показать прирост урожайности на 20-30% по сравнению с традиционными сортами.

1 Использование высокопродуктивных сортов



2 Современные методы агрономии

3 Точное земледелие



4 Инновационные технологии

5.Высокопроизводительные технологии

6. Миморизация

Основные технологические приемы повышения урожайности



Рис. 1. Основные технологические приемы повышения урожайности сельскохозяйственных культур

2. Современные методы агрономии

Агрономические приемы, такие как правильный севооборот и удобрение, также играют важную роль в увеличении урожайности. Севооборот помогает поддерживать здоровье почвы, снижая риск заболеваний и истощения питательных веществ. Применение минеральных и органических удобрений способствует улучшению плодородия и качеству почвы, увеличивая тем самым урожайность на 15-25% [3, 4].

3. Точное земледелие

Система точного земледелия включает в себя использование технологии сбора данных о состоянии растений и почвы для оптимизации всех агрономических процессов. Например, использование дронов и спутников для мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий позволяет фермерам точно определять, где необходимо внесение удобрений или средств защиты растений. Это может привести не только к повышению урожайности, но и к значительной экономии ресурсов.

4. Инновационные технологии

Умное сельское хозяйство, основанное на использовании интернета вещей (IoT) и больших данных, расширяет возможности для повышения урожайности. Системы автоматизации и управления, основанные на анализе данных, могут контролировать все этапы производственного процесса, от посева до сбора урожая. Это позволяет оптимизировать использование воды, удобрений и других ресурсов, а также минимизировать потери.

5. Высокопроизводительные технологии

Высокопроизводительные технологии направлены на повышение эффективности производства сельскохозяйственной продукции. Они включают использование новейших машин и оборудования, автоматизированных систем управления и инновационных методов выращивания растений [5-9].

1. Роботизированные системы уборки урожая

Роботы-автоматы способны собирать фрукты и овощи быстрее и точнее, чем люди. Эти машины оснащены камерами высокого разрешения и специальными датчиками, позволяющими определять зрелость плодов и аккуратно снимать их с деревьев или кустов.

2. Дроны для мониторинга состояния посевов

Дроны оснащенные инфракрасными и тепловизионными камерами позволяют быстро оценить состояние посевов, выявить зоны поражения вредителями и определить необходимость дополнительного полива или удобрения.

3. Гидропонные и аэропонные системы выращивания

Гидропонные и аэропонные установки позволяют выращивать культуры круглый год вне зависимости от погодных условий. Эти системы обеспечивают оптимальный баланс влаги, света и питательных веществ, что увеличивает урожайность и сокращает сроки созревания.

4. Искусственный интеллект и большие данные

Анализ больших объемов данных с использованием алгоритмов искусственного интеллекта позволяет выявлять закономерности и предсказывать изменения урожайности. Эта информация используется для оптимизации планирования посадочных работ, выбора сроков сбора урожая и предотвращения заболеваний растений.

6. Миморизация

Одним из эффективных технологических приемов повышения урожайности сельскохозяйственных культур является миморазация поливных мероприятий, также известная как точное орошение или дозированное увлажнение. Этот метод заключается в рациональном распределении водных ресурсов, обеспечивающем оптимальное увлажнение корнеобитаемого слоя почвы и предотвращающим избыточное водопотребление.

Основные принципы миморазации полива:

1. Мониторинг влагообеспеченности: постоянный контроль содержания доступной влаги в почве путем установки специальных датчиков, измеряющих влажность грунта.
2. Автоматическое управление поливом: создание систем автоматического полива, регулирующих подачу воды в зависимости от текущих потребностей растений и характеристик почвы.
3. Микроорошение: внедрение капельниц и микрораспылителей, доставляющих воду непосредственно к корневой зоне растений, снижающих потери влаги на испарение и поверхностный сток.
4. Оптимальное распределение поливочной нагрузки: учет рельефа местности, структуры почвы и потребности отдельных участков поля в воде.
5. Минимизация риска заболачивания и эрозии: поддержание оптимального водно-воздушного режима почвы, способствующего развитию мощной корневой системы и лучшему усвоению растениями питательных элементов.

Преимущества миморазации полива:

- Значительное снижение расхода воды (до 30-50%) благодаря точному контролю подачи жидкости.
- Повышение урожайности за счет уменьшения стрессовых факторов, вызванных переувлажнением или недостатком влаги.
- Экономия энергоресурсов, используемых для перекачки воды.
- Улучшение экологической ситуации за счет сокращения объема сброса загрязненных дренажных вод.
- Увеличение рентабельности сельскохозяйственного производства вследствие снижения себестоимости продукции.

Таким образом, введение методики миморазации позволяет существенно увеличить производительность аграрного сектора, снизить нагрузку на природные ресурсы и создать условия для устойчивого развития сельского хозяйства.

Внедрение новых технологий и приемов в сельское хозяйство уже показывает явные результаты. Например, применение точного земледелия в США привело к повышению средней урожайности кукурузы на 10-20%, а в некоторых случаях и больше. Однако, несмотря на очевидные преимущества, важно также учитывать экологические последствия, такие как ухудшение здоровья почвы и увеличение зависимости от химических удобрений.

Таким образом, внедрение современных технологических приемов для повышения урожайности имеет большое значение как для аграрного сектора, так и для глобальной продовольственной безопасности. Применение высокопродуктивных сортов, агрономических методов, точного земледелия и инновационных технологий может привести к значительному увеличению урожайности. Однако для достижения устойчивых результатов необходимо учитывать и экологические аспекты, способствующие сохранению здоровья экосистем. Дальнейшие исследования и разработка новых технологий будут играть важную роль в обеспечении устойчивого развития сельского хозяйства в будущем.

Список источников

1. Гужин, И. Н. Исследование влияния технологических приемов внесения минеральных удобрений на урожайность зерна кукурузы при орошении / И. Н. Гужин, В. А. Милюткин // Самара АгроВектор. – 2024. – № 2. – С. 12-17. – DOI 10.55170/2949-3536-2024-4-2-12-17.
2. Гужин, И. Н. Исследование влияния технологий прикорневой подкормки на урожайность зерна кукурузы при орошении / И. Н. Гужин // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVIII Международной научно-производственной конференции, Майский, 10–11 июня 2024 года. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 16-17.
3. Гужин, И. Н. Влияние способов внесения минеральных удобрений на урожайность зерна кукурузы при орошении / И. Н. Гужин, О. А. Малахова, Д. Р. Ермолаева // Самара Агро-Вектор. – 2023. – Т. 3, № 4. – С. 61-67. – DOI 10.55170/29493536_2023_3_4_61.
4. Милюткин, В. А. Мультиинжектор - эффективная опция многофункционального агрохимического агрегата «Туман» ООО «Пегас-агро» при инъекторной, внутрив почвенной подкормке пропашных культур / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, Н. В. Праздничкова // Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции с международным участием, Самара, 22 февраля 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 25-31.
5. Милюткин, В. А. Оптимальные решения агрохимических задач при возделывании сельхозкультур единой системой агрегатов «Туман...» ООО «Пегас-агро» / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, С. А. Толпекин // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов : Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции, Курск, 13–15 июля 2022 года. – Курск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2022. – С. 201-206.
6. Милюткин, В. А. Многофункциональная система инновационных агрегатов "Туман" для агрохимических технологий в полеводстве АПК / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин // Энергетическая, экологическая и продовольственная безопасность: актуальные вопросы, достижения и инновации : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Нальчик, 22–23 декабря 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 111-115.
7. Милюткин, В. А. Энерго-ресурсо-влагосберегающие технологии в земледелии и рекомендуемые комплексы машин / В. А. Милюткин, С. А. Толпекин, В. В. Орлов // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях : материалы международной научно-практической конференции. Том 1. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2016. – С. 232-236.
8. Милюткин, В. А. Эффективность мультиинжектора «Туман» ООО «Пегас-Агро» при инъекторной, внутрив почвенной подкормке подсолнечника / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, С. П. Кузьмина // Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции с международным участием, Самара, 22 февраля 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 31-38.
9. Гужин И. Н., Милюткин В. А. Исследование влияния технологических приемов внесения минеральных удобрений на урожайность зерна кукурузы при орошении // Самара Агро-Вектор. 2024. Т. 4. № 2. С. 12-17. doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-12-17.

References

1. Guzhin, I. N. & Milyutkin, V. A. (2024). Research of influence of technological methods of application of mineral fertilizers on corn grain yield during irrigation. Samara AgroVektor (Samara AgroVector), 2, 12-17. (in Russ.). doi 10.55170/2949-3536-2024-4-2-12-17. 61

2. Guzhin, I.N (2024). Investigation of influence of root feeding technologies on corn grain yield during irrigation. Challenges and innovative solutions in agricultural science '24: *Proceedings of the XXVII International Scientific and Production Conference* (pp. 16-17). May: Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin (in Russ).

3. Guzhin, I. N., Malakhova, O. A. & Ermolaeva, J. R. (2023). Influence of mineral fertilization methods on corn grain yield during irrigation. *Samara AgroVektor (Samara AgroVector)*, 3, 4, 61-67. (in Russ.). doi 10.55170/29493536_2023_3_4_61

4. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Prizdnichkova, N.V. (2023). Multiinjector - an effective option for the multifunctional agrochemical unit "Fog" of Pegasus-agro LLC for injector, intra-soil feeding of row crops. Modern production of agricultural raw materials and food: state, problems and prospects development '23: *collection of scientific works of the national scientific-practical conference with international participation* (pp. 25-31). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

5. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Tolpekin, S. A. (2022). Optimal solutions to agrochemical problems when cultivating crops with a single system of aggregates "Fog..." Pegas-Agro LLC. Problems and prospects for scientific and innovative support of the agro-industrial complex of the regions '22: *collection of reports of the IV International Scientific and Practical Conference, Kursk, July 13-15*, (pp. 201–206). Kursk: Federal State Budgetary Scientific Institution "Kursk Federal Agrarian Scientific Center". (in Russ.).

6. Milyutkin, V. A. & Guzhin, I. N. (2022). Multifunctional system of innovative units "Fog" for agrochemical technologies in field farming of the agro-industrial complex. Energy, environmental and food security: topical issues, achievements and innovations '22: *collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference, Nalchik, December 22-23*, (pp. 111–115). Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov". (in Russ.).

7. Milyutkin, V. A. Energy-Resource-Moisture-Saving Technologies in Agriculture and Recommended Complexes of Machines / V. A. Milyutkin, S. A. Tolpekin, and V. V. Orlov // *Strategic Guidelines for Innovative Development of the Agrarian Sector in Modern Economic Conditions: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Volume 1.* – Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2016.

8. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Kuzmina, S. P. (2023). The effectiveness of the Mist multiinjector of Pegasus-Agro LLC for injector, soil feeding of sunflower Modern production of agricultural raw materials and food: state, problems and prospects development '23: *collection of scientific works of the national scientific-practical conference with international participation* (pp. 31-38). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

9. Guzhin, I. N. & Milyutkin, V. A. (2024). Study of the influence of technological techniques for applying mineral fertilizers on the yield of corn grains during irrigation. *Samara AgroVektor (Samara AgroVector)*, 4, 2, 12-17. (In Russ.). doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-12-17.

Информация об авторах:

Е. Н. Бакланова – студент;

И. Н. Гужин – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

E. N. Baklanova – student;

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов:

Е. Н. Бакланова – написание статьи;

И. Н. Гужин – научное руководство.

Contribution of the authors:

E. N. Baklanova – writing articles;

I. N. Guzhin – scientific guidance.

Обзорная статья
УДК 631.333

ТЕХНИКА, ПРИМЕНЯЕМАЯ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Ирина Сергеевна Башмакова¹, Игорь Николаевич Гужин²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹ira.bashmakova.2000@mail.ru

²Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6269-2549>

Данная статья посвящена ознакомлению стехникой, применяемой для внесения современных минеральных удобрений, какие разновидности техники существуют и как вносятся минеральные удобрения.

Ключевые слова: минеральные удобрения, жидкостные опрыскиватели, мультиинжектор, дробилки.

Для цитирования: Башмакова И. С., Гужин И. Н. Техника, применяемая для внесения современных минеральных удобрений // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026, С. 149-154.

TECHNIQUE USED FOR APPLICATION OF MODERN MINERAL FERTILIZERS

Irina S. Bashmakova¹, Igor N. Guzhin²

^{1,2}Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ira.bashmakova.2000@mail.ru

²Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

This article is devoted to familiarizing with the techniques used for applying modern mineral fertilizers, what types of equipment exist and how mineral fertilizers are applied.

Keywords: Mineral Fertilizers, Liquid Sprayers, Multinjectors, Grinders.

For citation: Bashmakova, I. S. & Guzhin, I. N. (2026). Technique used for application of modern mineral fertilizer. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 149-154). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Введение:

Современное сельское хозяйство активно применяет минеральные удобрения для повышения урожайности сельскохозяйственных культур [2]. Для эффективного использования удобрений необходимы специальные технологии и техника, обеспечивающие равномерное распределение и оптимальное внесение питательных веществ. В данной статье рассмотрим основные виды техники, используемой для внесения минеральных удобрений, их особенности и преимущества.

Основные типы техники для внесения удобрений:

1. Туковые сеялки

Туковые сеялки предназначены для поверхностного внесения гранулированных и порошкообразных минеральных удобрений. Они обеспечивают равномерное распределение удобрений по поверхности почвы. Существует два основных типа туковых сеялок:

- Туковые сеялки с механическим распределением: используют механические устройства для распределения удобрений, обеспечивая высокую точность дозирования.
- Туковые сеялки с пневматическим распределением: применяют воздушный поток для распыления удобрений, что позволяет добиться равномерного покрытия больших площадей.



Рис. 1. Туковая сеялка с механическим распределением удобрений

2. Жидкостные опрыскиватели

Жидкостные опрыскиватели используются для внесения жидких минеральных удобрений. Они позволяют точно контролировать количество вносимых удобрений и равномерно распределять их по полю. Опрыскиватели оснащаются различными типами форсунок, позволяющими регулировать размер капель и интенсивность подачи жидкости.



Рис. 2. Жидкостный опрыскиватель для внесения жидких удобрений

1) Мультиинжектор – это устройство для внутрипочвенного внесения жидких удобрений и агрохимикатов непосредственно в корневую зону растений. Это позволяет повысить эффективность подкормки и минимизировать потери полезных веществ, поскольку удобрения поступают сразу туда, где растение способно их усвоить наилучшим образом [1].

Использование мультиинжекторов имеет ряд преимуществ перед традиционными методами поверхностного внесения удобрений:

- Повышение эффективности: Прямая доставка питательных веществ способствует лучшему росту и развитию растений.
- Экономия ресурсов: Уменьшается расход удобрений благодаря целенаправленному внесению именно там, где они нужны растениям.

- Экологическая безопасность: Минимизация вымывания удобрений снижает риск загрязнения грунтовых вод и окружающей среды.
- Гибкость настройки: Возможность точной регулировки глубины и дозировки внесения обеспечивает оптимальные условия роста для каждого типа культур.

Принцип работы мультинжектора:

Устройство состоит из ряда игл или инжектирующих трубочек, установленных на специальном агрегате [3]. Во время движения агрегата по полю иглы погружаются в почву на заданную глубину и впрыскивают раствор удобрений точно в корни растений. Система управляется автоматически, обеспечивая равномерное распределение раствора вдоль всего поля [5].

Применение мультинжектора [6]:

Мультинжекторы широко используются в сельском хозяйстве для повышения урожайности зерновых, овощных и плодовых культур. Они особенно эффективны на больших площадях и позволяют существенно снизить затраты труда и материалов [7,8].



Рис. 3. Мультинжектор (внутрипочвенный)

2) Для листовых подкормок применяются специализированные опрыскиватели, обеспечивающие равномерное нанесение растворов удобрений на поверхность листьев растений [4]. Рассмотрим основные типы применяемых устройств с пояснением и изображениями каждого типа.

Типы опрыскивателей:

а) Ручные садовые распылители (ручные помпы)

Это наиболее распространённый тип ручных приспособлений, подходящий для небольших площадей сада и огорода. Обычно оснащён рычагом, которым создаётся давление внутри резервуара, и насадкой-спреем для мелкодисперсного распыла раствора.

б) Аккумуляторные опрыскиватели

Электроприводные устройства работают автономно благодаря встроенному аккумулятору. Это позволяет равномерно наносить раствор даже на большие площади, не затрачивая много усилий.

в) Садово-огородные ранцевые модели

Такие устройства крепятся на спину оператора и оснащены двигателем внутреннего сгорания либо электрическим мотором. Применяются для обработки больших территорий.

г) Микрораспылительные системы («микро-туман»)

Эти устройства предназначены для нанесения мелких капель жидкости путём превращения её в туман, обеспечивая лучшее проникновение удобрения в ткани растения.



Рис. 4. Опрыскиватели, применяемые для листовой подкормки

3. Центробежные разбрасыватели

Центробежные разбрасыватели применяются для быстрого и равномерного внесения твердых минеральных удобрений. Принцип их работы основан на вращающемся диске, который распределяет удобрение по окружающему пространству. Такие машины способны обрабатывать большие площади за короткий промежуток времени.



Рис. 5. Центробежный разбрасыватель для быстрого внесения твердых удобрений

4. Грануляторы и дробилки

Грануляторы и дробилки используются для подготовки минеральных удобрений перед внесением. Эти устройства измельчают крупные куски удобрений до нужной фракции, что улучшает качество обработки почвы и повышает эффективность усвоения растениями питательных веществ.

Современные тенденции в технике для внесения удобрений

Современные технологии вносят значительные изменения в процесс внесения удобрений. Среди ключевых тенденций можно выделить:

Использование спутников и картографирования полей для точного контроля количества и места внесения удобрений.

Применение беспилотных летательных аппаратов (дронов) для мониторинга состояния посевов и внесения удобрений в труднодоступные участки поля.

Разработка автоматизированных систем управления техникой, позволяющих оптимизировать процессы внесения удобрений и снизить затраты труда.

Заключение

Применение современной техники для внесения минеральных удобрений является важным фактором повышения эффективности сельского хозяйства. Выбор подходящей техники зависит от конкретных условий выращивания растений, особенностей почвы и климатических факторов. Важно учитывать рекомендации производителей оборудования и соблюдать правила эксплуатации машин для достижения наилучших результатов.

Таким образом, использование современной техники обеспечивает эффективное и точное внесение минеральных удобрений, способствуя повышению урожайности и улучшению качества сельскохозяйственной продукции.

Список источников

1. Милюткин, В. А. Эффективность мультиинжектора «Туман» ООО «Пегас-Агро» при инъекторной, внутрпочвенной подкормке подсолнечника / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, С. П. Кузьмина // Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции с международным участием, Самара, 22 февраля 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 31-38.
2. Гужин, И. Н. Влияние способов внесения минеральных удобрений на урожайность зерна кукурузы при орошении / И. Н. Гужин, О. А. Малахова, Д. Р. Ермолаева // Самара Агро-Вектор. – 2023. – Т. 3, № 4. – С. 61-67. – DOI 10.55170/29493536_2023_3_4_61.
3. Милюткин, В. А. Мультиинжектор - эффективная опция многофункционального агрохимического агрегата «Туман» ООО «Пегас-агро» при инъекторной, внутрпочвенной подкормке пропашных культур / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, Н. В. Праздничкова // Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции с международным участием, Самара, 22 февраля 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 25-31.
4. Гужин, И. Н. Исследование влияния технологических приемов внесения минеральных удобрений на урожайность зерна кукурузы при орошении / И. Н. Гужин, В. А. Милюткин // Самара АгроВектор. – 2024. – № 2. – С. 12-17. – DOI 10.55170/2949-3536-2024-4-2-12-17.
5. Милюткин, В. А. Оптимальные решения агрохимических задач при возделывании сельхозкультур единой системой агрегатов «Туман...» ООО «Пегас-агро» / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, С. А. Толпекин // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов : Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции, Курск, 13–15 июля 2022 года. – Курск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2022. – С. 201-206.
6. Милюткин, В. А. Многофункциональная система инновационных агрегатов "Туман" для агрохимических технологий в полеводстве АПК / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин // Энергетическая, экологическая и продовольственная безопасность: актуальные вопросы, достижения и инновации : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Нальчик, 22–23 декабря 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 111-115.
7. Милюткин, В. А. Технично-технологическое обоснование эффективности жидких минеральных удобрений на базе КАС-32, целесообразность и возможность расширения их использования / В. А. Милюткин, Н. Г. Длужевский, О. Н. Длужевский // АгроФорум. – 2020. – № 2. – С. 47-51. – EDN GWSNXU.
8. Гужин, И. Н. Исследование влияния технологий прикорневой подкормки на урожайность зерна кукурузы при орошении / И. Н. Гужин // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVIII Международной научно-производственной конференции, Майский, 10–11 июня 2024 года. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 16-17.

