

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»



## *Материалы*



*Всероссийская научно-практическая конференция,  
посвященная 70-летию со дня рождения  
доктора технических наук, профессора,  
почетного работника высшего профессионального  
образования РФ, почетного работника АПК РФ  
Успенского Ивана Алексеевича  
«Перспективы развития технической эксплуатации  
мобильной техники»*

**24 июля 2025 года**

Рязань, 2025

УДК: 629(082)  
ББК: 39я43  
П - 278

**Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники:**  
**Материалы** Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, почетного работника высшего профессионального образования РФ, почетного работника АПК РФ Успенского Ивана Алексеевича, 2025. - 109 с.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

### **Председатель:**

**Борычев С.Н.** – д.т.н., профессор, первый проректор, заведующий кафедрой строительство инженерных сооружений и механика ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ.

### **Члены оргкомитета:**

**Успенский И.А.** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Рембалович Г.К.** – д.т.н., профессор, проректор по научной работе ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Чаткин М.Н.** – д.т.н., профессор, профессор кафедры мобильных энергетических средств и сельскохозяйственных машин имени профессора А.И. Лещанкина ФГБОУ ВО «НИ МГУ им. Н.П. Огарева», РФ;

**Пономарев А.Г.** – к.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории «Машинные технологии возделывания и уборки картофеля и корнеплодов» ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», РФ;

**Сибирёв А.В.** – д.т.н., член-корреспондент РАН, заместитель директора по научно-организационной работе ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», РФ;

**Аникин Н.В.** – к.т.н., доцент, декан автодорожного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Бачурин А.Н.** – к.т.н., доцент, декан инженерного факультета ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Гаджиев П.И.** – д.т.н., профессор, декан факультета электроэнергетики и технического сервиса ФГБОУ ВО Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского», РФ;

**Юхин И.А.** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой Автотракторной техники и теплоэнергетики ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Терентьев В.В.** – к.т.н., доцент, начальник Управления науки ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Колотов А.С.** – к.т.н., доцент кафедры Технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Ушанев А.И.** – к.т.н., доцент кафедры Технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Колошеин Д.В.** – к.т.н., ответственный за научно-исследовательскую работу студентов на автодорожном факультете, старший преподаватель кафедры Строительство инженерных сооружений и механика, ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ;

**Князькова О.И.** – аналитик информационно-аналитического отдела ФГБОУ ВО РГАТУ, РФ

В сборник вошли материалы докладов, представленных на Всероссийскую научно-практическую конференцию «Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники».

Рецензируемое научное издание.

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева»

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### **Пути совершенствования конструкций сельскохозяйственной и транспортной техники**

<i>Добрецов Р.Ю., Забродкин Е.О., Войнаш С.А., Гарькин И.Н.</i> Эксплуатационные особенности двигателя с треугольными гусеничными модулями.....	4
<i>Исмаев Р.Р., Рембалович Г.К., Юмаев Д.М.</i> Анализ рабочих органов почвообрабатывающих машин для культивации.....	9
<i>Сидоров А.А., Гаврилин М.А., Колотов А.С.</i> О повышении производительной составляющей аграрной техники.....	16

### **Актуальные вопросы инженерно-технического обеспечения предприятий АПК**

<i>Зайцев В.С., Кунцевич А.А., Лузгин Н.Е., Соколов А.А., Утолин В.В.</i> Значение метеорологии в агротехнологиях.....	23
<i>Зайцев В.С., Кунцевич А.А., Лузгин Н.Е., Соколов А.А., Утолин В.В.</i> Применение гербицидов при химическом способе борьбы с борщевиком сосновского.....	28
<i>Константинов С.К., Кунцевич А.А., Лузгин Н.Е., Соколов А.А.</i> Методы обеззараживания разных фракций навоза для получения органических удобрений....	33
<i>Сябро М.М., Суханов М.К., Лимаренко Н.В.</i> Анализ средств определения концентраций газов в условиях промышленного животноводства .....	38

### **Техническая эксплуатация транспорта и сельскохозяйственной техники**

<i>Гладышев М.А., Колотов А.С., Филюшин О.В.</i> Оборудование мастерской для легковых автомобилей .....	43
<i>Колотов А.С., Припоров Я.О., Глотов А.Д.</i> Методы очистки деталей автомобилей при ремонте: оборудование и средства для очистки .....	49
<i>Рязанцев А.И., Евсеев Е.Ю., Смирнов А.И., Малько И.В.</i> Особенности эксплуатации машинно-тракторных агрегатов на орошаемых круговыми дождевальными машинами торфяных почвах .....	54
<i>Сидоров А.А., Гаврилин М.А., Гладышев М.А., Колотов А.С.</i> К вопросу оптимальной эксплуатации транспорта .....	59
<i>Ушанев А.И., Сидоров А.А., Шаров Н.И.</i> Коррозия и способы борьбы с ней .....	65
<i>Филюшин О.В., Шильцов Т.С.</i> Кузовные сварочные работы: особенности, методы и спецификация оборудования .....	72

### **Современные направления развития транспорта и дорожной инфраструктуры**

<i>Сидоров А.А., Гаврилин М.А., Колотов А.С.</i> Особенности транспортировочных процессов в АПК .....	77
---	----

### **Строительство инженерных сооружений и гидромелиоративных систем**

<i>Силантьев Е.А.</i> Анализ современных композитных материалов в строительстве .....	83
<i>Силантьев Е.А.</i> Применение современных материалов в производстве композитной арматуры .....	87
<i>Силантьев Е.А.</i> Фиксация арматуры в железобетонных конструкциях.....	91
<i>Судаков А.Н.</i> Применение разнопрофильной металлической арматуры .....	95
<i>Судаков А.Н.</i> Армирование ригелей в современном строительстве .....	99
<i>Судаков А.Н.</i> Многоканальное армирование в современном строительстве .....	104

**УДК 629.3.023.1:007.52**

*Добрецов Р.Ю., д-р техн. наук,  
Забродкин Е.О., магистр техн. и технол.  
ФГАОУ ВО СПбПУ, г. Санкт-Петербург, РФ  
Войнаш С.А., старший преподаватель  
РУДН, г. Москва, РФ  
Гарькин И.Н., канд. техн. наук, зав. кафедрой  
РУДН, г. Москва, РФ*

### **ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДВИЖИТЕЛЯ С ТРЕУГОЛЬНЫМИ ГУСЕНИЧНЫМИ МОДУЛЯМИ**