References

1. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Kuzmina, S. P. (2023). The effectiveness of the Mist multiinjector of Pegasus-Agro LLC for injector, soil feeding of sunflower Modern production of agricultural raw materials and food: state, problems and prospects development '23: *collection of scientific works of the national scientific-practical conference with international participation* (pp. 31-38). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
2. Guzhin, I. N., Malakhova, O. A. & Ermolaeva, J. R. (2023). Influence of mineral fertilization methods on corn grain yield during irrigation. *Samara AgroVektor (Samara AgroVector)*, 3, 4, 61-67. (in Russ.). doi 10.55170/29493536_2023_3_4_61
3. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Prizdnichkova, N.V. (2023). Multiinjector - an effective option for the multifunctional agrochemical unit "Fog" of Pegasus-agro LLC for injector, intra-soil feeding of row crops. Modern production of agricultural raw materials and food: state, problems and prospects development '23: *collection of scientific works of the national scientific-practical conference with international participation* (pp. 25-31). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
4. Guzhin, I. N. & Milyutkin, V. A. (2024). Research of influence of technological methods of application of mineral fertilizers on corn grain yield during irrigation. *Samara AgroVektor (Samara AgroVector)*, 2, 12-17. (in Russ.). doi 10.55170/2949-3536-2024-4-2-12-17. 61
5. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Tolpekin, S. A. (2022). Optimal solutions to agrochemical problems when cultivating crops with a single system of aggregates "Fog..." Pegas-Agro LLC. Problems and prospects for scientific and innovative support of the agro-industrial complex of the regions '22: *collection of reports of the IV International Scientific and Practical Conference, Kursk, July 13-15*, (pp. 201–206). Kursk: Federal State Budgetary Scientific Institution "Kursk Federal Agrarian Scientific Center". (in Russ.).
6. Milyutkin, V. A. & Guzhin, I. N. (2022). Multifunctional system of innovative units "Fog" for agrochemical technologies in field farming of the agro-industrial complex. Energy, environmental and food security: topical issues, achievements and innovations '22: *collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference, Nalchik, December 22-23*, (pp. 111–115). Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov". (in Russ.).
7. Milyutkin, V. A. Technical and technological substantiation of the effectiveness of liquid mineral fertilizers based on CAS-32, the expediency and possibility of expanding their use / V. A. Milyutkin, N. G. Dluzhevsky, and O. N. Dluzhevsky // *AgroForum*. – 2020. – No. 2. – Pp. 47-51.
8. Guzhin, I.N (2024). Investigation of influence of root feeding technologies on corn grain yield during irrigation. Challenges and innovative solutions in agricultural science '24: *Proceedings of the XXVII International Scientific and Production Conference* (pp. 16-17). May: Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin (in Russ).

Информация об авторах:

И. С. Башмакова – студент;

И. Н. Гужин – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

I. S. Bashmakova – student;

I. N. Guzhin – candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов:

И. С. Башмакова – написание статьи;

И. Н. Гужин – научное руководство.

Contribution of the authors:

I. S. Bashmakova – writing articles;

I. N. Guzhin – scientific guidance.

АНАЛИЗ ТЕХНИКИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ДЛЯ ПОДКОРМКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Валентина Владимировна Горбунова¹, Игорь Николаевич Гужин²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹val-04@yandex.ru

²Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

В данном исследовании представлен анализ технических средств, применяемых для подкормки сельскохозяйственных культур. Особое внимание уделяется классификации оборудования, его техническим характеристикам и эффективности использования в современных агротехнологиях.

Ключевые слова: агротехническая подкормка, механизация внесения удобрений, сельскохозяйственное оборудование, технологические процессы, эффективность применения.

Для цитирования: Горбунова В. В., Гужин И. Н. Анализ техники, применяемой для подкормки сельскохозяйственных культур // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026, С. 155-159.

ANALYSIS OF THE TECHNIQUE USED TO FEED CROPS

Valentina V. Gorbunova¹, Igor N. Guzhin²

^{1,2}Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹val-04@yandex.ru

²Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

This study provides an analysis of the technical means used to feed crops. Particular attention is paid to the classification of equipment, its technical characteristics and efficiency of use in modern agricultural technologies.

Keywords: agrotechnical fertilization, mechanization of fertilizer application, agricultural equipment, technological processes, application efficiency.

For citation: Gorbunova, V. V. & Guzhin, I. N. (2026). Analysis of the technique used to feed crops Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 155-159). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Введение

В современных условиях развития аграрного сектора рациональное использование удобрений становится определяющим фактором в повышении продуктивности сельскохозяйственных угодий. Для достижения оптимальных результатов требуется применение специализированного оборудования, гарантирующего точность и равномерность распределения питательных веществ [1].

Классификация и особенности подкормочного оборудования

В современной агротехнике используется широкий спектр технических средств для внесения удобрений [3, 5]. По способу монтажа различают несколько основных категорий оборудования. К первой категории относятся агрегаты навесного типа, среди которых особое место занимает модель МВУ-1100. Эти устройства отличаются компактностью и простотой монтажа на базовую технику.

Вторая категория представлена оборудованием полуприцепного исполнения, ярким представителем которого является модель ZA-M 3000. Такие агрегаты обеспечивают высокую производительность при работе на больших площадях. Третья категория включает прицепные комплексы, среди которых наиболее распространена модель РУМ-8.

По виду удобрений оборудование подразделяется на три основные группы. Первая группа представлена аппаратами для внесения твёрдых минеральных составов, среди которых выделяется модель ZG-B 8200 Super. Вторая группа включает устройства для жидких удобрений, например, опрыскиватель Amazone Pantera 4504. Третья группа объединяет универсальные комплексы, ярким представителем которых является Туман от производителя «Пегас-Агро» [6, 7].

Технические характеристики современного оборудования

Современное оборудование для внесения удобрений характеризуется широким диапазоном технических параметров. Производительность агрегатов варьируется от 10 до 100 гектаров в час, что позволяет подобрать оптимальную модель под конкретные производственные задачи. Ширина рабочей зоны составляет от 10 до 36 метров, что существенно влияет на скорость обработки площадей.

Объём загрузочного бункера современных машин колеблется в пределах от 500 до 8000 литров, обеспечивая длительную работу без частых перезарядок. Точность дозирования механизма поддерживается в пределах $\pm 10\%$, а равномерность распределения достигает 85-95%.

Рассмотрим подробнее технические характеристики отдельных моделей. Машина МВУ-6 демонстрирует производительность до 33 гектаров в час при ширине захвата 25 метров и объёме бункера 1100 литров. Модель РУМ-8 характеризуется производительностью 25-28 гектаров в час при ширине захвата 24 метра и бункере ёмкостью 800 литров.

Таблица 1

Основные технические характеристики оборудования для подкормки

Модель	Производительность, га/ч	Ширина захвата, м	Объём бункера, л	Точность дозирования, %
МВУ-6	33	25	1100	± 10
РУМ-8	25-28	24	800	± 10
ZG-B 8200 Super	50	36	8000	± 10
Amazone Pantera 4504	30-35	24	4500	± 10
Туман	10-20	12-20	2000	± 10

Технологические особенности применения

Процесс внесения удобрений включает несколько ключевых производственных операций. Первостепенное значение имеет предварительная подготовка удобрений к внесению, которая включает сортировку и калибровку материала. Следующим этапом является калибровка дозирующих механизмов, обеспечивающая точность внесения.

Важным компонентом технологического процесса является контроль равномерности распределения удобрений по обрабатываемой площади. Заключительным этапом выступает мониторинг качества выполненных работ, включающий проверку равномерности внесения и соответствия заданным параметрам.

На эффективность технологического процесса влияют различные факторы. Особое значение имеет физическое состояние почвы, включая её влажность и структурные характеристики. Существенное влияние оказывает влажность и консистенция удобрений, определяющие их сыпучесть и способность к равномерному распределению [2, 4].

Скорость передвижения агрегата должна поддерживаться в оптимальном диапазоне, обеспечивающем качественное внесение удобрений. Квалификация оператора играет решающую роль в обеспечении эффективности технологического процесса.

Экономическая эффективность применения

Анализ производственных показателей демонстрирует высокую эффективность современного оборудования для внесения удобрений. Трудозатраты составляют от 0,1 до 0,5 человеко-часов на гектар обрабатываемой площади. Расход топлива варьируется в пределах 0,2-0,9 килограммов на гектар, что свидетельствует о высокой энергоэффективности техники.

Производственная себестоимость работ находится в диапазоне 200-800 рублей за гектар, что делает технологию экономически целесообразной. Период окупаемости оборудования составляет 3-5 лет эксплуатации при условии интенсивного использования.

Инновационные тенденции развития

Современное развитие технологий вносит существенные изменения в процессы внесения удобрений. Внедряются автоматизированные системы дозиметрического контроля, обеспечивающие высокую точность внесения. Активно развиваются навигационные системы на базе GPS-управления и ГЛОНАСС, позволяющие оптимизировать маршруты движения техники.

Широкое применение находят электронные датчики контроля внесения, обеспечивающие мониторинг процесса в режиме реального времени. Интеллектуальные системы оперативного управления позволяют оптимизировать параметры работы оборудования в зависимости от изменяющихся условий.

Цифровизация процессов вносит революционные изменения в технологию внесения удобрений. Системы точного земледелия позволяют учитывать индивидуальные особенности каждого участка поля. Программные комплексы моделирования помогают оптимизировать параметры внесения удобрений.

Экологические аспекты эксплуатации

Современные технологии внесения удобрений ориентированы на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Особое внимание уделяется минимизации потерь удобрений, что достигается за счёт точного дозирования.

Заключение

Проведённое исследование современного оборудования для внесения подкормочных удобрений в сельском хозяйстве позволяет сделать ряд важных выводов. В настоящее время наблюдается активное развитие технологий и технических средств, направленных на повышение эффективности процесса удобрения сельскохозяйственных угодий.

Анализ показал, что современное оборудование характеризуется широким диапазоном технических возможностей, позволяющих решать различные производственные задачи. Особое внимание уделяется точности внесения удобрений, равномерности распределения питательных веществ и минимизации потерь при работе.

Экономическая эффективность применения современной техники подтверждается низкими трудозатратами, оптимальным расходом топлива и относительно быстрой окупаемостью вложений. При этом внедрение инновационных технологий позволяет существенно повысить качество выполняемых работ и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Перспективными направлениями развития отрасли являются:

- Дальнейшая автоматизация процессов внесения удобрений
- Внедрение систем точного земледелия
- Разработка интеллектуальных систем управления техникой
- Создание экологически безопасных технологий внесения удобрений

Полученные результаты исследования могут быть использованы при планировании агротехнических мероприятий, выборе оптимального оборудования и разработке технологических карт внесения удобрений.

Список источников

1. Гужин, И. Н. Исследование влияния технологий прикорневой подкормки на урожайность зерна кукурузы при орошении / И. Н. Гужин // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVIII Международной научно-производственной конференции, Майский, 10–11 июня 2024 года. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 16-17.

2. Гужин, И. Н. Влияние способов внесения минеральных удобрений на урожайность зерна кукурузы при орошении / И. Н. Гужин, О. А. Малахова, Д. Р. Ермолаева // Самара Агро-Вектор. – 2023. – Т. 3, № 4. – С. 61-67. – DOI 10.55170/29493536_2023_3_4_61.

3. Милюткин, В. А. Мультиинжектор - эффективная опция многофункционального агрохимического агрегата «Туман» ООО «Пегас-агро» при инъекторной, внутрпочвенной подкормке пропашных культур / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, Н. В. Праздничкова // Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции с международным участием, Самара, 22 февраля 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 25-31.

4. Гужин, И. Н. Исследование влияния технологических приемов внесения минеральных удобрений на урожайность зерна кукурузы при орошении / И. Н. Гужин, В. А. Милюткин // Самара АгроВектор. – 2024. – № 2. – С. 12-17. – DOI 10.55170/2949-3536-2024-4-2-12-17.

5. Милюткин, В. А. Оптимальные решения агрохимических задач при возделывании сельхозкультур единой системой агрегатов «Туман...» ООО «Пегас-агро» / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, С. А. Толпекин // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов : Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции, Курск, 13–15 июля 2022 года. – Курск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2022. – С. 201-206.

6. Милюткин, В. А. Многофункциональная система инновационных агрегатов "Туман" для агрохимических технологий в полеводстве АПК / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин // Энергетическая, экологическая и продовольственная безопасность: актуальные вопросы, достижения и инновации : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Нальчик, 22–23 декабря 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 111-115.

7. Милюткин, В. А. Эффективность мультиинжектора «Туман» ООО «Пегас-Агро» при инъекторной, внутрпочвенной подкормке подсолнечника / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, С. П. Кузьмина // Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции с международным участием, Самара, 22 февраля 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 31-38.

References

1. Guzhin, I.N (2024). Investigation of influence of root feeding technologies on corn grain yield during irrigation. Challenges and innovative solutions in agricultural science '24: *Proceedings of the XXVII International Scientific and Production Conference* (pp. 16-17). May: Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin (in Russ).

2. Guzhin, I. N., Malakhova, O. A. & Ermolaeva, J. R. (2023). Influence of mineral fertilization methods on corn grain yield during irrigation. *Samara AgroVektor (Samara AgroVector)*, 3, 4, 61-67. (in Russ.). doi 10.55170/29493536_2023_3_4_61

3. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Prizdnichkova, N.V. (2023). Multiinjector - an effective option for the multifunctional agrochemical unit "Fog" of Pegasus-agro LLC for injector, intra-soil feeding of row crops. *Modern production of agricultural raw materials and food: state, problems and prospects development '23: collection of scientific works of the national scientific-practical conference with international participation* (pp. 25-31). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

4. Guzhin, I. N. & Milyutkin, V. A. (2024). Research of influence of technological methods of application of mineral fertilizers on corn grain yield during irrigation. *Samara AgroVektor (Samara AgroVector)*, 2, 12-17. (in Russ.). doi 10.55170/2949-3536-2024-4-2-12-17. 61

5. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Tolpekin, S. A. (2022). Optimal solutions to agrochemical problems when cultivating crops with a single system of aggregates "Fog..." Pegas-Agro LLC. Problems and prospects for scientific and innovative support of the agro-industrial complex of the regions '22: *collection of reports of the IV International Scientific and Practical Conference, Kursk, July 13-15*, (pp. 201–206). Kursk: Federal State Budgetary Scientific Institution "Kursk Federal Agrarian Scientific Center". (in Russ.).

6. Milyutkin, V. A. & Guzhin, I. N. (2022). Multifunctional system of innovative units "Fog" for agrochemical technologies in field farming of the agro-industrial complex. Energy, environmental and food security: topical issues, achievements and innovations '22: *collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference, Nalchik, December 22-23*, (pp. 111–115). Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov". (in Russ.).

7. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Kuzmina, S. P. (2023). The effectiveness of the Mist multiinjector of Pegasus-Agro LLC for injector, soil feeding of sunflower Modern production of agricultural raw materials and food: state, problems and prospects development '23: *collection of scientific works of the national scientific-practical conference with international participation* (pp. 31-38). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Информация об авторах:

В. В. Горбунова – студент;

И. Н. Гужин – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

V. V. Gorbunova – student;

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов:

В. В. Горбунова – написание статьи;

И. Н. Гужин – научное руководство.

Contribution of the authors:

V. V. Gorbunova – writing articles;

I. N. Guzhin – scientific guidance.

Обзорная статья

УДК 631.17

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАЛОЙ АВИАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Анна Николаевна Тюленева¹, Игорь Николаевич Гужин²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹05maksim@mail.ru

²Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

Использование малой авиации в сельском хозяйстве является перспективным направлением, способствующим повышению эффективности производства сельскохозяйственной продукции. Малая авиация позволяет быстро и эффективно обрабатывать большие площади посевов, проводить мониторинг состояния растений, осуществлять подкормку и защиту от вредителей и болезней. Настоящая статья посвящена исследованию возможностей и преимуществ применения малой авиации в агротехнологиях.

Ключевые слова: малая авиация, механизация внесения удобрений, технологии защиты растений, внесение удобрений.

Для цитирования: Тюленева А. Н., Гужин И. Н. Перспективы использования малой авиации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026, С. 159-164.

PROSPECTS FOR THE USE OF SMALL AIRCRAFT IN CROP TECHNOLOGY

Anna N. Tyuleneva¹, Igor N. Guzhin²

^{1,2}Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹05maksim@mail.ru

²Guzhin_IN@ssaa.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

The use of small aircraft in agriculture is a promising area that contributes to improving the efficiency of agricultural production. Small aviation allows you to quickly and efficiently process large areas of crops, monitor plant health, feed and protect against pests and diseases. This article is devoted to the study of the possibilities and advantages of using small aircraft in agricultural technologies.

Keywords: small aviation, mechanization of fertilization, plant protection technologies, fertilization

For citation: Tyuleneva, A. N. & Guzhin, I. N. (2026). Prospects for the use of small aircraft in crop technology. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 159-164). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Современное сельское хозяйство сталкивается с рядом проблем, среди которых выделяются низкая производительность труда, высокие затраты на обработку полей и недостаточная эффективность традиционных методов обработки почвы и защиты растений. Одним из способов решения этих проблем является внедрение инновационных технологий, включая использование беспилотных летательных аппаратов (дронов) и малой авиации на таких работах как внесение удобрений и подкормка сельскохозяйственных растений, защита растений [1, 2].

Малая авиация представляет собой воздушные суда массой менее 5700 кг, предназначенные для выполнения специальных работ, таких как аэрофотосъемка, патрулирование территорий, транспортировка грузов и выполнение работ в интересах сельского хозяйства. Использование малых воздушных судов имеет ряд преимуществ перед традиционными методами обработки полей, такими как тракторная техника и ручные методы опрыскивания.

К малой авиации относят гражданские самолеты с взлетной массой от 500 до 8600 килограммов. Эти воздушные суда способны перевозить до двадцати пассажиров и используются для разнообразных целей: регулярных перевозок, выполнения различных авиаработ, обучения пилотов, спортивных состязаний, частных полетов, а также для задач, связанных с государственными и экспериментальными программами в области авиации. Несмотря на потенциал рынка легкой и сверхлегкой авиации, который может генерировать до 70 миллиардов рублей годового дохода, в нашей стране он пока остается слабо развитым. Использование авиационной техники в сельском хозяйстве началось в начале XX века, после того как была подтверждена возможность совершения устойчивых полетов на малых высотах (5-10 метров). В середине прошлого века в нашей стране для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур, таких как саранча, колорадский жук, тля, вредная черепашка и луговой мотылек, широко применялись авиационно-химические обработки больших площадей. В этих целях использовались самолеты (Ан-2, Ан-2М, Ан-2 СХ) и вертолеты (Ка-26, Ми-2), которые оказались особенно эффективными для обработки садов и виноградников.



Рис. 1. Применение малой авиации на сельскохозяйственных работах

Авиационная техника в сельском хозяйстве применяется при проведении следующих работ: посевных, внесение минеральных удобрений, обработка против сорняков, болезней и вредителей, десикация подсолнечника [3-5]. Это позволяет проводить вышеперечисленные работы с высокой производительностью, на значительных площадях и более сжатые сроки в меньшей степени зависящих от погодных условий и состояния почвенного покрова.

Наибольшее количество воздушных судов малой авиации производят в сегменте легких самолетов с поршневыми двигателями (27,7%).

Производство самолетов с турбовинтовыми двигателями составляет 19,1% от общего количества произведенных воздушных судов. Эксперты в долгосрочной перспективе прогнозируют постепенный рост парка судов малой авиации. Ожидается, что к 2030 году парк малой авиации составит 239 тыс. воздушных судов.

Основными тенденциями, сдерживающими производство судов малой авиации, являются систематические экономические кризисы, высокая инфляция, рост цен на производство воздушных судов, запасных частей, технического обслуживания, авиационного топлива, нехватка летного состава и обслуживающего самолеты персонала.

Преимущества использования малой авиации в аграрном секторе

Быстрота обработки больших площадей

Малая авиация способна обработать значительные территории за короткий промежуток времени. Например, одномоторный самолет типа Cessna способен покрыть площадь порядка тысячи гектаров за один полет, тогда как наземная техника ограничена производительностью около сотни гектаров в сутки. Это особенно важно в условиях короткого вегетационного периода многих сельскохозяйственных культур, характерного для климатических условий России.

Точность внесения удобрений и препаратов

Современные технологии позволяют малым воздушным судам точно распределять удобрения и средства защиты растений. Специальные системы навигации GPS и датчики высоты обеспечивают точное дозирование веществ и равномерное покрытие обрабатываемой поверхности [6, 7]. Это снижает вероятность перерасхода химикатов и повышает экологичность земледелия.

Возможность мониторинга состояния посевов

Дроны и легкие самолеты оснащены камерами высокого разрешения и датчиками, позволяющими оперативно получать данные о состоянии растительности. Анализ полученных изображений помогает выявлять зоны поражения болезнями и вредителями, определять дефицит питательных элементов и своевременно реагировать на изменения в развитии растений.

Экономия ресурсов и снижение затрат

Применение малой авиации сокращает расходы на топливо и рабочую силу, необходимые для традиционной техники. Кроме того, снижается износ дорог и инфраструктуры вследствие отсутствия тяжелых транспортных средств на полях. В результате повышается рентабельность сельскохозяйственного предприятия.

Проблемы внедрения малой авиации в сельхозпроизводстве

Несмотря на очевидные преимущества, широкое распространение малой авиации в российском сельском хозяйстве пока ограничено несколькими факторами:

Недостаточное количество квалифицированных пилотов и операторов дронов;

Сложности в получении разрешений на полеты над территориями хозяйств;

Высокие первоначальные инвестиции в приобретение оборудования и подготовку персонала;

Ограниченные возможности обслуживания и ремонта авиатехники в сельской местности.

Однако развитие рынка услуг, повышение доступности специализированных сервисов и поддержка государства способствуют постепенному преодолению указанных препятствий.

Примеры успешного опыта использования малой авиации

Опыт ряда регионов России показывает успешность применения малой авиации в сельском хозяйстве. Так, фермерские хозяйства Краснодарского края активно используют авиационные методы борьбы с вредителями виноградников и садов. В Поволжье успешно применяются самолёты для внесения минеральных удобрений на зерновые культуры, что значительно увеличило урожайность.

Заключение.

Таким образом, малая авиация обладает значительным потенциалом для повышения продуктивности и устойчивости российского сельского хозяйства. Несмотря на существующие трудности, активное развитие отрасли и государственная поддержка делают применение авиационных технологий экономически оправданным решением для большинства крупных аграрных предприятий.

Дальнейшие исследования и разработки направлены на совершенствование технических характеристик самолетов и дронов, оптимизацию маршрутов полета и автоматизацию процессов управления полетом. Эти меры позволят существенно расширить область применения малой авиации в современных агротехнологиях.

Список источников

1. Гужин, И. Н. Исследование влияния технологических приемов внесения минеральных удобрений на урожайность зерна кукурузы при орошении / И. Н. Гужин, В. А. Милюткин // Самара АгроВектор. – 2024. – № 2. – С. 12-17. – DOI 10.55170/2949-3536-2024-4-2-12-17.

2. Гужин, И. Н. Влияние способов внесения минеральных удобрений на урожайность зерна кукурузы при орошении / И. Н. Гужин, О. А. Малахова, Д. Р. Ермолаева // Самара АгроВектор. – 2023. – Т. 3, № 4. – С. 61-67. – DOI 10.55170/29493536_2023_3_4_61.

3. Гужин, И. Н. Исследование влияния технологий прикорневой подкормки на урожайность зерна кукурузы при орошении / И. Н. Гужин // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVIII Международной научно-производственной конференции, Майский, 10–11 июня 2024 года. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. – С. 16-17.

4. Милюткин, В. А. Мультиинжектор - эффективная опция многофункционального агрохимического агрегата «Туман» ООО «Пегас-агро» при инъекторной, внутрив почвенной подкормке пропашных культур / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, Н. В. Праздничкова // Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции с международным участием, Самара, 22 февраля 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 25-31.

5. Милюткин, В. А. Оптимальные решения агрохимических задач при возделывании сельхозкультур единой системой агрегатов «Туман...» ООО «Пегас-агро» / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, С. А. Толпекин // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов : Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции, Курск, 13–15 июля 2022 года. – Курск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2022. – С. 201-206.

6. Милюткин, В. А. Многофункциональная система инновационных агрегатов "Туман" для агрохимических технологий в полеводстве АПК / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин // Энергетическая, экологическая и продовольственная безопасность: актуальные вопросы, достижения и инновации : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Нальчик, 22–23 декабря 2022 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова", 2022. – С. 111-115.

7. Милюткин, В. А. Эффективность мультиинжектора «Туман» ООО «Пегас-Агро» при инъекторной, внутрпочвенной подкормке подсолнечника / В. А. Милюткин, И. Н. Гужин, С. П. Кузьмина // Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции с международным участием, Самара, 22 февраля 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 31-38.

References

1. Guzhin, I. N. & Milyutkin, V. A. (2024). Research of influence of technological methods of application of mineral fertilizers on corn grain yield during irrigation. *Samara AgroVektor (Samara AgroVektor)*, 2, 12-17. (in Russ.). doi 10.55170/2949-3536-2024-4-2-12-17. 61

2. Guzhin, I. N., Malakhova, O. A. & Ermolaeva, J. R. (2023). Influence of mineral fertilization methods on corn grain yield during irrigation. *Samara AgroVektor (Samara AgroVektor)*, 3, 4, 61-67. (in Russ.). doi 10.55170/29493536_2023_3_4_61

3. Guzhin, I.N (2024). Investigation of influence of root feeding technologies on corn grain yield during irrigation. *Challenges and innovative solutions in agricultural science '24: Proceedings of the XXVII International Scientific and Production Conference* (pp. 16-17). May: Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin (in Russ).

4. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Prizdnichkova, N.V. (2023). Multiinjector - an effective option for the multifunctional agrochemical unit "Fog" of Pegasus-agro LLC for injector, intra-soil feeding of row crops. *Modern production of agricultural raw materials and food: state, problems and prospects development '23: collection of scientific works of the national scientific-practical conference with international participation* (pp. 25-31). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

5. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Tolpekin, S. A. (2022). Optimal solutions to agrochemical problems when cultivating crops with a single system of aggregates "Fog..." Pegas-Agro LLC. Problems and prospects for scientific and innovative support of the agro-industrial complex of the regions '22: *collection of reports of the IV International Scientific and Practical Conference, Kursk, July 13-15*, (pp. 201–206). Kursk: Federal State Budgetary Scientific Institution "Kursk Federal Agrarian Scientific Center". (in Russ.).

6. Milyutkin, V. A. & Guzhin, I. N. (2022). Multifunctional system of innovative units "Fog" for agrochemical technologies in field farming of the agro-industrial complex. Energy, environmental and food security: topical issues, achievements and innovations '22: *collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference, Nalchik, December 22-23*, (pp. 111–115). Nalchik: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov". (in Russ.).

7. Milyutkin, V. A., Guzhin, I. N. & Kuzmina, S. P. (2023). The effectiveness of the Mist multiinjector of Pegasus-Agro LLC for injector, soil feeding of sunflower Modern production of agricultural raw materials and food: state, problems and prospects development '23: *collection of scientific works of the national scientific-practical conference with international participation* (pp. 31-38). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).

Информация об авторах:

А. Н. Тюленева – студент;

И. Н. Гужин – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

A. N. Tyuleneva – student;

I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов:

А. Н. Тюленева – написание статьи;

И. Н. Гужин – научное руководство.

Contribution of the authors:

A. N. Tyuleneva – writing articles;

I. N. Guzhin – scientific guidance.

Обзорная статья

УДК 621.892

**ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МОТОРНОГО МАСЛА
ПРИ РАБОТЕ В ДВИГАТЕЛЯХ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ**

Луиза Евгеньевна Зорина ¹, Игорь Николаевич Гужин ²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹elizaveta261261261@mail.ru

²Guzhin_IN@ssaa.ru , <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

Данная статья посвящена ознакомлению с основными факторами, влияющими на изменение свойств моторного масла и последствия этих изменений для эффективности работы двигателя.

Ключевые слова: моторные масла, двигатель внутреннего сгорания.

Для цитирования: Зорина Л. Е., Гужин И. Н. Изменение характеристик моторного масла при работе в двигателях тракторов и автомобилей // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026, С. 164-168.

**CHANGES IN MOTOR OIL CHARACTERISTICS DURING OPERATION
IN TRACTOR AND AUTOMOBILE ENGINES**

Louise E. Zorina ¹, Igor N. Guzhin

^{1,2}Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹elizaveta261261261@mail.ru

²Guzhin_IN@ssaa.ru , <https://orcid.org/0000-0001-5159-0790>

This article is dedicated to familiarizing readers with the primary factors influencing changes in motor oil properties and their consequences for engine performance efficiency.

Keywords: Motor oils, internal combustion engine.

For citation: Zorina, L. E. & Guzhin, I. N. (2026). Changes in motor oil characteristics during operation in tractor and automobile engines. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 164-168). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Введение:

Современные ДВС – двигатели внутреннего сгорания предъявляют высокие требования к качеству моторных масел. От правильного выбора смазочного материала зависит надежность и долговечность работы техники [1]. Масло должно обеспечивать эффективную защиту трущихся поверхностей, отвод тепла, очищение деталей от загрязнений и предотвращение коррозии. Однако условия эксплуатации двигателей тракторов и автомобилей существенно различаются и могут сыграть ключевую роль, что влияет на скорость старения и ухудшение свойств моторного масла [3].

Моторное масло играет важную роль в работе двигателей тракторов и автомобилей, обеспечивая смазку, охлаждение и защиту от износа. Однако в процессе эксплуатации оно подвержено различным изменениям, которые могут существенно влиять на эффективность работы двигателя [2].

Рассмотрим основные факторы, влияющие на изменение характеристик моторного масла в процессе работы [4, 6]:

- **Температура.** При работе двигатель нагревается, особенно в условиях высоких нагрузок и интенсивного движения. Под воздействием повышенной температуры масло теряет вязкость, окисляется и постепенно разрушается структура молекул смазочного материала. Чем выше температура, тем быстрее деградирует масло.
- **Продолжительность и интенсивность эксплуатации.** Время работы двигателя напрямую связано с качеством масла. Масло, проработавшее длительный срок, неизбежно накапливает продукты износа металла, химические соединения и механические загрязнения, снижающие эффективность защиты механизмов двигателя.
- **Нагрузка на двигатель.** Интенсивность механических нагрузок существенно влияет на скорость старения масла. Постоянные высокие нагрузки приводят к механическому разрушению структуры масла, ускоряют процессы полимеризации присадок и увеличивают количество продуктов износа деталей двигателя, попадающих в масляную систему.
- **Качество используемого масла.** Само качество исходного продукта оказывает влияние на продолжительность службы масла. Высококачественное синтетическое масло обладает лучшей устойчивостью к воздействию температур, нагрузкам и загрязнителям, дольше сохраняя первоначальные свойства.
- **Фильтрация и очистка.** Эффективность фильтров очистки масла играет ключевую роль в поддержании чистоты рабочей жидкости. Засоренные фильтры снижают пропускную способность, замедляя процесс обновления масла и увеличивая риск попадания загрязнений непосредственно в двигатель.
- **Загрязнения окружающей среды.** Воздействие пыли, грязи и влаги из внешней среды также негативно сказывается на качестве масла. Например, попадание мелких частиц грунта или песка вызывает абразивный износ трущихся поверхностей, загрязняя масло твердыми примесями. Вода, попавшая внутрь системы смазки, способствует образованию эмульсий и ухудшению защитных свойств масла.

Исходя из факторов меняются следующие характеристики моторного масла:

- **Температура масла** – увеличивается до рабочей температуры (для тракторов 85-95, но может достигать до 105 при тяжелых условиях, для авто бензиновых в среднем 90-115, при интенсивной работе может достигать до 130 градусов само масло, для дизельных 80-90).
- **Вязкость** – снижается из-за нагрева, масло становится менее густым.

- Концентрация загрязнений – возрастает из-за попадания сажи, металлических частиц и продуктов сгорания (сажа, смолы).
- Кислотность – увеличивается, что снижает защитные свойства масла.
- Содержание присадок – уменьшается.
- Образование шлама – возрастает по мере загрязнения масла.
- Уровень масла – может изменяться из-за испарения и утечек.

В двигателях автомобилей смена масла обычно происходит при регламентированном пробеге или времени эксплуатации. Работа, как правило, происходит при более стабильных и щадящих условиях (регулярные поездки, умеренные нагрузки), что позволяет дольше сохранять характеристики масла.

В тракторах условия более экстремальные: значительные нагрузки, резкие перепады температур, пыльные среды, частые пуски и остановки. Это ведёт к ускоренному загрязнению и деградации масла, что требует более частой замены и контроль качества масла с помощью анализов.

Кроме того, тракторные масла зачастую имеют усиленный состав присадок для противостояния тяжёлым условиям эксплуатации, что помогает продлить срок службы масла [5-7].

Конструкция автомобильных двигателей отличается компактностью, высокими оборотами коленчатого вала и большой удельной мощностью. Такая конструкция требует масла с низкой вязкостью и хорошими моющими свойствами. Трактора же оснащены низкооборотистыми двигателями с большими объемами цилиндров, нуждающимися в масле повышенной вязкости и устойчивостью к механическому воздействию. Недостаточное техническое обслуживание обоих типов машин ведёт к накоплению шлама (густые масляные отложения коричневого или черного цвета), снижению эффективности фильтрации и ускоренному старению масла.



Рис. 1. Шлам – густые масляные отложения коричневого или черного цвета.

Для поддержания оптимальных характеристик моторного масла в тракторах и автомобилях необходимо регулярно проводить замену масла и фильтров, а также следить за его уровнем и качеством. Признаками того, что масло требуется заменить, могут быть изменение цвета, увеличение уровня загрязнений и снижение вязкости.



Рис.2. Пробы моторного масла:
1- представлено свежее моторное масло; 2 отработанное масло

Чтобы сохранить ДВС необходимо:

- Выбор правильного масла. Важно подбирать масло именно той маркировки и класса вязкости, которое рекомендовано заводом-изготовителем конкретного автомобиля. Использовать несоответствующее масло опасно, поскольку оно может привести к недостаточной защите внутренних деталей двигателя.
- Регулярная замена масла и фильтров помогает поддерживать работоспособность двигателя и увеличивает срок его службы.
- Использование качественного моторного масла, соответствующего рекомендациям производителя, также важно для эффективной работы двигателя.
- Проведение регулярного технического обслуживания двигателя и проверка уровня масла помогут предотвратить серьезные проблемы и продлить срок службы автомобиля.
- Следует избегать перегрева двигателя и длительных простоев, которые могут негативно сказаться на качестве и состоянии моторного масла.

Кроме этого, в двигателях внутреннего сгорания наблюдается потеря масла, например, в результате его сжигания и т. п., что приводит к необходимости слежения за качеством и необходимости периодической замены.

Заключение: Важно помнить, что состояние моторного масла напрямую влияет на работу двигателя, его надежность и ресурс. Поэтому следует уделять достаточное внимание состоянию и обслуживанию масла, чтобы обеспечить бесперебойную работу техники и избежать дорогостоящих ремонтов.

Список источников

1. Гужин, И. Н. Исследование показателей качества моторного масла работающего в бензиновом двигателе / И. Н. Гужин, М. С. Приказчиков, Д. С. Сазонов // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Самара, 28 февраля – 02 2023 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 106-112. – EDN UKCYIA.

2. Гужин, И. Н. Исследование динамики качественных показателей работающего моторного масла / И. Н. Гужин, М. С. Приказчиков, Д. С. Сазонов // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Кинель, 27–29 февраля 2024 года. – Кинель: ИБЦ Самарский ГАУ, 2024. – С. 261-266. – EDN AFAWER.

3. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031. – EDN MGUKRV.

4. Гужин, И. Н. Исследование динамики изменения щелочного числа работающего моторного масла / И. Н. Гужин, М. С. Приказчиков, Д. С. Сазонов // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVII Международной научно-производственной конференции, Майский, 12 апреля 2023 года. Том 4. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2023. – С. 124-125. – EDN BFNZSD.

5. Володько О. С., Быченин А. П., Родькин И. С. Сравнительная оценка физико-химических и трибологических свойств минерального и рапсового масла // Самара АгроВектор. 2024. Т. 4. № 2. С. 5-11. doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-5-11.

6. Оценка влияния модифицированного моторного масла на эффективные и индикаторные показатели работы дизельных двигателей / С. А. Петухов, Л. С. Курманова, Т. В. Волчек [и др.] // Транспортное дело России. – 2024. – № 8. – С. 176-179. – EDN WFOKGS.

7. Садов А. А., Денежко Л. В., Новопащин Л. А. Теоретическое исследование показателей работы тракторного дизеля при применении дизельного смесового топлива на основе рицинового масла // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2. С. 71-74. doi: 10.12737/article_5cde492557ef70.84822001.

References

1. Guzhin, I.N., Prikazchikov, M.S. & Sazonov, D.S. (2023). Study of the quality indicators of engine oil operating in a gasoline engine. Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex '23: *collection of scientific works of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 106-112). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
2. Guzhin, I.N., Prikazchikov, M.S. & Sazonov, D.S. (2024). Study of the dynamics of qualitative indicators of working engine oil. Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex '24: *collection of scientific works of the International Scientific and Practical Conference*. (pp. 261-266). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ).
3. Application of special lubricating compositions to increase the efficiency of friction surface run-in / S. N. Zhiltsov, N. A. Cherkashin, I. N. Guzhin [et al.] // BIO Web of Conferences : International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources”. Volume 52, Kazan, 26–28 мая 2022 года. Vol. 52. – Kazan: EDP Sciences, 2022. – P. 00031. – DOI 10.1051/bioconf/20225200031. – EDN MGUKRV.
4. Guzhin, I.N., Prikazchikov, M.S. & Sazonov, D.S. (2023). Study of the dynamics of changes in the alkaline number of working motor oil. Challenges and innovative solutions in agricultural science '23: *Proceedings of the XXVII International Scientific and Production Conference* (pp. 124-125). May: Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin (in Russ).
5. Volodko, O.S., Bychenin, A.P. & Rodkin, I.S. (2024). Comparative evaluation of physico-chemical and tribological properties of mineral and rapeseed oil // *Samara AgroVector* (Samara AgroVector), 4, 2, 5-11. (in Russ)
6. Petukhov, S. A., Kurmanova, L. S., Volchek, T. V. [et al.] (2024). Assessment of the effect of modified engine oil on the effective and indicative performance of diesel engines. *Transportnoe delo v Rossii (Transport of Russia)*, 8. 176-179 (in Russ).
7. Sadov, A. A., Denezhko, L. V. & Novopashin, L. A. (2019). Theoretical study of the work of the tractor diesel in applying diesel mixture fuel based on ricinic oil. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 71-74. (In Russ.). doi: 10.12737/article_5cde492557ef70.84822001.

Информация об авторах:

Л. Е. Зорина – студент;
И. Н. Гужин – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

L. E. Zorina – student;
I. N. Guzhin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов:

Л. Е. Зорина – написание статьи;
И. Н. Гужин – научное руководство.

Contribution of the authors:

L. E. Zorina – writing articles;
I. N. Guzhin – scientific guidance.

РОБОТИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ГАЗОНОКОСИЛОК

Анастасия Сергеева Тимергалеева¹, Сергей Александрович Иванайский²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Россия

¹zalibub2003@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-5896-4905>

²isa.7777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-685>

В данной статье рассмотрено развитие роботизированных газонокосилок на примере моделей Husqvarna Automower 105, Segway Navimow i108E и Husqvarna Automower 435X AWD. Показан переход от простых ограничительных систем к беспроводной навигации и интеллектуальному распознаванию окружающей среды.

Ключевые слова: газонокосилки, автоматизация, роботы, навигация, алгоритмы.

Для цитирования: Тимергалеева А. С., Иванайский С. А. Роботизация и автоматизация газонокосилок // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 169-172.

ROBOTICS AND AUTOMATION OF LAWN MOWERS

Anastasia S. Timergaleeva¹, Sergey A. Ivanaysky²

^{1,2}Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Russia

¹zalibub2003@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-5896-4905>

²@mail.ru, <https://orcid.org/>

This article examines the development of robotic lawn mowers, using the Husqvarna Automower 105, Segway Navimow i108E, and Husqvarna Automower 435X AWD as examples. It demonstrates the transition from simple boundary systems to wireless navigation and intelligent environmental recognition.

Keywords: lawn mowers, automation, robots, navigation, algorithms.

For citation: Timergaleeva A. S. & Ivanaysky S. A. (2026). Robotics and automation of lawn mowers // Technologies, machines and equipment in agriculture: collection of scientific papers. s. Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.). pp. 169-172.

Газонокосилки – это механические или электрические устройства, предназначенные для стрижки травяного покрова на приусадебных участках, газонах и парках. Они обеспечивают равномерный срез травы с заданной высотой, улучшая внешний вид и здоровье газона.

Роботизация и автоматизация газонокосилок стали ключевыми направлениями развития современной садовой техники. Автономные модели позволяют полностью исключить участие человека в регулярном уходе за газоном, обеспечивая стабильное качество покоса. Современные роботы используют навигацию по спутникам, датчики и элементы машинного зрения, что делает их работу точной и безопасной. Благодаря интеллектуальным алгоритмам они адаптируются к рельефу и плотности травы, оптимизируя маршрут и расход энергии. Интеграция с системами «умного дома» расширяет возможности контроля и управления такой техникой. В итоге роботизированные газонокосилки становятся важным элементом автоматизации быта и повышения эффективности ухода за садом.

Модель Husqvarna Automower 105 (рис. 1) – это компактная и лёгкая трёхколёсная роботизированная газонокосилка, рассчитанная на обслуживание газонов площадью до 600 м² с рабочей шириной 17 см и высотой стрижки 2-5 см (20-50 мм). Оснащена тремя поворотными ножами, которые вращаются со скоростью 2900 об/мин при энергопотреблении около 20 Вт. Производительность достигает 600 м² (± 20%). Минимальная ширина прохода – 60 см, максимальный угол в рабочей зоне – 25%, у ограничительного провода – 15%. Допустимая длина ограничительного провода – 400 м, направляющего – 200 м [1].

Габариты косилки – 550 × 390 × 250 мм (55 × 39 × 25 см), вес 6,7-6,9 кг. Работает от литий-ионного аккумулятора 18 В / 2,1 А·ч, зарядная станция питается от 100-240 В с выходом 28 В постоянного тока, длина низковольтного кабеля – 5 м. Среднее время стрижки м 65 минут, зарядки – 50 минут, ток зарядки – 1,3 А. Средний расход энергии при максимальном использовании – 5 кВт·ч в месяц при площади участка 600 м².

Корпус модели защищён по стандарту IPX4, что обеспечивает устойчивость к дождю, а датчики наклона и подъёма обеспечивают отключение ножей при экстренной ситуации, повышая безопасность.

Приводная система Automower 105 включает 2 независимых электродвигателя на каждом ведущем колесе, обеспечивающих разворот на месте и стабильность хода на неровностях. Под корпусом размещены направляющий диск и защитная скив-пластина, закрывающие ножевой модуль и стабилизирующие движение. Заднее опорное колесо распределяет массу и поддерживает плавность поворотов.

Центральная РСВ управляет всеми узлами: двигателями, датчиками подъёма и наклона (автоотключение ножей при критическом положении), сенсорами касания (фиксация препятствий) и обработкой сигнала периметрального провода. На корпусе установлена интерфейсная панель с дисплеем и кнопками для задания расписания и параметров работы.

Связь с зарядной станцией осуществляется через контактные пластины в передней части шасси; база подключена к периметральному контуру, формируя рабочую зону. Узлы соединены кабельными жгутами с влагозащитными разъёмами, корпус оснащён уплотнениями для защиты от дождя и брызг. Конструкция выполнена для долговечной автономной работы при минимальном обслуживании.



Рис. 1. Husqvarna Automower 105

Последние поколения автономных газонокосилок переходят на полностью беспроводную навигацию. Например, Segway Navimow i108E (рис. 2) роботизированная газонокосилка для участков до 800 м², работающая без ограничительного провода благодаря системе локализации RTK + Vision и технологии EFLS 2.0, обеспечивающей сантиметровую точность позиционирования. Модель использует виртуальные границы по GPS, автоматически адаптируется к погодным условиям и поддерживает многозонное управление.

Косилка оснащена датчиком препятствий VisionFence с широкоугольной камерой 140°, режущей системой шириной 18 см и диапазоном высоты стрижки 20–60 мм. Максимальный уклон рабочей зоны – 30%. Уровень шума составляет 58 дБ(А).

Аккумулятор ёмкостью 5,1 А·ч заряжается за 180 минут, устройство автоматически возвращается на станцию. Поддерживаются Bluetooth, Wi-Fi и 4G, доступны OTA-обновления и полный контроль через мобильное приложение [2].

Степень защиты корпуса – IP66, размеры – 545×385×285 мм, что делает Navimow i108E компактной, надёжной и полностью беспроводной системой для автономного ухода за газоном.



Рис. 2. Segway Navimow i108E

Husqvarna Automower 435X AWD (рис. 3) Husqvarna Automower 435X AWD – роботизированная газонокосилка с полным приводом, рассчитанная на работу на сложных рельефах, включая крутые склоны до 35°. Благодаря GPS-навигации модель формирует карту участка, оптимизирует маршруты и автоматически регулирует траектории в узких проходах. Полноприводная конструкция обеспечивает стабильность и тягу на неровных поверхностях, а система мульчирования поддерживает качественный уход за газоном без сбора травы [3].

Максимальная обрабатываемая площадь составляет 3500 м² (± 20%), производительность – 146 м²/ч. На одной зарядке косилка работает до 100 мин, после чего автоматически возвращается на станцию. Режущая дека включает три инерционных ножа, свободно вращающихся без жёсткой фиксации, что повышает безопасность и качество кошения. Ширина стрижки – 22 см, высота регулируется в диапазоне 30-70 мм. Потребление энергии во время стрижки – 40 Вт.

Модель оснащена Li-Ion аккумулятором ёмкостью 5,0 А·ч при напряжении 18 В, с током зарядки 7 А. Полный цикл зарядки занимает около 30 мин. Энергопотребление при максимальной интенсивности – 24 кВт·ч. За движение отвечают бесщёточные электродвигатели привода колёс, рассчитанные на бесшумную и долговечную работу [4].

Корпус выполнен из прочного ASA-пластика и имеет степень влагозащиты IPX4, что позволяет работать под дождём и выдерживать повышенную влажность. Габариты косилки – 930×550×290 мм, масса – 17,3 кг, что делает конструкцию устойчивой и подходящей для пересечённого ландшафта. Уровень шума – 62 дБ(А), что допускает эксплуатацию рядом с жилыми зонами без значительного дискомфорта.



Рис. 3. Husqvarna Automower 435X AWD

Таким образом, современные роботизированные газонокосилки демонстрируют разнообразие инженерных решений, направленных на совершенствование навигации, улучшение взаимодействия с окружающей средой, повышение автономности и устойчивости работы. Механика и конструкция садовой техники продолжают развиваться благодаря использованию новых материалов, точных механизмов, интеллектуальных приводов и комплексных энергоэффективных решений. В результате газонокосилки превращаются в высокотехнологичные системы, где каждая конструктивная деталь играет ключевую роль в качестве и эффективности ухода за ландшафтом.

Список источников

1. Брагинский М.В. Механизация садово-паркового хозяйства. Л.: Колос, Ленингр. отделение, 1984. 272 с.
2. Аниферов Ф.Е., Ерошенко Л.И., Теплинский И.З. и др. Машины для садоводства. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат. Ленингр. Отд-ние, 1990. 304 с.
3. Переля О., Переля Р. Садовые машины. Малые двигатели: применение, уход, ремонт. СПб.: АЛФАМЕР, 2013. 200 с.
4. Ли А. Е., Иванайский С. А. Особенности применения лесопосадочных машин для создания лесных культур различных пород // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ 2025. С. 70-76.

References

1. Braginsky M.V. (1984). Mechanization of gardening and park management // *Kolos, Leningrad branch* - pp. 272 (in Russ.).
2. Aniferov F.E., Eroshenko L.I., Teplinsky I.Z., et al. (1990). Machines for gardening. 2nd ed., revised and enlarged L. // *Agropromizdat. Leningrad Branch*, - p. 304. (in Russ.).
3. Perelya O., Perelya R. (2013). Garden machines. Small engines: application, maintenance, repair. // *St. Petersburg: ALFAMER*. - pp. 200 (in Russ.).
4. Li A.E., Ivanaysky S.A. (2025) Features of the use of forest planting machines for creating forest crops of various species // *Technologies, machines and equipment in agriculture: collection of scientific papers*. s. (pp. 70-76). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Информация об авторах:

С. А. Иванайский – кандидат технических наук, доцент;
А. С. Тимергалеева – студент.

Information about the authors:

S. A. Ivanaysky – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
A. S. Timergaleeva – student.

Вклад авторов:

С. А. Иванайский – научное руководство;
А. С. Тимергалеева – написание статьи.

Contribution of the authors:

S. A. Ivanaysky – scientific management;
A. S. Timergaleeva – writing article.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Юрий Николаевич Рыжов¹, Денис Алексеевич Колесников²

^{1,2}Орловский государственный аграрный университет, Орёл, Россия

¹ryn1979@inbox.ru

²denkolesnikov786@mail.ru

В статье представлен обзор основных видов турбокомпрессоров двигателей внутреннего сгорания. Кратко рассмотрим основные технические характеристики. Подчеркнуты основные преимущества и недостатки.

Ключевые слова: турбокомпрессор, Twin-Turbo, Bi-Turbo.

Для цитирования: Рыжов Ю. Н., Колесников Д. А. Основные виды турбокомпрессоров для двигателей внутреннего сгорания // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 173-177.

MAIN TYPES OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE TURBOCOMPRESSORS

Yuri N. Ryzhov¹, Denis A. Kolesnikov²

^{1,2}Orel State Agrarian University, Orel, Russia

¹ryn1979@inbox.ru

²denkolesnikov786@mail.ru

The article provides an overview of the main types of engine turbochargers. It briefly describes the main characteristics of turbochargers. The article highlights the main advantages and disadvantages of each type.

Keywords: turbocharger, Twin-Turbo, Bi-Turbo.

For citation: Ryzhov Y. N. & Kolesnikov D. A. (2026). The main types of internal combustion engine turbochargers/ Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 173-177). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Турбонаддув – один из методов агрегатного наддува, основанный на использовании энергии отработавших газов. Принцип турбонаддува был запатентован швейцарским инженером Альфредом Бюхи в 1911 году в патентном ведомстве США. Идея заключалась в том, чтобы сжимать воздух, направленный в двигатель, и использовать энергию, которая образуется при выходе выхлопных газов.

В 1905 году Бюхи впервые успешно осуществил нагнетание при помощи выхлопных газов, получив при этом увеличение мощности до 120%. Это событие положило начало постепенному развитию и внедрению турботехнологий.

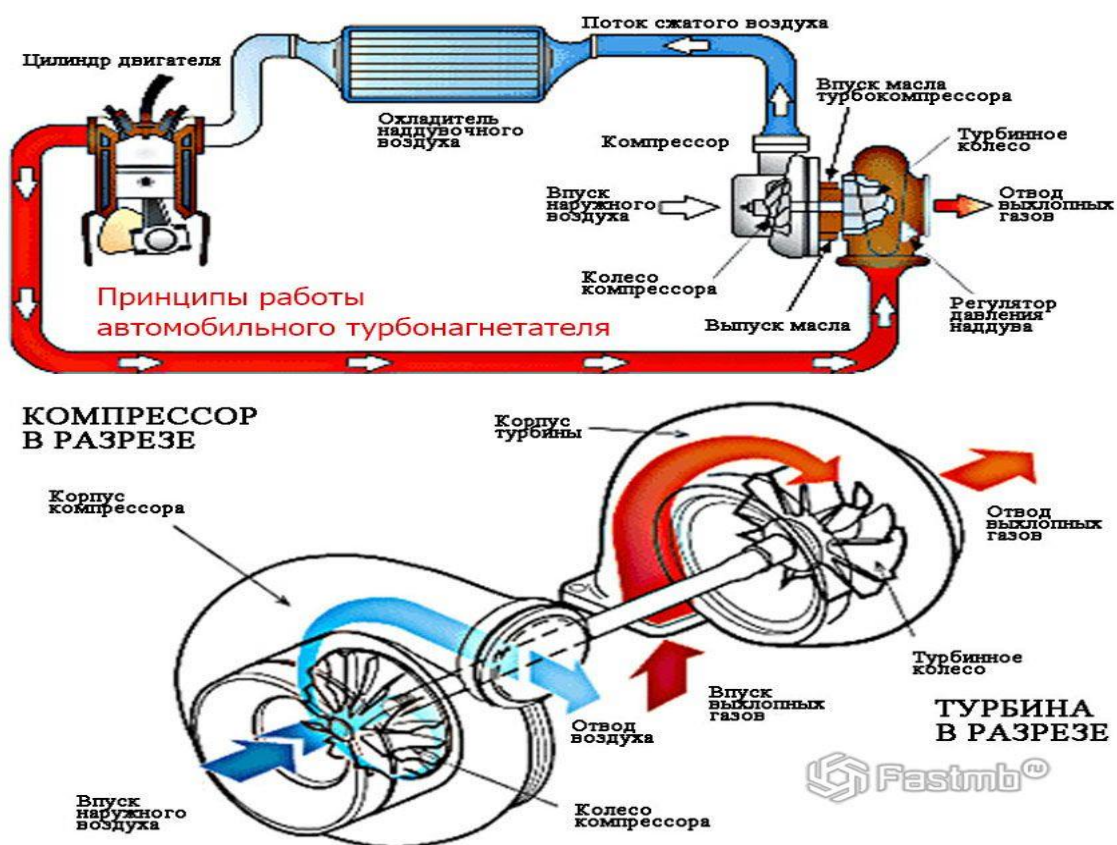


Рис.1. Устройство и схема работы турбокомпрессора

Поток имеющих высокую температуру и давление отработавших газов проходит через лопаточную машину газовой турбины и за счёт своей кинетической энергии раскручивает её. Турбина через вал передаёт энергию вращения на лопаточную машину лопастного компрессора, который осуществляет сжатие воздуха. Сжатый воздух поступает в камеру сгорания двигателя, где смешивается с жидким топливом. В камере за счёт термохимических процессов потенциальная энергия сжатого воздуха и топлива переходит в кинетическую, одновременно увеличивается объём смеси и её температура, за счёт чего тем или иным образом осуществляется одновременно как работа самого двигателя, так и воздействие на турбину турбокомпрессора.

Основные классификационные характеристик турбокомпрессора:

1. Схема наддува (назначение) - выделяют несколько видов.

Первый вид - одноступенчатые системы. В такой конфигурации используется один турбокомпрессор на двигатель либо несколько агрегатов, работающих на отдельные группы цилиндров. Наиболее распространённый вариант: например, в V-образных двигателях – отдельный турбокомпрессор на каждый ряд цилиндров. В многоцилиндровых моторах (более 8 цилиндров) могут применяться 4 турбокомпрессора (каждый обслуживает 2-4 цилиндра). К основным преимуществам данного типа можно отнести простоту конструкции, надёжность, и невысокую стоимость системы. Минус – низкая эластичность наддува в зависимости от оборотов двигателя.

Второй вид – последовательные и последовательно-параллельные системы (Twin Turbo). Два агрегата (одинаковых или разных по характеристикам), работающих на общую группу цилиндров. В параллельной конфигурации оба турбокомпрессора одинакового размера, каждый приводится в действие половиной выхлопных газов двигателя. В последовательной конфигурации: малый турбокомпрессор работает на низких оборотах, оба – на средних,

большой – на высоких. К преимуществам относят сочетание быстрого отклика на низких оборотах и высокой мощности на высоких; повышение эластичности. Главным недостатком является сложность конструкции, и высокая стоимость конструкции.

2. Направление потока отработавших газов, подаваемых на турбокомпрессор.

Радиальная (радиально-осевая, центростремительная)

Поток отработавших газов подаётся на периферию крыльчатки, движется к центру и выводится в осевом направлении. Зачастую применяется на двигателях небольшого объёма цилиндра. Основные преимущества: компактность, эффективность на малых и средних оборотах.

Осевая. Поток газов подаётся вдоль оси (к центру) крыльчатки и выводится с периферии. Преимущественно используется на мощных силовых агрегатах. Преимущества: высокая пропускная способность, эффективность на высоких оборотах.

3. По дополнительным функциональным возможностям выделяют:

С двойным входом. Турбина имеет два входа, на каждый из которых поступают газы от отдельной группы цилиндров. Основным преимуществом является: снижение перепадов давления, повышение стабильности наддува.

С изменяемой геометрией. Турбина оснащена подвижными лопастями или скользящим кольцом, регулирующим поток газов на рабочее колесо. К преимуществам относят: оптимальная работа на разных режимах двигателя; повышение эластичности. К недостаткам: меньшая надёжность по сравнению с простыми турбокомпрессорами; преимущественно для дизельных двигателей (из-за чувствительности к высоким температурам).

Электрический турбокомпрессор. Использует электродвигатель вместо энергии отработавших газов. Работает на низких-средних оборотах; на высоких отключается, уступая место традиционному турбокомпрессору. Преимущества: полное устранение турбоямы, точный контроль над наддувом. Недостатки: высокая стоимость, зависимость от мощности батареи.

4. По применимости (типу двигателя и параметрам) выделяют:

Для бензиновых, дизельных и газовых двигателей. Конструктивные особенности зависят от температуры и состава отработавших газов (например, дизельные турбины чаще имеют изменяемую геометрию).

По объёму и мощности двигателя. Агрегаты для малых, средних и больших силовых установок (размеры колёс: 50...180 мм для авто, 220...500 мм и более для тепловозов и промышленных дизелей).

Для высокооборотистых двигателей. Специальные конструкции, рассчитанные на экстремальные скорости вращения (до 300 000 об/мин).

5. По конструктивным особенностям выделяют:

Одиночный турбокомпрессор. Простейшая схема с одним агрегатом. Преимущества: надёжность, низкая стоимость. Недостатки: значительная турбояма.

Twin-Scroll (с двойной спиралью). Имеет два выхлопных канала в секции турбины, что снижает взаимное влияние цилиндров. *Плюсы*: эффективное использование энергии газов, снижение турбоямы. *Минусы*: требовательность к конструкции выпускного коллектора.

Vi-Turbo. Система с двумя турбокомпрессорами, работающими последовательно или параллельно. *Плюсы*: баланс между быстрым откликом и высокой мощностью. *Минусы*: высокая стоимость, сложность монтажа и обслуживания.

Ключевые технические характеристики: Степень повышения давления – отношение давления на выходе к давлению на входе: 1,5...3 bar. Подача компрессора – массовый расход воздуха: 0,5...2 кг/с. Рабочий диапазон оборотов — от сотен до десятков тысяч об/мин (в современных турбокомпрессорах периферийные точки колёс могут вращаться со скоростью 500...600 м/с). Температура газов на входе 650 ...700°C (до 1000°C в отдельных случаях). КПД турбокомпрессора/нагнетателя – обычно 70...80% (КПД турбины обычно ниже, чем у компрессора). Размеры колёс 50...180 мм (автомобильные двигатели), 220...550 мм и более (промышленные дизели).

Закключение. На сегодняшний день существует большое количество видов турбокомпрессоров. Основное влияние на выбор типа системы турбонаддува оказывают характеристики, типы и задачи двигателя на который планируется установка турбокомпрессора.

Перспективы развития связаны с увеличением коэффициента полезного действия турбокомпрессора.

Список источников

1. Турбокомпрессор: сердце системы наддува воздуха // Авто Альянс URL: <https://www.autoopt.ru/articles/products/28101693> (дата обращения: 08.12.2025).
2. Турбокомпрессор: главный агрегат для наддува воздуха // ДизАвто URL: <https://дизавто.пф/articles/osnovnye/turbokompressor-glavnyy-agregat-dlya-nadduva-vozdukha/> (дата обращения: 08.12.2025).
3. Типы турбокомпрессоров: Turbo, Twin Turbo, Twin-Scroll, вы их всех знаете? // Дзэн URL: <https://dzen.ru/a/XZuaOx6OPwCu3ZCy> (дата обращения: 08.12.2025).
4. Рыжов, Ю. Н. Оптимизация конструктивных параметров системы "фрикционное сцепление - гидроусилитель - тормозок" с целью повышения эксплуатационных качеств трактора (на примере трактора Т-130) : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Рыжов Юрий Николаевич. – Москва, 2008. – 220 с.
5. Электронные системы управления работой дизельных двигателей. – Орел : Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2014. – 189 с.
6. Рыжов, Ю. Н. К вопросу повышения долговечности датчика массового расхода воздуха легковых автомобилей / Ю. Н. Рыжов, А. В. Трудко, Д. К. Быковский // Профессия инженер : Сборник статей XII Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Орел, 16 апреля 2024 года. – Орел: ЗАО "Университетская книга", 2024.
7. Колесников, Д. А. Сравнительный анализ устройств для диагностики турбокомпрессора дизельных двигателей / Д. А. Колесников, Ю. Н. Рыжов, А. С. Новицкий // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXIX Международной научно-производственной конференции, Майский, 21–22 мая 2025 года. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – С. 161-162.
8. Колесников, Д. А. Сравнительный анализ датчиков давления воздуха / Д. А. Колесников, Ю. Н. Рыжов, А. С. Новицкий // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXIX Международной научно-производственной конференции, Майский, 21–22 мая 2025 года. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – С. 163-164.

References

1. Turbocharger: The Heart of the Air Boost System // Auto Alliance URL: <https://www.autoopt.ru/articles/products/28101693> (Accessed: 08.12.2025).
2. Turbocharger: The Main Unit for Air Boost // DizAvto URL: <https://дизавто.пф/articles/osnovnye/turbokompressor-glavnyy-agregat-dlya-nadduva-vozdukha/> (Accessed: 08.12.2025).
3. Turbocharger Types: Turbo, Twin Turbo, Twin-Scroll, Do You Know Them All? // Zen URL: <https://dzen.ru/a/XZuaOx6OPwCu3ZCy> (Accessed: 08.12.2025).
4. Ryzhov, Yu. N. Optimization of the design parameters of the "friction clutch - hydraulic booster - brake" system to improve the performance of a tractor (using the T-130 tractor as an example): specialty 05.20.01 "Technologies and means of agricultural mechanization": dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Ryzhov Yuri Nikolaevich. - Moscow, 2008. - 220p.
5. Electronic control systems for diesel engines. - Orel: Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, 2014. - 189 p.
6. Ryzhov, Yu. N. On the issue of increasing the durability of the mass air flow sensor of passenger cars / Yu. N. Ryzhov, A. V. Trudko, D. K. Bykovsky // Profession engineer: Collection of articles of the XII All-Russian youth scientific and practical conference, Orel, April 16, 2024. - Orel: ZAO "Universitetskaya kniga", 2024.

7. Kolesnikov, D. A. Comparative analysis of devices for diagnosing a turbocharger of diesel engines / D. A. Kolesnikov, Yu. N. Ryzhov, A. S. Novitsky // Challenges and innovative solutions in agricultural science: Proceedings of the XXIX International scientific and production conference, Maisky, May 21-22, 2025. - Maisky: FSBEI HE Belgorod State Agrarian University, 2025. - P. 161-162.

8. Kolesnikov, D. A. Comparative analysis of air pressure sensors / D. A. Kolesnikov, Yu. N. Ryzhov, A. S. Novitsky // Challenges and innovative solutions in agricultural science: Proceedings of the XXIX International scientific and production conference, Maisky, May 21–22, 2025. Maisky: FGBOU VO Belgorod SAU, 2025. – P. 163–164.

Информация об авторах:

Ю. Н. Рыжов – кандидат технических наук, доцент;

Д. А. Колесников – студент.

Information about the authors:

Y. N. Ryzhov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

D. A. Kolesnikov – student.

Вклад авторов:

Ю. Н. Рыжов – научное руководство;

Д. А. Колесников – написание статьи.

Contribution of the authors:

Y. N. Ryzhov – scientific management;

D. A. Kolesnikov – writing articles.

Обзорная статья

УДК 66.081.6

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Юрий Николаевич Рыжов¹, Павел Сергеевич Терехов²

^{1,2}Орловский государственный аграрный университет, Орёл, Россия

¹rjn1979@inbox.ru

²P_1212_05@mail.ru

В статье представлен обзор основных способов утилизации химических отходов. Кратко охарактеризованы традиционные (захоронение, сжигание) и современные (рециклинг, физико-химическая обработка) методы. Подчеркнута экономическая и экологическая целесообразность внедрения технологий, направленных на извлечение и повторное использование ценных компонентов из отходов. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода к проблеме утилизации, основываясь на классификацию отходов и оценку рисков.

Ключевые слова: химические отходы, утилизация, рециклинг, окружающая среда, экологическая безопасность, вторичные ресурсы, переработка.

Для цитирования: Рыжов Ю. Н., Терехов П. С. Основные способы утилизации химических отходов // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 177-182.

THE MAIN METHODS OF CHEMICAL WASTE DISPOSAL

Yuri N. Ryzhov¹, Pavel S. Terekhov²

^{1,2}Orel State Agrarian University, Orel, Russia

¹ryn1979@inbox.ru

²P_1212_05@mail.ru

The article provides an overview of the main methods of chemical waste disposal. The traditional (burial, incineration) and modern (recycling, physico-chemical treatment) methods are briefly described. The economic and environmental expediency of introducing technologies aimed at extracting and reusing valuable components from waste is emphasized. It is concluded that there is a need for an integrated approach to the problem of recycling based on waste classification and risk assessment.

Keywords: chemical waste, recycling, recycling, environment, environmental safety, secondary resources, recycling.

For citation: Ryzhov Y. N., & Terekhov P. S. (2026). Basic methods of chemical waste disposal. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 177-182). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Рост химической промышленности в последние сто лет обострил проблему утилизации ее отходов. Предприятия и лаборатории генерируют все больше опасных отходов, которые представляют прямую угрозу для людей и природы. Токсичные соединения, попадая в почву и воду, вызывают масштабное загрязнение экосистем, поэтому обращение с химическими отходами строго регламентировано на государственном уровне.

Особенности утилизации химических отходов напрямую зависят от вида и класса опасности реагента. Все химические вещества классифицируются по степени их воздействия на окружающую среду и здоровье человека, что и определяет выбор метода обезвреживания. Кроме того, транспортировка таких отходов допускается только с использованием специально предназначенного транспорта и герметичных тар, обеспечивающих безопасность.

К числу наиболее распространенных видов химических отходов относятся: кислоты и щелочи, лаки, краски и растворители (органические и синтетические), клеевые составы и смолы, травильные растворы, гальванические шламы (гальваношламы), отработанные реактивы и отходы химических лабораторий.

Для переработки указанных категорий отходов применяются шесть основных технологий: нейтрализация, сжигание (инсинерация), дистилляция, хлорирование, биологическая деградация и алкоголиз. Каждая методика обладает уникальными преимуществами, ограничениями и областью применения.

Все параметры процесса утилизации химических отходов жестко регламентируются их классификацией по классам опасности. В то время как относительно безопасные материалы, такие как остатки клеев, мастик или смол, могут быть уничтожены методом сжигания без дополнительных мер, работа с кислотами и щелочами требует принципиально иного подхода. Для их утилизации необходима организация специальной логистики – от применения специализированного транспорта для безопасной доставки до использования химически стойких контейнеров, исключающих риск утечки или реакций.

Существующая классификация разделяет все химические отходы на четыре основные группы по степени опасности: Класс I (Чрезвычайно опасные); Класс II (Высокоопасные); Класс III (Умеренно опасные); Класс IV (Малоопасные);

Утилизация отходов химической промышленности осуществляется в строгом соответствии с установленными отраслевыми нормативами. При этом тщательного и дифференцированного подхода требуют соединения всех категорий опасности – вне зависимости от их потенциального вреда.

Утилизация химических отходов представляет собой строго регламентированный процесс. Если абстрагироваться от частных случаев, его можно свести к шести ключевым этапам:

1. Инвентаризация и анализ. Сбор и систематизация данных о составе, объеме, месте образования отходов, а также проверка наличия и корректности сопроводительной документации.

2. Заключение договора. Разработка технического задания, получение экспертного заключения и подписание договора на оказание услуг утилизации со специализированной организацией, имеющей необходимые лицензии.

3. Транспортировка. Организация сбора и безопасной перевозки отходов к месту утилизации с применением специального транспорта и герметичной тары, соответствующей классу опасности веществ.

4. Обезвреживание и уничтожение. Непосредственная переработка отходов с использованием выбранной технологии – нейтрализации, окисления, хлорирования, сжигания (инсинерации) и других методов.

5. Документооборот. Подготовка и оформление полного пакета отчетных документов, подтверждающих факт и объем выполненных работ по утилизации.

6. Отчетность перед контролирующими органами. Передача завершеного пакета документов заказчику и в надзорные инстанции для закрытия отчетного периода по обращению с отходами.

Таким образом, процесс утилизации химических отходов является комплексным и требует не только технологических компетенций, но и глубокого знания нормативно-правовой базы. На каждом этапе существуют специфические требования, и эффективное соблюдение всех регламентов возможно только при участии квалифицированных экспертов в данной области.

Существует множество методов утилизации отходов химической промышленности, каждый из которых характеризуется уникальными преимуществами и ограничениями. Выбор оптимальной технологии осуществляют специалисты профильных организаций, обладающих соответствующими лицензиями. К основным способам обезвреживания отходов, образующихся на химических предприятиях, в лабораториях и научных учреждениях, относятся:

- нейтрализация;
- биологическое разложение;
- хлорирование с окислением;
- дистилляция (ректификация);
- алкоголиз;
- термическое обезвреживание (сжигание, пиролиз, газификация);
- адсорбция;
- плазменная переработка.

Каждая из этих технологий предъявляет специфические требования к техническому оснащению. Например, сжигание химических отходов допустимо только в специализированных установках — инсинераторах, оборудованных камерами дожигания. Такие конструкции обеспечивают полное разложение даже промежуточных продуктов горения, предотвращая их выброс в атмосферу и минимизируя риск нанесения вреда экосистемам и здоровью населения.

Нейтрализация. Данный метод заключается в преобразовании токсичных компонентов отходов в безопасные соединения путем химической реакции с реагентами. Классическим примером является щелочной гидролиз, который эффективно обезвреживает широкий спектр ядовитых веществ, делая их инертными и безопасными для окружающей среды и человека.

Биологическое разложение. Этот метод утилизации химических отходов, основанный на использовании микроорганизмов (бактерий, грибов, водорослей) для разложения органических компонентов отходов. Микроорганизмы расщепляют органические соединения, превращая их в простые вещества: воду, углекислый газ, метан, минеральные соли и др. Процесс может происходить как в анаэробных (без кислорода) условиях, так и в аэробных (с кислородом).

Хлорирование с окислением. Этот способ предполагает обезвреживание отходов в водных средах (растворах или суспензиях), что значительно снижает риски возгорания и взрывов, характерные для сухих процессов. Метод позволяет обеззараживать большинство типичных промышленных химических отходов с эффективностью до 99%. В качестве окислителей чаще всего используются гипохлорит натрия или кальция, а также пероксид водорода.

Дистилляция. Это процесс разделения жидких химических отходов на фракции с последующей регенерацией ценных компонентов. Метод требует применения сложного инженерного оборудования и применяется mainly для переработки относительно безопасных отходов, не содержащих стойких токсичных веществ. По своему принципу дистилляция аналогична процессу перегонки, но реализована в промышленных масштабах.

Алкоголиз. Это метод химической переработки, основанный на реакции взаимодействия органических соединений со спиртами. Данная технология особенно эффективна для разрушения сложных полимерных цепей, таких как полиэферы и полиуретаны, с целью регенерации исходных компонентов или получения новых полезных продуктов.

Сжигание. Метод основан на высокотемпературном разложении отходов в специальных установках — инсинераторах. Ключевым элементом технологии являются камеры дожига, в которых полностью уничтожаются не только исходные отходы, но и образующиеся газообразные продукты горения. Использование установок без таких камер для химических отходов недопустимо, так как это приводит к выбросам высокотоксичных соединений в атмосферу.

Пиролиз. Это метод утилизации химических отходов, основанный на термическом разложении органических соединений при высоких температурах в отсутствие кислорода. Цель данного метода не уничтожение отходов, а их трансформация: превращение материалов с низкой ценностью в пригодные для использования продукты.

Газификация. Это термическая переработка отходов, при которой происходит разложение углеродсодержащих веществ в газообразное состояние, при котором отходы превращаются в синтез-газ – смесь водорода, окиси углерода и других газов. Этот газ может использоваться для производства электроэнергии, тепловой энергии или как сырьё для химической промышленности.

Адсорбция. Это физико-химический метод утилизации химических отходов, основанный на поглощении загрязняющих веществ твёрдыми или жидкими веществами (сорбентами). Применяется для удаления химических загрязнителей из газов, паров и жидкостей, а также для очистки сточных вод.

Плазменная переработка. Это метод утилизации отходов, при котором отходы разлагаются до молекулярного уровня с помощью ионизированного газа (плазмы). В отличие от традиционного сжигания, где мусор горит в печах, здесь отходы не горят, а мгновенно разлагаются на простые газы. Технология позволяет утилизировать и обезвреживать практически любые виды отходов: промышленные, медицинские, муниципальные и даже радиоактивные.

Заключение. Утилизация химических отходов требует комплексного подхода, сочетающего современные технологии и строгое соблюдение нормативных требований. Многообразие методов - от нейтрализации до пиролиза и плазменной переработки - позволяет выбирать оптимальные решения для разных типов отходов. Ключевое значение имеет классификация по степени опасности и строгое соблюдение регламента на всех этапах - от сбора до документального сопровождения.

Перспективы развития связаны с внедрением ресурсосберегающих технологий, превращающих отходы во вторичное сырьё, что соответствует принципам экономики замкнутого цикла и устойчивого развития. Эффективная система утилизации химических отходов является необходимым условием экологической безопасности и технологического прогресса.

Список источников

1. Билло, Е. В. Виды отходов и утилизация твердых бытовых отходов / Е. В. Билло, Е. С. Сухаревская // Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих

регионов: пути решения : Сборник трудов III Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Кемерово, 21–22 декабря 2018 года / Под редакцией С.В. Костюк. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2018. – С. 411.1-411.4. – EDN YTFITJ.

2. Ресурсосберегающая установка для получения пиролизного топлива / Ю. Н. Рыжов, Т. С. Боварь, Д. И. Крылов, А. В. Трудко // Профессия инженер : Сборник статей по материалам XI Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Орел, 14 апреля 2023 года / Под общей редакцией А.Л. Севостьянова. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2023. – С. 299-304. – EDN ZPSGBZ.

3. Терехов, П. С. Основные методы подогрева жидкостей и химических растворов в емкостях / П. С. Терехов, С. И. Головин, А. Л. Севостьянов // Профессия инженер : Сборник статей XIII Всероссийской молодежной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Победы в Великой отечественной войне, Орел, 17 апреля 2025 года. – Орел: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2025. – С. 165-170. – EDN TXIOEJ.

4. Игнатов, В. И. Отраслевые системы утилизации отходов как эффективный инструмент механизма решения проблемы утилизации отходов / В. И. Игнатов // Политический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128. – С. 122-134. – DOI 10.21515/1990-4665-128-006. – EDN YOSSAP.

5. Шеварыкин, Д. В. Альтернативные источники энергии для сферы агропромышленного комплекса / Д. В. Шеварыкин, Ю. Н. Рыжов // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК : Материалы Международной студенческой научной конференции. Тезисы докладов, п. Майский, 29–30 марта 2022 года. Том 4. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2022. – С. 285-286. – EDN NJSFAV.

6. Терехов, П. С. Влияние загрязнений на ресурс деталей машин / П. С. Терехов, Ю. Н. Рыжов, А. С. Новицкий // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXIX Международной научно-производственной конференции, Майский, 21–22 мая 2025 года. – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2025. – С. 169-170. – EDN BQQIWT.

7. Терехов, П. С. Анализ способов очистки деталей машин / П. С. Терехов, Ю. Н. Рыжов // Профессия инженер : Сборник статей XII Всероссийской молодежной научно-практической конференции, Орел, 16 апреля 2024 года. – Орел: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 243-256. – EDN HFUXAR.

References

1. Billo, E. V. Types of waste and disposal of solid household waste / E. V. Billo, E. S. Sukharevskaya // Environmental problems of industrialized and resource-producing regions: solutions : Proceedings of the III All-Russian Youth Scientific and Practical Conference, Kemerovo, December 21-22, 2018 / Edited by S.V. Kostyuk. Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, 2018. pp. 411.1-411.4. EDN YTFITJ.

2. Resource-saving installation for pyrolysis fuel production / Yu. N. Ryzhov, T. S. Bovar, D. I. Krylov, A.V. Trudko // Profession engineer : Collection of articles based on the materials of the XI All-Russian Youth Scientific and Practical Conference, Orel, April 14, 2023 / Under the general editorship of A.L. Sevostyanov. – Orel: Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, 2023. – pp. 299-304. – EDN ZPSGBZ.

3. Terekhov, P. S. Basic methods of heating liquids and chemical solutions in tanks / P. S. Terekhov, S. I. Golovin, A. L. Sevostyanov // Profession engineer : Collection of articles of the XIII All-Russian Youth Scientific and Practical Conference dedicated to the 80th anniversary of Victory in the Great Patriotic War, Orel, April 17, 2025. – Orel: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2025. – pp. 165-170. – EDN TXIOEJ.

4. Ignatov, V. I. Industrial waste disposal systems as an effective tool for solving the problem of waste disposal / V. I. Ignatov // Political network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. – 2017. – No. 128. – pp. 122-134. – DOI 10.21515/1990-4665-128-006. – EDN YOSSAP.

5. Shevarykin, D. V. Alternative energy sources for the agro-industrial complex / D. V. Shevarykin, Yu. N. Ryzhov // Gorin readings. Innovative solutions for agriculture : Proceedings of the International Student Scientific Conference. Abstracts, P. Maisky, March 29-30, 2022. Volume 4. – Maisky: Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, 2022. – pp. 285-286. – EDN NJSFAV.

6. Terekhov, P. S. The influence of pollution on the life of machine parts / P. S. Terekhov, Yu. N. Ryzhov, A. S. Novitsky // Challenges and innovative solutions in agricultural science : Proceedings of the XXIX International Scientific and Industrial Conference, Maysky, May 21-22, 2025. – Maisky: Belgorod State Agrarian University, 2025. – pp. 169-170. – EDN BQQIWT.

7. Terekhov, P. S. Analysis of methods for cleaning machine parts / P. S. Terekhov, Yu. N. Ryzhov // Profession of an engineer : Collection of articles of the XII All-Russian Youth Scientific and Practical Conference, Orel, April 16, 2024. – Orel: CJSC "University Book", 2024. – pp. 243-256. – EDN HFUXAR.

Информация об авторах:

Ю. Н. Рыжов – кандидат технических наук, доцент;

П. С. Терехов – студент.

Information about the authors:

Y. N. Ryzhov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

P. S. Terekhov – student.

Вклад авторов:

Ю. Н. Рыжов – научное руководство;

П. С. Терехов – написание статьи.

Contribution of the authors:

Y. N. Ryzhov – scientific management;

P. S. Terekhov – writing articles.

Научная статья

УДК 532.528:621.43

КАВИТАЦИЯ В ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСАХ

Варвара Сергеевна Денисова¹, Юрий Александрович Киров²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹denisovavs63@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-6358-029X>

²kirov.62@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6736-1263>

В статье исследуется явление кавитации в центробежных насосах – процесс локального вскипания жидкости с последующим схлопыванием паровых пузырьков, обусловленный падением статического давления ниже давления насыщенных паров. Описан физический механизм явления, систематизированы его ключевые визуальные, акустические и вибрационные признаки. Детально проанализированы последствия кавитации, включая эрозионный износ, динамические нагрузки, снижение энергетической эффективности и надежности насосного агрегата. Приведены основные эксплуатационные и конструктивные факторы, провоцирующие развитие кавитации. На основе анализа сформулирован комплекс мер по минимизации рисков ее возникновения, охватывающий этапы проектирования, монтажа и эксплуатации насосных систем.

Ключевые слова: кавитация, центробежный насос, эрозия, паровой пузырь, гидродинамика, вибрация, энергоэффективность.

Для цитирования: Денисова В. С., Киров Ю. А. Кавитация в центробежных насосах // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 182-185.

CAVITATION IN CENTRIFUGAL PUMPS

Varvara S. Denisova¹, Yuri A. Kirov²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹denisov_ivan007@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-1054-8360>

²kirov.62@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6736-1263>

The article investigates the phenomenon of cavitation in centrifugal pumps – a process of local liquid boiling followed by the collapse of vapor bubbles, caused by a drop in static pressure below the vapor pressure of the liquid. The physical mechanism of the phenomenon is described, and its key visual, acoustic, and vibrational signs are systematized. The consequences of cavitation are analyzed in detail, including erosive wear, dynamic loads, reduction in energy efficiency, and decreased reliability of the pumping unit. The main operational and design factors that provoke cavitation development are presented. Based on the analysis, a set of measures to minimize the risks of its occurrence is formulated, covering the stages of design, installation, and operation of pumping systems.

Keywords: cavitation, centrifugal pump, erosion, vapor bubble, hydrodynamics, vibration, energy efficiency.

For citation: Denisova V. S. & Kirov Y. A. (2026). Cavitation in centrifugal pumps. Technologies, machines and equipment in agriculture '25: collection of scientific papers. (pp. 182-185). Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.).

Обеспечение стабильной и надежной работы автономных систем водоснабжения требует учета всего спектра возможных гидродинамических явлений, влияющих на ресурс оборудования. Одним из наиболее деструктивных процессов является кавитация, представляющая серьезную угрозу для целостности и функциональности центробежных насосов. Данное явление, связанное с фазовым переходом жидкости в условиях локального разрежения, приводит не только к снижению эксплуатационных характеристик, но и к физическому разрушению элементов проточной части. В работе представлен системный анализ причин, признаков, последствий кавитации, а также научно обоснованные методы ее предотвращения.

Кавитация – это процесс образования в потоке жидкости областей (пузырьков), заполненных паром и газом, при падении локального статического давления ниже давления насыщенных паров перекачиваемой жидкости при данной температуре. Ключевое отличие от термодинамического кипения заключается в причине фазового перехода: при кипении давление пара равно или превышает внешнее давление, в то время как кавитация индуцируется динамическим снижением давления в потоке.

Образовавшиеся в зоне низкого давления (например, на входе в рабочее колесо) паровые пузырьки транспортируются потоком в область более высокого давления, где происходит их мгновенное (импловзивное) схлопывание. Энергия коллапса пузырьков преобразуется в микроскопические ударные волны и струи высокоскоростной жидкости, воздействующие на поверхности.

Своевременное выявление кавитации критически важно для предотвращения катастрофических отказов. К характерным признакам относятся:

Акустические: Появление специфического шума, напоминающего поток гравия или интенсивное шипение, вызванное массовым схлопыванием пузырьков.

Виброакустические: Возникновение повышенной вибрации на корпусе насоса и прилегающих трубопроводах, обусловленной нестационарностью гидродинамических процессов и микроударами.

Эксплуатационные:

- Снижение напорно-расходной характеристики (падение напора и подачи).

- Повышенное потребление электроэнергии при сниженной полезной мощности.
- Нестабильность параметров потока (пульсации давления).

Визуальные: При наличии прозрачных участков или смотровых окон может наблюдаться помутнение потока вследствие высокой концентрации пузырьков.

Образование кавитационных пузырьков генерирует экстремальные локальные давления (до 1 ГПа и более) и температуры, приводя к ряду негативных эффектов:

Кавитационная эрозия: Усталостное микроударное разрушение материала лопаток рабочего колеса, диска и корпуса насоса, приводящее к образованию ямок, губчатой поверхности и, в конечном итоге, сквозных повреждений.



Рис. 1. Кавитационная эрозия металла

Динамические нагрузки: Вибрации, вызванные кавитацией, приводят к ускоренному износу подшипников, разрушению уплотнений и ослаблению соединений.

Снижение энергетической эффективности: Образование кавитационной полости нарушает геометрию потока, снижает КПД насоса и увеличивает потребляемую мощность для поддержания заданных параметров.

Коррозионно-кавитационное повреждение: Совместное действие ударных нагрузок и химической агрессивности среды резко интенсифицирует процесс разрушения материала.

Влияние на смежное оборудование: Передача вибраций и гидравлических пульсаций может негативно сказаться на работе датчиков, арматуры и другого оборудования системы.

Первичной причиной является недостаточное давление на входе в насос. К основным факторам, способствующим возникновению кавитации, относятся:

Эксплуатационные:

- Завышенная подача насоса относительно рабочей точки.
 - Повышенная температура перекачиваемой жидкости (ведет к росту давления насыщенных паров).
 - Заниженное давление в питающем резервуаре.
 - Высокое гидравлическое сопротивление всасывающего трубопровода (засоры, заужения, большое количество местных сопротивлений).
- Подсос воздуха через негерметичные соединения на всасывающей линии.

Конструктивные и монтажные:

- Неверный выбор насоса.
 - Неоптимальная геометрия всасывающего патрубка (резкие сужения, изгибы в непосредственной близости от входа).
 - Чрезмерная высота всасывания.

Борьба с кавитацией ведется на этапах проектирования, монтажа и эксплуатации.

Оптимизация проточной части: Применение рабочих колес с улучшенными кавитационными качествами (специальный профиль лопаток, двухканальные колеса), сглаживание кромок.

Правильная установка: Размещение насоса с минимальной геометрической высотой всасывания, желательно с подпором.

Оптимизация всасывающего трубопровода: Увеличение диаметра, минимизация длины, устранение лишних колен и арматуры, обеспечение герметичности.

Контроль режима работы: Эксплуатация насоса в рекомендованной рабочей зоне, избегание режимов с максимальной подачей.

Мониторинг параметров: Контроль давления и температуры на входе, применение систем автоматики для отключения или регулирования при опасных отклонениях.

Кавитация в центробежных насосах – сложное физическое явление с серьезными инженерными последствиями. Его предотвращение требует глубокого понимания гидродинамических процессов и комплексного подхода на всех этапах жизненного цикла насосной системы. Ключевыми элементами стратегии борьбы являются: правильный выбор оборудования с учетом кавитационного запаса, оптимальное проектирование всасывающего тракта, квалифицированный монтаж и соблюдение регламентов эксплуатации. Реализация указанных мер позволяет существенно повысить надежность, энергоэффективность и долговечность центробежных насосов в составе систем водоснабжения и других технологических установок.

Список источников

1. Людеке Х.-Й., Котэ Б., Паули К. Гидроудар: причины, анализ и способы превращения // Водоснабжение и санитарная техника. - 2015. - № 8. – С. 62- 69.

2. Фугаров Д.Д. Защита магистральных нефтепроводов от гидравлических ударов // Научные преобразования в эпоху глобализации: сб. статей межд. науч. – практ. конф. В 4 ч. Ч.3. Уфа: АЭТЕРНА, 2017. – С. 126-128.

3. Киров, Ю. А. Повышение эффективности разделения на фракции стоков пивоваренного производства в гидроциклоне-сгустителе / Ю. А. Киров, Н. В. Батищева, В. С. Шкрабак // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 50. – С. 207-213.

4. Твардовская Н.В. Предотвращение последствий гидравлических ударов в напорных системах водоотведения с использованием гасителя дифференциального действия // Proceedings of Petersburg Transport University. - 2017. – №4. – С. 768.

References

1. Lyudke H.-J., Kote B., Pauli K. Hydroshock: Causes, Analysis, and Methods of Conversion // Water Supply and Sanitary Engineering. - 2015. - No. 8. - Pp. 62-69.

2. Fugarov D.D. Protection of Main Oil Pipelines from Hydraulic Strikes // Scientific Transformations in the Era of Globalization: Collection of Articles from the International Scientific and Practical Conference. In 4 parts. Part 3. Ufa: AETERNA, 2017. – Pp. 126-128.

3. Kirov, Yu. A. Increasing the efficiency of fractionation of brewery wastewater in a hydrocyclone thickener / Yu. A. Kirov, N. V. Batishcheva, and V. S. Shkrabak // Izvestiya of the St. Petersburg State Agrarian University. – 2018. – No. 50. – Pp. 207-213.

4. Tvardovskaya N.V. Prevention of the consequences of hydraulic shocks in pressure drainage systems using a differential damper // Proceedings of Petersburg Transport University. - 2017. – No. 4. – P. 768.

Информация об авторах:

В. С. Денисова – студент;

Ю. А. Киров – доктор технических наук, профессор.

Information about the authors:

V. S. Denisova – student;

Y. A. Kirov – doctor of technical sciences, professor.

Вклад авторов:

В. С. Денисова – написание статьи;

Ю. А. Киров – научное руководство.

Contribution of the authors:

V. S. Denisova – writing articles;

Y. A. Kirov – scientific management.

РАСЧЕТ РАСХОДА РАБОЧЕГО РАСТВОРА ПО ДЛИНЕ ШТАНГИ ОПРЫСКИВАТЕЛЯ

Андрей Сергеевич Дорофеев¹, Сергей Владимирович Денисов²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

¹ andrejdorofeev982@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-8445-9508>

² denisov_sv@ssaa.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7742-5558>

В статье рассмотрены теоретические основы и практические методы расчёта расхода рабочего раствора по длине штанги сельскохозяйственного опрыскивателя. Приведены основные уравнения для определения суммарного расхода, расхода отдельных форсунок, потерь давления и неравномерности распределения.

Ключевые слова: штанга опрыскивателя, расход рабочей жидкости, гидравлический расчёт, форсунка, неравномерность распределения.

Для цитирования: Дорофеев А. С., Денисов С. В. Расчет расхода рабочего раствора по длине штанги опрыскивателя // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 186-190.

CALCULATION OF THE WORKING SOLUTION FLOW ACCORDING TO THE SPRAYER ROD LENGTH

Andrey S. Dorofeev¹, Sergey V. Denisov²

^{1,2}Samara State Agrarian University, Samara, Russia

¹andrejdorofeev982@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-8445-9508>

²denisov_sv@ssaa.ru, <http://orcid.org/0000-0001-7742-5558>

The article discusses the theoretical foundations and practical methods of calculating the flow rate of the working solution along the length of the agricultural sprayer's boom. The main equations for determining the total flow rate, the flow rate of individual nozzles, pressure losses, and uneven distribution are presented.

Keywords: sprayer boom, working fluid flow rate, hydraulic calculation, nozzle, uneven distribution.

For citation: Dorofeev A. S & Denisov S. V. (2026). Calculation of the the working solution flow along the length of the sprayer bar. Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. (pp. 186-190). Kinel : PLC Samara SAU (in Russ.).

Равномерность распределения рабочего раствора по длине штанги является одним из ключевых факторов эффективности химической обработки посевов. Отклонение расхода форсунок от номинальных значений приводит к перерасходу пестицидов, снижению биологической эффективности и увеличению экологической нагрузки. Поэтому при проектировании и эксплуатации опрыскивателей необходим точный расчёт расхода рабочего раствора с учетом гидравлических потерь в трубопроводе штанги.

На распределение расхода по длине штанги влияют:

- рабочее давление в подающем коллекторе;
- длина штанги и шаг установки форсунок;
- внутренний диаметр трубопровода;
- тип и калибр форсунок;

- вязкость и плотность рабочей жидкости;
- наличие фильтров, клапанов и секционных отсекаелей.

Суммарный расход опрыскивателя рабочего раствора определяется выражением (1)

$$Q = \frac{B * v * N}{600}, \quad (1)$$

где Q – суммарный расход, л/мин;

B – ширина захвата, м;

v – рабочая скорость агрегата, км/ч;

N – норма внесения, л/га;

600 – коэффициент перевода единиц.

Расход одной форсунки определяется как:

$$q = \frac{Q}{n}, \quad (2)$$

где q – расход одной форсунки, л/мин;

n – количество форсунок на штанге.

Количество форсунок определяется по выражению (3):

$$n = \frac{B}{s}, \quad (3)$$

где s – шаг установки форсунок, м

Связь расхода форсунки с давлением, выражается зависимостью (4):

$$q = k * \sqrt{p}, \quad (4)$$

где k – расходная характеристика форсунки;

p – давление, Мпа.

Из данной формулы следует, что относительное изменение расхода при изменении давления равно:

$$\frac{q_2}{q_1} = \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}. \quad (5)$$

Потери давления в трубопроводе рассчитывается по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta p = \lambda * \frac{L}{D} * \frac{\rho * v^2}{2}, \quad (6)$$

где λ – коэффициент гидравлического сопротивления;

L – длина участка трубопровода, м;

D – внутренний диаметр трубы, м;

ρ – плотность жидкости, кг/м³;

v – скорость потока, м/с

Из-за потерь давления расход крайних форсунок уменьшается, что приводит к неравномерному распределению рабочего раствора.

Коэффициент неравномерности по длине штанги определяется по выражению (7);

$$\delta = \frac{q_{max} - q_{min}}{q_{cp}} * 100\%. \quad (7)$$

Допустимое значение по агротехническим требованиям обычно составляет не более 10-15%

Приведем пример расчета для штанги шириной захвата $L=18$ м; шаг установки форсунок $s=0,5$ м; количество форсунок 34 шт.; скорость движения опрыскивателя по полю 8 км/ч;

давление на входе в штангу 0,3 МПа; диаметр магистральной трубы $d=0,02$ м; плотность рабочей жидкости $\rho=1260$ кг/м³; расходная характеристика форсунки $k = 3,65$; коэффициент сопротивления $\lambda=0,035$.

1. Расход одного распылителя $q_1 = \frac{Q}{n} = \frac{72}{36} = 2$ л/мин

2. Площадь сечения трубы: $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4} = 3,14 \cdot 10^{-4}$ м²

3. Переведем расход в м³/с $Q = 72 \frac{\text{л}}{\text{мин}} = 0,0012$ м³/с

4. Скорость потока: $v = \frac{Q}{A} = \frac{0,0012}{3,14 \cdot 10^{-4}} = 3,82$ м/с

5. Потери давления вдоль одного крыла штанги: $\Delta p_{17-1} = 0,035 \cdot \frac{9}{0,02} \cdot \frac{1260 \cdot 3,82^2}{2} = 0,15$ МПа

К концу штанги давление будет равно, $p_1 = p_0 - \Delta p = 0,3 - 0,15 = 0,15$ МПа

Падение давления на один распылитель составит $\Delta p = \frac{0,15}{17} = 0,009$ МПа

В таблице 1 представлен расчет падение давления по длине штанги от 17 распылителя к 1.

Таблица 1

Падение давления по длине штанги от 17 распылителя к 1

Номер распылителя	Давление, МПа	Номер распылителя	Давление, МПа
17	0,300	8	0,219
16	0,291	7	0,21
15	0,282	6	0,201
14	0,273	5	0,192
13	0,264	4	0,183
12	0,255	3	0,174
11	0,246	2	0,165
10	0,237	1	0,156
9	0,228		

6. Фактический расход распылителей

$$q = k \cdot \sqrt{p},$$

В таблице 2 представлен расчет падение расхода по длине штанги от 17 распылителя к 1.

Таблица 2

Номер распылителя	Давление, МПа	Расход одного распылителя q_i л/мин
17	0,300	2
16	0,291	1,96
15	0,282	1,93
14	0,273	1,91
13	0,264	1,88
12	0,255	1,84
11	0,246	1,81
10	0,237	1,78
9	0,228	1,74
8	0,219	1,71
7	0,21	1,67
6	0,201	1,63
5	0,192	1,59
4	0,183	1,56
3	0,174	1,52
2	0,165	1,48
1	0,156	1,44

Видно, что по краям штанги расход падает с 2 л/мин до 1,44 л/мин.
Средний фактический расход

$$q = \frac{1}{17} \sum q_i = 1,72 \text{ л/мин}$$

Коэффициент вариации;

$$V = \frac{2 - 1,44}{1,72} * 100 = 32,6\%$$

Равномерность недопустимая, требуется увеличение диаметра магистрали или деление крыла штанги на секции с индивидуальным подводом к каждой секции.

В ходе выполненного расчёта распределения расхода рабочего раствора по длине штанги опрыскивателя установлено, что в существующих гидравлических схемах при односторонней подаче жидкости наблюдается существенное падение давления от центральной части штанги к её краям.

Проведённый численный расчёт показал, что при выбранных параметрах системы коэффициент вариации расхода превышает допустимые агротехнические нормативы, что свидетельствует о недопустимой неравномерности распределения рабочей жидкости. Основными причинами данного явления являются гидравлические потери в магистральном трубопроводе, недостаточный внутренний диаметр подающей линии, а также отсутствие симметричной подачи рабочей жидкости

На основании полученных результатов установлено, что для обеспечения равномерного распределения расхода по всей длине штанги необходимо применение конструктивных и технологических мероприятий, включающих увеличение диаметра магистрального трубопровода, организацию двухсторонней подачи рабочего раствора, а также использование систем автоматического регулирования давления. Реализация данных мер позволяет снизить неравномерность распределения до нормативных значений и повысить эффективность использования средств защиты растений.

При ширине штанги 18 м и диаметре магистрали 20 мм наблюдается значительное падение давления к краям штанги, что вызывает почти двукратное снижение расхода крайних распылителей и высокую неравномерность распределения $V = 32,6\%$. Для приведения показателя к нормативному уровню рекомендуется увеличить диаметр трубопровода до 25-32 мм или деление крыла штанги на секции с индивидуальным подводом к каждой секции.

Таким образом, расчёт распределения расхода рабочего раствора по длине штанги является важным этапом проектирования и эксплуатации опрыскивателей, обеспечивающим повышение точности внесения препаратов, снижение их потерь и улучшение экологической безопасности агротехнологических процессов.

Список источников

1. Новиков В. П. Сельскохозяйственные машины: учебник для вузов. — М.: КолосС, 2020. — 512 с.
2. Тарасенко А. П., Бахарев А. А. Машины для химической защиты растений. — М.: Агропромиздат, 2018. — 384 с.
3. Белов А. Ю. Совершенствование гидравлической системы штанговых опрыскивателей: дис. ... канд. техн. наук. — Воронеж, 2018. — 168 с.
4. Кузьмин В. А. Гидравлические системы сельскохозяйственных машин. — М.: Инфра-М, 2021. — 310 с

5. Технология и механизация животноводства / С. В. Денисов, А. С. Грецов, А. Л. Мишанин [и др.]. – Кинель : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – 165 с. – ISBN 978-5-88575-552-8. – EDN YWSHMT.

References

1. Novikov V. P. Agricultural Machines: Textbook for Universities. — М.: KolosS, 2020. — 512 p.
2. Tarasenko A. P., Bakharev A. A. Machines for Chemical Plant Protection. — М.: Agropromizdat, 2018. — 384 p.
3. Belov A. Yu. Improvement of the Hydraulic System of Boom Sprayers: Dis. ... Cand. Tech. Sciences. — Voronezh, 2018. — 168 p.
4. Kuzmin V. A. Hydraulic systems of agricultural machines. — М.: Infra-M, 2021. — 310p.
5. Technology and Mechanization of Animal Husbandry / S. V. Denisov, A. S. Gretsov, A. L. Mishanin [et al.]. – Kinel: Samara State Agricultural Academy, 2018. – 165 p.

Информация об авторах:

С. В. Денисов – кандидат технических наук, доцент;
А. С. Дорофеев – студент.

Information about the authors:

S. V. Denisov – PhD in Engineering, Associate Professor;
A. S. Dorofeev – student.

Вклад авторов:

С. В. Денисов – научное руководство;
А. С. Дорофеев – написание статьи.

Contribution of the authors:

S. V. Denisov – scientific supervision;
A. S. Dorofeev – writing the article.

Обзорная статья

УДК 631.672:631.347

СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВА ГИДРОПЕРЕДАЧИ НА ОРОШАЕМЫЕ УЧАСТКИ

Анна Ивановна Кириленко¹, Сергей Александрович Иванайский²

^{1,2}Самарский государственный аграрный университет, Кинель, Россия

¹annie.kirilenko.03@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-0880-2153>

²isa.7777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-685>

В статье проводится комплексный анализ современных механизмов полива, применяемых в сельском хозяйстве и ландшафтном дизайне рассматриваются основные классы систем орошения: поверхностные, капельные, дождевальные и внутрпочвенные.

Ключевые слова: орошение, механизмы полива, капельное орошение, дождевание, поверхностный полив, внутрпочвенный полив, водосбережение, эффективность, нормирование полива.

Для цитирования: Кириленко А. И., Иванайский С. А. Способы и устройства гидропередачи на орошаемые участки // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 190-196.

CLASSIFICATION AND OPERATING PRINCIPLES OF IRRIGATION MECHANISMS IN AGRICULTURAL AND LANDSCAPE DESIGN

Anna I. Kirilenko¹, Sergey A. Ivanaysky²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹ annie.kirilenko.03@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-0880-2153>

² isa.7777@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6474-685>

In the article, a comprehensive analysis of modern irrigation mechanisms used in agriculture and landscape design is considered the main classes of irrigation systems: surface, drip, rainwater and soil.

Key words: irrigation, watering mechanisms, drip irrigation, rain, surface watering, in-soil watering, water saving, efficiency, normalizing watering.

For citations: Kirilenko A. I. & Ivanaysky S. A. Methods and devices for water transfer to irrigated plots. Technologies, machines and equipment in agriculture: collection of scientific papers. s. Kinel: PLC Samara SAU (in Russ.). pp. 190-196.

Оптимизация водного режима в садоводстве является критически важным фактором, определяющим не только урожайность, но и качество плодовой продукции, долговечность насаждений и рентабельность производства. В отличие от полевых культур, садовые агроценозы характеризуются глубокой и разветвленной корневой системой, многолетним циклом развития и высокой стоимостью посадочного материала. Это предъявляет особые требования к системам полива, которые должны обеспечивать точное, нормированное и своевременное поступление воды и питательных веществ в корнеобитаемую зону. Целью данной работы является систематизация и детальный анализ существующих механизмов полива, их технических характеристик, областей применения и влияния на агроэкосистему [1,3,4].

Классификация механизмов полива. По способу подачи воды и ее распределению по полю все механизмы полива можно классифицировать на четыре основных типа: поверхностный полив, дождевание, капельное орошение, внутрпочвенное (субпочвенное) орошение [5,6].

1. Поверхностные системы полива. Самый древний и известный способ орошения, когда вода засасывается на поверхность поля или участка. Включает виды полива: бороздковый, заливной и метод наводнения. Вода движется под воздействием силы тяжести и движется по склону или специально вырытым канавам.



Рис. 1-2. Бороздковый способ полива

Полив по бороздам: Глубина борозды 15-25 см, ширина 30-50 см. Длина борозды варьируется от 50 до 200 м в зависимости от уклона и водопроницаемости почвы. Расход воды на одну борозду – 0.5-3 л/с.

Преимущества: низкое энергопотребление, относительно простая организация и низкие капитальные затраты на оборудование, возможность использования соленой воды для промывки.

Недостатки: низкая эффективность использования воды (40–60 %) из-за значительных потерь при глубокой фильтрации и поверхностном стоке, неравномерное распределение влаги по полю, уплотнение почвы, высокие трудозатраты на подготовку поля и орошение, невозможность использования на наклонных участках без предварительной модификации склона, способствует росту сорняков и эрозии почвы.

2. Системы дождевого орошения. В системе дождевого орошения вода распределяется через форсунки, подобно дождю, равномерно увлажняя почву. К ним относятся стационарные и мобильные установки. Классификация систем дождевания:

Стационарные (веерные): Радиус полива: 2-5 м. Рабочее давление: 1.5-3.0 атм. Расход воды: 0.1-0.5 м³/ч. Используются в малых садах и на газонах: все трубопроводы и спринклеры закреплены на месте.

Полустационарные: магистральный трубопровод стационарен, а поливные линии переносятся. Радиус полива: 10-25 м. Рабочее давление: 3-6 атм. Расход воды: 0.5-4 м³/ч. Применяются на больших площадях.

Передвижные широкозахватные: дальнеструйные машины («Фрегат», «Волжанка»): мощные аппараты на самоходных шасси, поливающие большую площадь с одной позиции. Дальность струи: 50-120 м. Производительность: до 2-3 га/ч. Рабочее давление на выходе из сопла: 6-10 атм.

Круговые и фронтальные системы: широкозахватные агрегаты, движущиеся по кругу или прямолинейно, орошающие до нескольких сотен гектаров.



Рис. 3-4. Дождевое орошение

Конструктивные элементы: источник воды (водоем, скважина, водопровод). *Насосная станция* создает необходимое давление в системе. *Трубопроводная сеть.* Состоит из магистральных, распределительных и поливных трубопроводов (стационарных или переносных). *Дождевальные аппараты (спринклеры):* устройства, формирующие дождевальную струю. Бывают статические (веерные, роторные) и динамические (импульсные, роторные с механизмом вращения).

Преимущества: высокая степень механизации и автоматизации процесса, более равномерное распределение воды по сравнению с поверхностными системами (эффективность 70-85%), возможность использования на сложной местности, сочетание орошения с внесением жидких удобрений и пестицидов, создание микроклимата (повышение влажности, охлаждение поверхности листьев).

Недостатки: высокое энергопотребление из-за необходимости создания рабочего давления, зависимость от скорости и направления ветра, что снижает равномерность внесения, а также потери воды в результате испарения с поверхности листьев и при сносе капель, при неправильном использовании приводит к эрозии почвы и образованию поверхностной корки, а также к риску грибковых заболеваний из-за чрезмерной влажности листьев [7,8].

Наиболее распространён для: Фермерских хозяйств, предприятий по выращиванию газонов, полевых и овощных культур.

Для каких целей: создание газонов и полив крупных ландшафтных зон. Орошение полевых культур (картофель, кукуруза). В садоводстве: применяется ограниченно, в основном, для защиты цветков от заморозков (дождевание по кроне) и в питомниках. Не подходит для плодоносящих садов из-за риска распространения грибковых заболеваний.

3. Капельное и микрокапельное орошение. Капельное орошение доставляет воду непосредственно к растениям через систему трубок с небольшими отверстиями (капельницами), обеспечивая локальное увлажнение поверхности.



Рис. 5-6. Капельная система полива

Преимущества: высокая степень механизации и автоматизации процесса, более равномерное распределение воды по сравнению с поверхностными системами (КПД 70-85%), возможность применения на сложном рельефе, совмещение полива с внесением растворимых удобрений (фертигация) и пестицидов, создание благоприятного микроклимата (повышение влажности воздуха, охлаждение листовой поверхности).

Недостатки: Высокая стоимость установки и компонентов (трубы, фильтры, капельницы, таймеры). Частые засоры капельниц из-за примесей в воде (песок, ил, водоросли), требующие регулярной чистки и фильтрации. Необходимость обслуживания: продувка, замена элементов, осмотр на повреждения грызунами или механически. Ограниченная зона увлажнения, приводящая к неглубокому развитию корней и зависимости от системы [2].

Конструктивные элементы. Узлы фильтрации и водоподготовки: обеспечивают очистку воды от механических и химических примесей, предотвращающих засорение эмиттеров. *Узел фертигации:* система баков и дозирующих насосов для внесения удобрений. *Регулятор давления. Магистральный и разводящие трубопроводы. Капельные линии:* гибкие трубки с встроенными или наружными капельницами (эмиттерами). Эмиттеры могут быть компенсированными (расход не зависит от перепадов давления в линии) и некомпенсированными.

Рабочее давление в системе: 1.0-2.5 атм. Расход воды одним эмиттером: 1.0, 1.6, 2.0, 4.0 л/ч (компенсированные или некомпенсированные). Расстояние между эмиттерами в ленте/трубке: от 10 до 50 см. Толщина стенки капельной линии: от 0.15 мм (однолетние ленты) до 1.2 мм (толстостенные трубки для многолетнего использования). Степень фильтрации: требуется фильтрация до 100-130 мкм (мешочные, дисковые или сетчатые фильтры).

Наиболее распространён как основная система для современных садоводов (от владельцев малых участков до крупных интенсивных садовых хозяйств), овощеводов, виноградарей, проектировщиков ландшафтного дизайна.

Подходит для целей интенсивного садоводства на карликовых и среднерослых подвоях; Виноградниках, ягодниках (малина, смородина, клубника); Овощных культур закрытого и открытого грунта; Ландшафтного дизайна: точечного полива деревьев, кустарников, живых изгородей, цветников;

4. Внутрипочвенное (субпочвенное) орошение. Этот механизм является разновидностью капельного орошения, при котором вода подается непосредственно в корнеобитаемый слой почвы с помощью специальных увлажнителей, размещенных на определенной глубине.

Технические характеристики: глубина залегания увлажнителей: 20-50 см. Рабочее давление: 0.3-1.0 атм (низконапорная система). Материал труб: пористый керамический пластик, ПНД-трубы с интегрированными лабиринтными капельницами. Расход воды: аналогичен капельным системам (1-4 л/ч на точку увлажнения).



Рис. 7-8. Внутрипочвенная система орошения

Преимущества: практически полное отсутствие потерь воды на испарение и сток, сохранение структуры верхнего слоя почвы (отсутствие корки), сведение к минимуму роста сорняков, возможность проведения полевых работ и других агротехнических мероприятий во время полива.

Недостатки: наибольшие капитальные затраты среди всех систем, сложность монтажа и ремонта, высокий риск засорения перфорации корнями растений и почвенными частицами, необходимость точного знания гидрологических характеристик почвы и глубины залегания корневой системы.

Наиболее подходит для: крупных высокотехнологичных агропредприятий и научных учреждений, где приоритетом является максимальная экономия воды и сохранение структуры почвы.

Для каких целей: орошение многолетних насаждений (сады, виноградники) в засушливых регионах с дефицитом воды; Ландшафтный полив элитных объектов (футбольные поля, гольф-поля), где видимые элементы полива недопустимы.

Заключение и общие выводы

Выбор системы распределения воды в сельском хозяйстве является стратегическим решением, которое определяет общую эффективность проекта. Для садов и ландшафтного дизайна капельное орошение является ведущим и безусловным лидером в методах с точки зрения общих преимуществ, обеспечивая точность, экономию ресурсов и высокое качество урожая.

Технические параметры (рабочее давление, расход, уровень фильтрации) имеют решающее значение при проектировании системы и напрямую влияют на ее надежность и долговечность.

Целевая аудитория для различных систем четко сегментирована: Садоводы, овощеводы, ландшафтные дизайнеры – капельное орошение; Фермеры, управляющие газонными хозяйствами – дождевание; Крупные агрохолдинги с определенным набором культур – поверхностный полив; Высокотехнологичные и научные хозяйства – внутрипочвенное орошение.

Современные механизмы полива представляют собой не просто "поливалки", а сложные инструменты для управления производственным процессом. Их грамотный выбор и эксплуатация позволяют перейти от экстенсивного водопользования к ресурсосберегающему точному земледелию, что является императивом для устойчивого развития агросектора и ландшафтной отрасли.

Список источников

1. Григоров Михаил Стефанович, Григоров Сергей Михайлович Способы и технологии полива для фермерских хозяйств // Природообустройство. 2008. №2.
2. Патент №2143112, Рос. Федерация, МПК G01N 33/24 (1995.01), A01B 79/00 (1995.01) Способ определения толщины гумусного слоя почвенного покрова [Текст] / А.И. Канаев, Ю.В. Ларионов, Б.А. Иралиев, С.А. Иванайский, Ю.А. Савельев; заявитель и патенто-обла-датель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия. - № 98108109/13; за-явл. 29.04.1998; опубл. 20.12.1999. - 7 с.)
3. Иванайский С.А. Разработка комбинированных рабочих органов для поверх-ностной обработки почвы [Текст] / С.А. Иванайский, А.Н. Зотов, В.П. Берестов В сборнике: Иннова-ционные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международ-ной научно-практической конференции. 2018. С. 392-396.
4. Иванайский С.А., Канаев М.А., Иванайский М.С. Разработка комбинированного ак-тивного рабочего органа [Текст] / С.А. Иванайский, М.А. Канаев, М.С. Иванайский В сбор-нике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Меж-дународной научно-практической конференции. 2019. С. 386-389.
5. Ли А.Е., Иванайский С.А. Технические параметры оборудования для химиче-ского опрыскивания в целях борьбы с вредителями и болезнями в лесных питомниках [Текст] / А.Е. Ли, С.А. Иванайский В сборнике: Научные основы развития АПК. Сборник научных трудов по материалам XXVI Всероссийской (национальной) научно-практической конфе-ренции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Томск- Ново-си-бирск, 2024. С. 43-48.
6. Иванайский С.А., Парфенов О.М., Васильев С.А. Комбинированное орудие и техно-логический процесс поверхностной обработки почвы [Текст] / С.А. Иванайский, О.М. Пар-фенов, С.А. Васильев В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Кинель, 2025. С. 283-289.
7. Иванайский С.А., Парфенов О.М., Васильев С.А. Разработка конструкции ком-бини-рованного рабочего органа [Текст] / С.А. Иванайский, О.М. Парфенов, С.А. Васильев В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК. Сборник научных трудов Меж-дународной научно-практической конференции. Кинель, 2024. С. 271-276.
8. JUSTIFICATION OF OPTIMAL DESIGN AND TECHNOLOGICAL PARAME-TERS OF NEEDLE DISCS OF THE COMBINED WORKING BODY Petrov A.M., Ivanayskiy S.A., Kanaev M.A., Parfyonov O.M., Ivanayskiy M.S. В сборнике: BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innova-tion, Markets, Human Resources” (FIES 2019). EDP Sciences, 2020. С. 00016.

References

1. Grigorov Mikhail Stefanovich, Grigory Sergei Mikhailovich Methods and technologies of irrigation for farms // Nature management. 2008. №2. (in Russ.).
2. Patent No. 2143112, Russian Federation. Federation, IPC G01N 33/24 (1995.01), A01B 79/00 (1995.01) Method for Determining the Thickness of the Humus Layer of the Soil Cover [Text] / A.I. Kanaev, Yu.V. Larionov, B.A. Iraliev, S.A. Ivanaysky, Yu.A. Savelyev; applicant and patent hold-er: Samara State Agricultural Academy. - No. 98108109/13; application dated 04/29/1998; pub-lished 12/20/1999. - 7 p.)
3. Ivanaysky S.A. Development of combined working bodies for surface tillage [Text] / S.A. Iva-naisky, A.N. Zotov, V.P. Berestov In the collection: Innovative achievements of science and techno-logy of the agroindustrial complex. Collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference. 2018. Pp. 392-396.
4. Ivanaysky S.A., Kanaev M.A., Ivanaysky M.S. Development of a Combined Active Work-ing Body [Text] / S.A. Ivanaysky, M.A. Kanaev, M.S. Ivanaysky In the collection: Innovative Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. Collection of Scientific Papers of the International Scientific and Practical Conference. 2019. P. 386-389.
5. Li A.E., Ivanaysky S.A. Technical parameters of equipment for chemical spraying in order to control pests and diseases in forest nurseries [Text] / A.E. Li, S.A. Ivanaysky In the collection: Sci-

entific foundations of the development of the agro-industrial complex. Collection of scientific papers based on the materials of the XXVI All-Russian (national) scientific and practical conference of students, postgraduate students and young scientists with international participation. Tomsk-Novosibirsk, 2024. Pp. 43-48.

6. Ivanaysky S.A., Parfenov O.M., Vasilyev S.A. Combined Tool and Technological Process of Surface Tillage [Text] / S.A. Ivanaysky, O.M. Parfenov, S.A. Vasilyev In the collection: Innovative Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. Collection of Scientific Papers of the International Scientific and Practical Conference. Kinel, 2025. P. 283-289.

7. Ivanaysky S.A., Parfenov O.M., Vasilyev S.A. Development of the design of a combined work-ing body [Text] / S.A. Ivanaysky, O.M. Parfenov, S.A. Vasilyev In the collection: Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex. Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference. Kinel, 2024. P. 271-276.

8. JUSTIFICATION OF OPTIMAL DESIGN AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF NEEDLE DISCS OF THE COMBINED WORKING BODY Petrov A.M., Ivanayskiy S.A., Kanaev M.A., Parfyonov O.M., Ivanayskiy M.S. В сборнике: BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). EDP Sciences, 2020. С. 00016.

Информация об авторах:

С. А. Иванайский – кандидат технических наук, доцент;

А. И. Кириленко – студент.

Information about the authors:

S. A. Ivanaysky – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

A. I. Kirilenko1 – student.

Вклад авторов:

С. А. Иванайский – написание статьи;

А. И. Кириленко – написание статьи.

Contribution of the authors:

S. A. Ivanaysky – writing an article;

A. I. Kirilenko1 – writing an article.

Научная статья

УДК 631.43

ОБЗОР МАШИН ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ

Михаил Александрович Вержевикин¹, Наталия Викторовна Крючина²

^{1,2} Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

²natali24.86@mail.ru orcid.org/0000-0002-7151-2762

В статье представлен обзор современных машин и устройств для оценки качественных показателей почвы в контексте технологий точного земледелия. Рассматриваются сканеры почвы на основе электромагнитной индукции и пробоотборники, как ручные, так и автоматические. Определены принципы их работы, преимущества, ограничения и перспективы интеграции в сельскохозяйственное производство для оптимизации ресурсов и повышения устойчивости агропроизводства. Предложена оптимальная стратегия комбинированного применения этих технологий.

Ключевые слова: точное земледелие, сканеры почвы, пробоотборники, электромагнитная индукция, почвенная электропроводность, картирование полей, лабораторный анализ, автоматизация.

Для цитирования: Вержевикин М. А., Крючина Н. В. Обзор машин для определения качественных показателей почвы // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сб. науч. Тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2026. С. 196-199.

REVIEW OF MACHINES FOR DETERMINING SOIL QUALITY INDICATORS

Mikhail A. Verzhevikin¹, Natalia V. Kryuchina²

^{1,2} Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

²natali24.86@mail.ru orcid.org/0000-0002-7151-2762

The article presents a review of modern machines and devices for assessing soil quality indicators in the context of precision agriculture technologies. Soil scanners based on electromagnetic induction and samplers, both manual and automatic, are considered. Their operating principles, advantages, limitations, and prospects for integration into agricultural production for resource optimization and increasing the sustainability of agricultural production are determined. An optimal strategy for the combined use of these technologies is proposed.

Keywords: precision agriculture, soil scanners, samplers, electromagnetic induction, soil electrical conductivity, field mapping, laboratory analysis, automation.

For citation: Verzhevikin M. A., Kryuchina N. V. Review of machines for determining soil quality indicators // Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. – Kinel: IBC Samara State Agrarian University. – 2026. Pp. 196-199.

Внедрение технологий точного земледелия является ключевым фактором повышения эффективности и устойчивости сельскохозяйственного производства. Одним из фундаментальных аспектов точного земледелия является точная оценка качественных показателей почвы, таких как влажность, плотность, содержание органического вещества, солей, pH и питательных элементов. Традиционные методы анализа почвы, основанные на лабораторных исследованиях точечных проб, обладают рядом ограничений: они трудоемки, требуют значительного времени на получение результатов и не обеспечивают полной картины пространственной изменчивости почвенного покрова на больших площадях. В этой связи актуальным становится использование современных машин для оперативного и точного определения качественных показателей почвы, таких как сканеры и пробоотборники.

Актуальность темы обусловлена необходимостью быстрой и точной оценки почвы на обширных территориях для оптимизации использования ресурсов: удобрений, воды, семян и средств защиты растений. Современные технологии позволяют реализовывать операции, такие как картирование полей, дифференцированное внесение материалов и автоматизированное управление техникой, что приводит к снижению затрат и минимизации экологического воздействия. В обзоре рассматриваются две основные группы методов: дистанционные (сканеры) и контактные (пробоотборники), их взаимодополняемость и перспективы развития.

Классификация методов оценки почвы включает две основные технологические группы: дистанционные/косвенные методы с использованием сканеров для быстрого картирования пространственной изменчивости и контактные/прямые методы с применением пробоотборников для точечного отбора проб и последующего лабораторного анализа. Эти подходы не конкурируют, а дополняют друг друга, позволяя сочетать оперативность сканирования с точностью лабораторных данных.

Принцип работы сканеров почвы основан преимущественно на электромагнитной индукции (ЭМИ). Прибор генерирует первичное электромагнитное поле, которое индуцирует токи в почве, создавая вторичное поле. Измерение этого вторичного поля позволяет определить электропроводность почвы (ЭП), которая является интегральным показателем, зависящим от влажности, плотности, содержания глины, солей и органического вещества. Согласно исследованиям, ЭП коррелирует с ключевыми почвенными свойствами, что делает сканеры эффективным инструментом для выявления зон неоднородности. Дополнительно, некоторые сканеры интегрируют оптические сенсоры для оценки органического вещества и рН.

Преимущества сканеров почвы включают высокую скорость обследования (десятки гектаров в час), непрерывность данных для создания детализированных карт, неразрушающий характер измерений и прямую интеграцию с системами точного земледелия. Например, использование сканеров позволяет создавать цифровые карты для переменного внесения удобрений, что может снизить их расход на 10-20% без потери урожайности.

Однако сканеры имеют ограничения: косвенность измерений требует калибровки по лабораторным данным; низкая точность для агрохимических показателей (NPK); высокая стоимость оборудования; влияние внешних факторов, таких как растительность выше 30 см или экстремальная влажность. Для минимизации искажений рекомендуется проводить сканирование в оптимальных условиях.

Примеры современных сканеров почвы:

1. Geonics EM-38: Буксируемый сканер для измерения ЭП. Надежен, но требует отдельного прохода по полю.
2. Veris Technologies MSP3: Комбинированная система, измеряющая ЭП на двух глубинах, с оптическим сенсором для органики и опциональным пробоотборником для рН.
3. Topsoil Mapper (Geoprospectors): Навесной комплекс для 3D-картирования уплотнения, текстуры и влажности на глубине до 1 м в реальном времени.

Пробоотборники предназначены для физического отбора образцов для лабораторного анализа (рН, гумус, макро- и микроэлементы). Ручные пробоотборники (буры, пенетрометры) просты и дешевы, но трудоемки и субъективны. Автоматические системы, такие как модули на сканерах Veris или автономные зонды, позволяют отбирать пробы по GPS-сетке без остановки, интегрируясь с навигационными системами.

Преимущества пробоотборников: абсолютная точность лабораторного анализа как "золотого стандарта" и широкий спектр параметров. Недостатки: низкая скорость, точечность данных с необходимостью интерполяции и задержка результатов (дни или недели).

Таблица 1

Сравнительная таблица сканеров и пробоотборников

Критерий	Сканеры почвы	Пробоотборники
Скорость обследования	Очень высокая (десятки га в час)	Низкая (требует ручного труда)
Пространственное разрешение	Высокое (непрерывные данные)	Низкое (точечные данные с интерполяцией)
Точность (агрохимия)	Относительная, требует калибровки	Абсолютная, эталонная
Тип данных	Косвенные (ЭП, спектральные признаки)	Прямые (концентрации элементов)
Трудоемкость	Низкая (после настройки)	Высокая (отбор, логистика, анализ)
Стоимость	Высокая (оборудование/услуги)	Умеренная (для ручного отбора)
Основное назначение	Быстрое картирование полей, выявление проблемных зон	Количественный анализ для норм внесения

Оптимальная стратегия: комбинированный подход. Сначала сканирование всего поля для выявления зон неоднородности, затем целевой отбор проб в ключевых зонах для калибровки и уточнения. Это обеспечивает синергию: максимальную информацию при минимальных затратах. Перспективы включают интеграцию с ИИ, беспилотниками и IoT для реального времени мониторинга.

В заключение, сканеры почвы революционизируют оперативное картирование, а пробоотборники остаются эталоном точности. Их интеграция – ключ к эффективному точному земледелию, особенно в условиях импортозамещения в России.

Список источников

1. Журавлева Л.А. «Точное» земледелие. Сканеры почвы (датчики измерения влажности почвы) // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 10. – С. 100–106.
2. Васильев С.И., Васильев С.А. Теоретическое обоснование автоматизации картирования поля для совершенствования способа отбора проб почвы // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2019.
3. Брыжко И.В. Геоинформационное обеспечение точного земледелия на примере Тюменской области // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 4. – С. 45–52.
4. Романов Д.Б. Малоглубинные исследования грунта методом частотного электромагнитного зондирования с помощью сканера «Немфис» // Геофизика. – 2018. – № 5. – С. 43–47.
5. Васильев С.А. Интеллектуальная технология контроля качества обработки почвы в системе точного земледелия // Земледелие. – 2022. – № 3. – С. 28–33.
6. Сыркин В. А., Васильев С. И., Фатхутдинов М. Р. Разработка установки для обеззараживания почвы паром // Самара АгроВектор. 2024. Т. 4. № 2. С. 24-30. doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-24-30.

References

1. Zhuravleva L.A. "Precision" farming. Soil scanners (soil moisture sensors) // Agrarian scientific journal. - 2020. - No. 10. - P. 100-106.
2. Vasiliev, S. I., Mashkov, S. V., & Kryuchin, P. V. (2019). Theoretical justification for the automation of field mapping to improve the method of soil sampling. Bulletin of the Samara State Agricultural Academy, (1), 47-55.
3. Bryzhko I.V. Geoinformation support of precision agriculture on the example of the Tyumen region // Zemledelie i rastenievodstvo. – 2021. – No. 4. – Pp. 45–52.
4. Romanov, D. B. (2010). SHALLOW-DEPTH SOIL STUDIES BY FREQUENCY ELECTROMAGNETIC PROBING USING THE NEMFIS SCANNER. Engineering Surveys, (5), 68-71
5. Vasiliev, S. A. (2022). Intelligent technology for monitoring the quality of soil cultivation in the precision farming system. Agriculture, (3), 36-41.
6. Syrkin, V. A., Vasilev, S. I. & Fathutdinov, M. R. (2024). Development of a plant for soil disinfection with steam. Samara AgroVektor (Samara AgroVector), 4, 2, 24-30. (In Russ.). doi: 10.55170/2949-3536-2024-4-2-24-30.

Информация об авторах:

Н. В. Крючина – кандидат технических наук, доцент;

М. А. Вержевикин – студент.

Information about the authors:

N. V. Kryuchina – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

M. A. Verzhevikin – student.

Вклад авторов:

Н. В. Крючина – scientific management;

М. А. Вержевикин – написание статьи.

Contribution of the authors:

N. V. Kryuchina – scientific management;

M. A. Verzhevikin – writing articles.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ДОННИКА БЕЛОГО

Кирилл Владимирович Дрямов¹, Иван Витальевич Шостак²,
Ольга Александровна Артамонова³

^{1,2,3}Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

¹drymov-121@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

²ivan_shostak2005@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-8626-1808>

³art.olja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

Представлен анализ основных типов электроустановок для предпосевной обработки семян импульсным магнитным полем, рассмотрены их основные характеристики, эффективность, а также проведено обоснование выбора типа электроустановки для стимуляции биологических процессов с целью повышения посевных качеств семян донника белого.

Ключевые слова: донник белый, предпосевная обработка, электроустановка, импульсное магнитное поле, стимуляция биологических процессов.

Для цитирования: Дрямов К. В., Шостак И. В., Артамонова О. А. Анализ электроустановок для предпосевной обработки семян донника белого // Технологии, машины и оборудование в сельском хозяйстве: сборник научных трудов. – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ. – 2026. С. 200-206.

ANALYSIS OF ELECTRICAL INSTALLATIONS FOR PRE-SOWING SEED TREATMENT OF WHITE CLOVER

Kirill V. Dryamov¹, Ivan V. Shostak², Olga A. Artamonova³

^{1,2,3}Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

¹drymov-121@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9563-8602>

²ivan_shostak2005@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-8626-1808>

³art.olja@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2373-3376>

The article presents an analysis of the main types of electrical installations for pre-sowing seed treatment with a pulsed magnetic field, examines their main characteristics and efficiency, and provides a rationale for choosing the type of electrical installation for stimulating biological processes in order to improve the sowing qualities of white sweet clover seeds.

Key words: Key words: white sweet clover, pre-sowing treatment, electrical installation, pulsed magnetic field, stimulation of biological processes.

For citation: Dryamov K. V., Shostak I. V., Artamonova O. A. Analysis of existing electrical installations for pre-sowing seed treatment and the relevance of their application for treating white sweet clover seeds // Technologies, machinery and equipment in agriculture: collection of scientific papers. – Kinel: IBC Samara State Agrarian University. – 2026. Pp. 200-206.

Физические методы предпосевной обработки семян различных сельскохозяйственных культур в последние годы получили большое распространение в сельском хозяйстве Российской Федерации. Особенно широко используется электромагнитное поле для предпосевной обработки семян с целью улучшения их посевных и урожайных качеств. Связано это с возможностью довольно быстро и просто осуществлять регулирование и контроль над режимами

обработки, проводить автоматизацию процесса воздействия. При этом воздействие электромагнитным полем оказывает положительное влияние на большинство семян растений, в том числе и обладающие рядом особенностей, которые усложняют их культивирование и влияют на их качество и урожайность. К таковым можно отнести донник белый, который имеет твёрдую оболочку семян и требователен к наличию достаточного количества влаги. Эти особенности донника белого является причиной низкой всхожести и связанным с этим значительными колебаниями урожайности. Поэтому предпосевная обработка семян указанного растения является крайне важным этапом его севооборота [1].

Ключевую роль для использования электромагнитного поля играют специальные электроустановки для предпосевной обработки посевного материала. Значения параметров электромагнитных полей зачастую различны, поэтому и эффект, оказываемый ими на семена так же различен. Эффект влияния на материал обусловлен силовыми и энергетическими характеристика полей (частота, характер изменения и время воздействия). Вариативность обработки достигается использованием различного типа установок. Ввиду большого количества вариантов компоновок можно разделить электроустановки на несколько основных типов [2].

Тип 1 (рис.1) – установка, состоит из вертикального индуктора 1, изготовленного из двух изолированных электродных параллельных пластин 3. Нижняя часть индуктора имеет задвижку 2 для регулирования количества просыпаемых семян. Над индуктором 1 устанавливается конусный бункер 3 для подачи семян в индуктор 1. Индуктор подключается к высоковольтному трансформатору 4. Установка имеет статический преобразователь 5, обеспечивающий изменение частоты и напряжения [3].

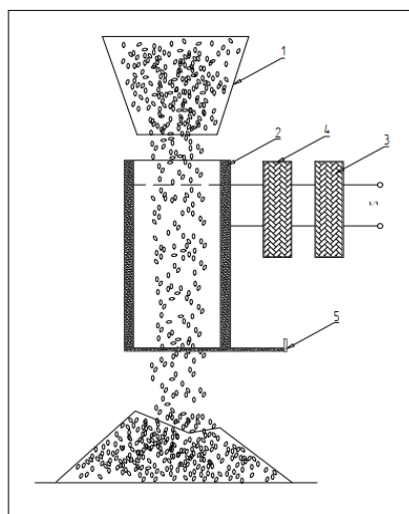


Рис. 1. Установка для предпосевной обработки семян в электрическом поле:
1 - конусный бункер; 2 - вертикальный индуктор; 3 - регулируемый статический преобразователь частоты;
4 – высоковольтный трансформатор; 5 – заслонка;

К основным недостатками такого можно отнести:

1. Невозможность регулировки расстояния между электродами.
2. Размещение высоковольтного электрода снаружи которое отрицательно влияет на безопасность работ.

3. Неравномерность толщины слоя семян (нет стабильности напряженности электрического поля в слое семян, так как движение семян идет хаотическим просыпанием).

4. Нижнее расположение заслонки, создающее зоны замедления движения и застоя семян, вследствие чего происходит изменение толщины слоя, что приводит к передозировке воздействия электрического поля.

5. Большой зазор между слоем семян и электродом, созданный толщиной ленты и воздушным промежутком, требующий избыточно большого напряжения источника питания, а, следовательно, и более сложного и дорогого источника питания.

Тип 2 (рис.2) - Такая установка состоит из камеры обработки выполненной в виде наклонной диамагнитной трубы, находящейся внутри электромагнитного индуктора, где угол наклона трубы определяет время нахождения семян в зоне обработки [4].

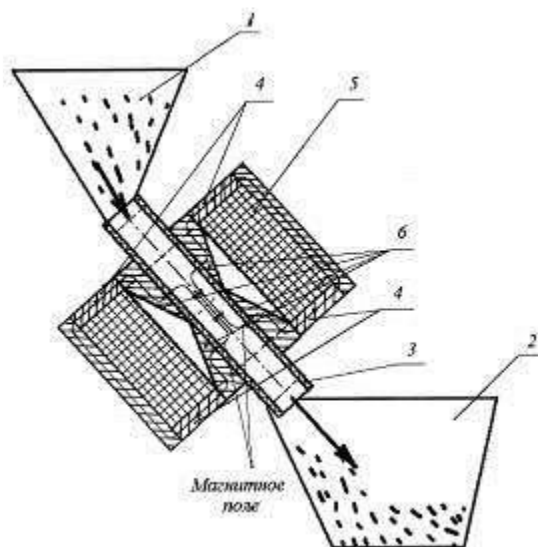


Рис. 2 Установка для предпосевной обработки семян в магнитном поле:
 1 – загрузочный бункер; 2 – приёмный бункер обработанного материала; 3 – диамагнитная труба;
 4 – цилиндрический корпус из ферромагнитного материала;
 5 – магнитопровод, охватывающий намагничивающуюся катушку;
 6 – центрирующая втулка из немагнитного материала.

Недостатками такого устройства являются:

1. Неравномерная скорость перемещения семян, и, как следствие нестабильность продолжительности обработки семян.
2. Неравномерность воздействия магнитной индукции в рабочей камере в зависимости от радиуса сечения.

Тип 3 (рис.3) – данные установки для предпосевной обработки семян состоят из регулируемого статического преобразователя частоты, который подключён на вход высоковольтного трансформатора, а также вторичной обмотки которого подключена к вертикальным электродам индуктора.

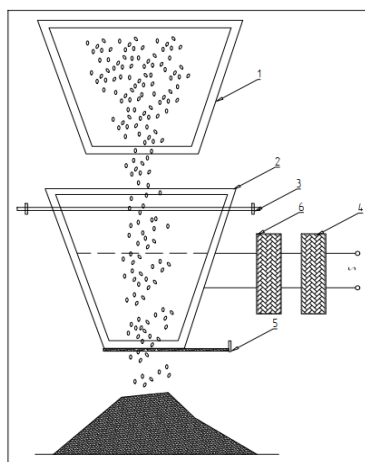


Рис. 3 – Устройство для обработки семян:
 1 – бункер; 2 – индуктор; 3 – шток из диэлектрического материала;
 4 – регулируемый статический преобразователь частоты; 5 – задвижка;
 6 – высоковольтный трансформатор.

Индуктор в верхней части снабжен штоком из диэлектрического материала, служащего для изменения расстояния (или угла наклона) между электродами. Над индуктором размещён

бункер с семенами. Такая конструкция исполнение индуктора дает возможность изменять расстояние между электродами на их длине. Напряженность электрического поля варьируется от минимальной в верхней части до максимальной в нижней части [5].

Недостатками устройства являются:

1. Неравномерная регулировка расстояния между электродами.
2. Размещение высоковольтного электрода снаружи которое отрицательно влияет на безопасность работ.
3. Неравномерность толщины слоя семян.
4. Отсутствие механизма регулирования потока семян.
5. Большое расстояние между слоем семян и электродом, созданное толщиной ленты и воздушным промежутком.

Тип 4 (рис. 4). Данная установка содержит загрузочный бункер, потенциальный и заземленный плоский электроды, между которыми расположен верхний слой прорезиненной ленты транспортера со сплошными диэлектрическими бортами высотой 6,5 см и слоем семян высотой примерно 5 см на ленте [6].

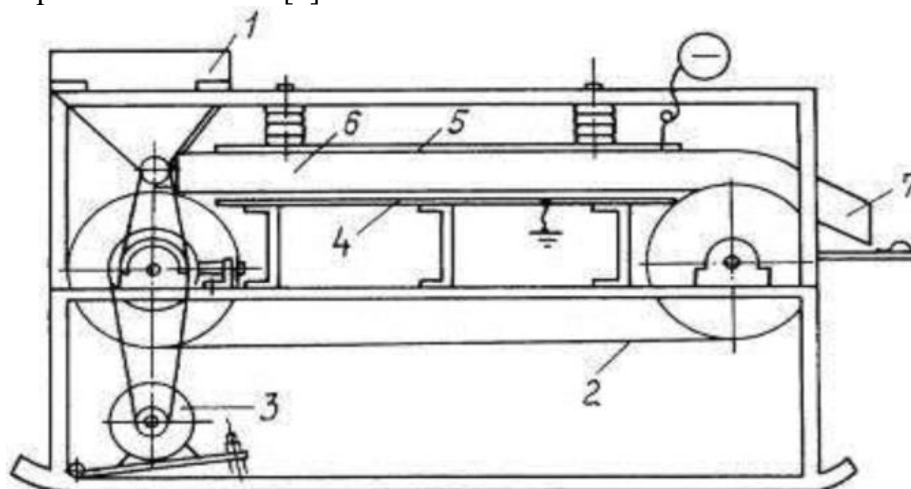


Рис.4. Машина для предпосевной обработки семян в электрическом поле:
 1 – загрузочный бункер; 2 – ленточный транспортер; 3 – привод; 4 - заземленный электрод;
 5 – потенциальный электрод; 6 – диэлектрический борт из изоляционного материала;
 7 – выпускной лоток

Недостатками такой установки являются:

1. Отсутствие возможности изменения толщины слоя семян.
2. Невозможность обеспечения стабильной толщины слоя семян, и, следовательно, стабильной напряженности поля из-за перемещения ленты.
3. Внешнее расположение высоковольтного электрода, ухудшающее безопасность работ.

Тип 5 (рис.5). Устройство состоит из выпрямителя, преобразующий напряжение промышленной сети переменного тока 220 В, 50 Гц, конвертера, генератора импульсов, повышающего трансформатора, а также рабочей камеры с размещёнными внутри неё электродами. Регулировка режимов работы происходит путём использования включённых в состав установки регуляторов и переключателей, которые могут изменять напряжённость электрического поля, частоту и время обработки.

Режим обработки семян для каждой сельскохозяйственной культуры, сорта, а также в зависимости от цели обработки (стимулирование или обеззараживание) подбирается индивидуально.

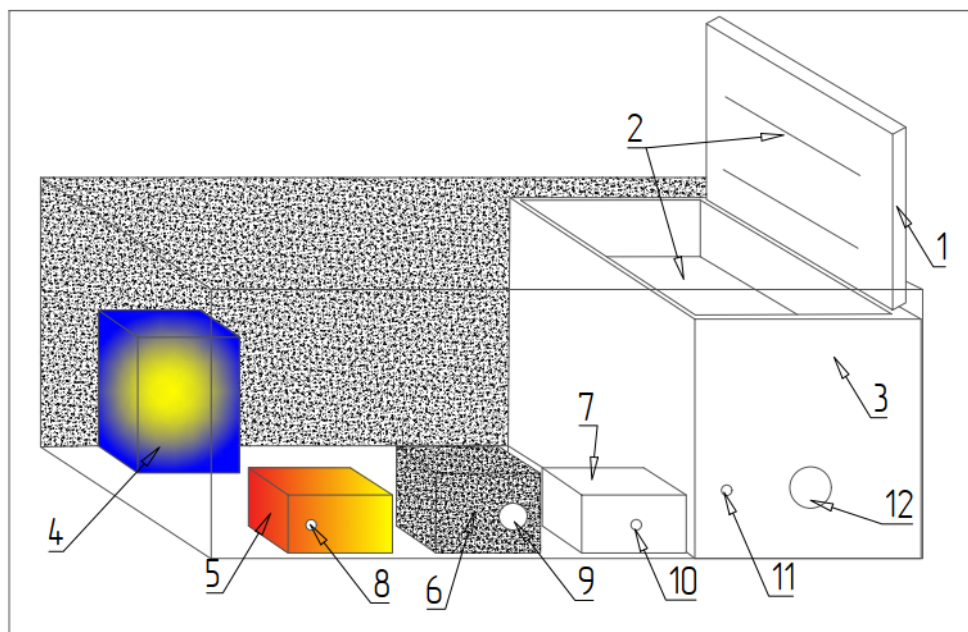


Рис.5 Конструктивно технологическая схема установки для предпосевной обработки семян:
 1 - крышка рабочей камеры; 2 – электроды; 3 – рабочая камера; 4 – повышающий трансформатор;
 5 – генератор импульсов; 6 – конвертер; 7 – временной таймер; 8 – переключатель «Частота»;
 9 – переключатель «Режим питания»; 10 – переключатель «Время обработки»;
 11 – светодиодный индикатор «Высокое»; 12 – переключатель «Напряжённость»

Установки описанного типа 5 обладают повышенной механической и электрической прочностью, электробезопасностью, а также небольшим весом и габаритами, что позволяет использовать их как в лабораторных, так и полевых условиях. В отличие от установок с просыпным способом перемещения такой тип установки обеспечивает надёжное регулирование времени нахождения материала в импульсном электрическом поле [7].

Анализ научных публикаций позволяет сделать вывод, что для семян донника белого имеющего твёрдую оболочку принципиальное значение при выборе электроустановки будет являться тот факт, что электроустановки типа 5, имея плоские, расположенные параллельно электроды (на крышке рабочей камеры и в самой камере) обеспечивает формирование пространства где устанавливается однородное импульсное поле определённой частоты и напряжённости, которое обеспечивает стабильное импульсное воздействие на семенной материал и увеличивает эффективность воздействия. Фактор качественной предпосевной обработки имеет решающее влияние на всхожесть семян, особенно у многолетних бобовых которые характеризуются низкой полевой всхожестью. Разработка и выбор экономичной и эффективной установки, имеющей оптимальные размеры и массу в настоящий момент актуально.

Список источников

1. В.С. Корко, Е.А. Городецкая, Электрофизические методы стимуляции растительных объектов // Минск, 2013, 74-114 с.
2. Г.П. Стародубцева, Е.И. Рубцова, Е.И. Лапина, И.А. Боголюбова Разработка способа предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур импульсным электрическим полем (ИЭП) и экономическое обоснование его использования / Политематический сетевой электронный научный журнал Куб ГАУ. – 2012, № 75 (01), 1037-1051 с.
3. Патент 2137333 Российская Федерация, МПК А01С1/00 Установка для предпосевной обработки семян / Н.Н. Курзин, И.А. Потапенко, Н.И. Богатырев, В.К. Андрейчук, В.Ф. Кремянский.; заявитель и патентообладатель КГАУ. – № 98102421/13 заявл. 10.02.1998; опубл. 20.09.1999.

4. Шибряева Л.С., Чаплыгин М.Е., Жалнин Э.В., Блинов Н.Д., Аксенов А.Г. Влияние электромагнитных полей на продуктивность семян // Химия высоких энергий. – 2024, Т. 58., №1, 2-18 с.
5. Патент 2197802 Российская Федерация, МПК А01С1/00 Устройство для обработки семян / Н.И. Бардак, И.А. Потапенко, Г.В. Сергиенко, Г.С. Чуб; заявитель и патентообладатель КГАУ. - № 2000117020/13 заявл. 27.06.2000; опубл. 10.02.2003.
6. Патент 2181234 Российская Федерация, МПК А01С1/00 Машина для предпосевной обработки семян в электрическом поле / В.В. Шмигель, А.М.Ниязов; заявитель и патентообладатель Костромская государственная сельскохозяйственная академия. - № 99118792/13 заявл. 30.08.1999; опубл. 20.04.2002.
7. Патент 2412574 Российская Федерация, МПК А 01 С1/00 Способ и устройство предпосевной стимулирующей и обеззараживающей обработки семян / В. Г. Спилов патентообладатель ООО “НПП ИНТЕХ” (RU). – 2009117944/10; заявл. 14.05.2009; опубл.20.11.2010. Бюл. № 6.
8. Патент № 2699720 С1 Российская Федерация, МПК А01G 7/04. Устройство магнитной стимуляции растений : № 2018132780 : заявл. 14.09.2018 : опубл. 09.09.2019 / В. А. Сыркин, С. И. Васильев, П. В. Крючин [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Самарский государственный аграрный университет".
9. Рамазанов, Р. А. Воздействие магнитного поля на биологические объекты / Р. А. Рамазанов, Д. Х. Сабиров, В. А. Сыркин // Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве : Сборник научных трудов по материалам II Всероссийской научно-практической конференции. Самара: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 137-141.

References

1. V.S. Koroko, E.A. Gorodetskaya, Electrophysical methods of stimulation of plant objects // Minsk, 2013, 74-114 p.
2. G.P. Starodubtseva, E.I. Rubtsova, E.I. Lapina, I.A. Bogolyubova Development of a method for pre-sowing treatment of agricultural crop seeds with a pulsed electric field (PEF) and economic justification for its use / Polythematic online electronic scientific journal Kub SAU. - 2012, No. 75 (01), 1037-1051 p.
3. Patent 2137333 Russian Federation, IPC A01C1/00 Installation for pre-sowing treatment of seeds / N.N. Kurzin, I.A. Potapenko, N.I. Bogatyrev, V.K. Andreychuk, V.F. Kremyansky; applicant and patent holder KSAU. – No. 98102421/13 declared 10.02.1998; published 20.09.1999.
4. Shibryaeva L.S., Chaplygin M.E., Zhalnin E.V., Blinov N.D., Aksenov A.G. Influence of electromagnetic fields on seed productivity // High Energy Chemistry. 2024, Vol. 58., No.1, 2-18 p.
5. Patent 2197802 Russian Federation, IPC A01C1/00 Device for seed treatment / N.I. Bardak, I.A. Potapenko, G.V. Sergienko, G.S. Chub; applicant and patent holder KGAU. - No. 2000117020/13 declared 27.06.2000; published 10.02.2003.
6. Patent 2181234 Russian Federation, IPC A01C1/00 Machine for pre-sowing treatment of seeds in an electric field / V.V. Shmigel, A.M. Niyazov; applicant and patent holder Kostroma State Agricultural Academy. - No. 99118792/13 filed 30.08.1999; published 20.04.2002.
7. Patent 2412574 Russian Federation, IPC A 01 C1/00 Method and device for pre-sowing stimulating and disinfecting treatment of seeds / V. G. Spirov patent holder: NPP INTECH LLC (RU). – 2009117944/10; declared 14.05.2009; published 20.11.2010. Bulletin No. 6.
8. Patent No. 2699720 C1, Russian Federation, IPC A01G 7/04. Device for Magnetic Stimulation of Plants : No. 2018132780 : filed on 14.09.2018 : published on 09.09.2019 / V. A. Syркин, S. I. Vasilyev, P. V. Kryuchin [et al.] ; applicant: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Samara State Agrarian University".

9. Ramazanov, R. A. The Effect of a Magnetic Field on Biological Objects / R. A. Ramazanov, D. Kh. Sabirov, and V. A. Syrkin // Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agriculture: Collection of Scientific Papers Based on the Materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference. Samara: Samara State Agricultural Academy, 2017. – Pp. 137-141.

Информация об авторах:

О. А. Артамонова – кандидат технических наук, доцент;

К. В. Дрямов – студент;

И. В. Шостак – студент.

Information about the authors:

O. A. Artamonova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

K. V. Dryamov – student;

I. V. Shostak – student.

Вклад авторов:

О. А. Артамонова – научное руководство;

К. В. Дрямов – написание статьи;

И. В. Шостак – написание статьи.

Contribution of the authors:

O. A. Artamonova – scientific management;

K. V. Dryamov – writing an article;

I. V. Shostak – writing the article.

СОДЕРЖАНИЕ

Янзина Е. В., Шашкова В.В., Мамай Е. И. Гомогенизация молока и используемое оборудование	3
Денисов И. С., Грецов А. С. Обзор электропастухов: особенности и возможность применения в животноводстве	8
Андреев А. А., Додаев Н. А, Сыркин В. А. Перспективы использования диоксида углерода сельскохозяйственных животных при выращивании растений в закрытом грунте	13
Голубев Е. В. Современные культивирующие орудия для поверхностной обработки почвы	18
Терёхин М. А., Поливяный Ю. В., Яшин А. В. Разработка компоновки посевного комплекса с лаповыми сошниками	24
Терёхин М. А., Хорев П. Н. Модернизация анкерного сошника зерновой сеялки для обеспечения возможности работы по стерневому фону	30
Минина А. С., Иванайский С. А. Обзор механических сеялок для рядового посева	36
Никонов М. В., Иванайский С. А. Высевающие приспособления для посева промежуточных культур	41
Терёхин М. А., Яшин А. В. Разработка конструкции заделывающих колес для пропашной сеялки Gaspardo MTR 8	46
Прошкин В. Е., Салмин М. А. Анализ вибрационных катков для обработки почвы и дорожных катков	52
Аюшкина А. С., Иванайский С. А. Классификация, конструктивные особенности и агротехнические основы применения посевных посадочных машин в современном садоводстве	58
Прошкин В. Е., Германюк А. В. Послепосевное прикатывание почвы как способ увеличения урожайности возделываемых культур	63
Дик И. И., Канаев М. А. Классификация пропашных сеялок	68
Дик И. И., Крючина Н. В., Мишанин А. Л. Многофункциональные посевные машины	72
Канаев М. А., Коркина А. В. Искусственный интеллект в сельскохозяйственном производстве	76
Денисов И. С., Грецов А. С. Анализ использования БПЛА в сельском хозяйстве ...	81
Денисова В. С., Парфенов О. М. Автоматизация полива в закрытом грунте	87
Дорофеев А. С., Денисов С. В. Обзор конструкций штанг опрыскивателей	92
Канаев М. А., Болисова А. А. Беспилотные технологии в сельском хозяйстве: от мониторинга до внесения удобрений и средств защиты растений	98
Канаев М. А., Пирожкова Д. А. Современные метеостанции	102
Толстошеев Н. В. Разработка лабораторной установки для определения качественных показателей рассеивания гранулированных минеральных удобрений	105
Прошкин В. Е., Богатский Р. В. Влияние механической обработки на эрозию почв и водный баланс	108
Фирсов А. С., Клюева К. Ю. Перспективы развития сошниковых групп для посева мелкосеменных культур	112
Михляев А. К., Фирсов А. С. Применение цифровых двойников при проведении исследований рабочих органов сельскохозяйственных машин	119
Соколов С. А., Фирсов А. С. Теоретическая предпосылка математического моделирования робота-укладчика портального типа для укладки сельскохозяйственных продуктов на поддоны	124
Казакова Д. В., Андреев А. А., Сыркин В. А. Обоснование схемы установки для посева и магнитной стимуляции семян микрорзелени	130

Андреев А. А., Киреев А. А., Сыркин В. А. Обоснование параметров конвейера установки для посева и магнитной стимуляции семян микрорзелени	135
Шеин А. Д., Крючина Н. В. Глобальные навигационные системы	140
Бакланова Е. Н., Гужин И. Н. Технологические приемы повышения урожайности сельскохозяйственных культур	143
Башмакова И. С., Гужин И. Н. Техника, применяемая для внесения современных минеральных удобрений	149
Горбунова В. В., Гужин И. Н. Анализ техники, применяемой для подкормки сельскохозяйственных культур	155
Тюленева А. Н., Гужин И. Н. Перспективы использования малой авиации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур	159
Зорина Л. Е., Гужин И. Н. Изменение характеристик моторного масла при работе в двигателях тракторов и автомобилей	164
Тимергалеева А. С., Иванайский С. А. Роботизация и автоматизация газонокосилок	169
Рыжов Ю. Н., Колесников Д. А. Основные виды турбокомпрессоров для двигателей внутреннего сгорания	173
Рыжов Ю. Н., Терехов П. С. Основные способы утилизации химических отходов ..	177
Денисова В. С., Киров Ю. А. Кавитация в центробежных насосах	182
Дорофеев А. С., Денисов С. В. Расчет расхода рабочего раствора по длине штанги опрыскивателя	186
Кириленко А. И., Иванайский С. А. Способы и устройства гидropередачи на орошаемые участки	190
Вержевикин М. А., Крючина Н. В. Обзор машин для определения качественных показателей почвы	196
Дрямов К. В., Шостак И. В., Артамонова О. А. Анализ электроустановок для предпосевной обработки семян донника белого	200

Научное издание

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Сборник научных трудов

10 декабря 2025 года

Подписано в печать 01.04.2026. Формат 60×84/8

Усл. печ. л. 24,3; печ. л. 26,13.

Тираж 500. Заказ № 70.

Издательско-библиотечный центр Самарского ГАУ
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

Тел.: 8 939 754 04 86 доб. 608

E-mail: ssaariz@mail.ru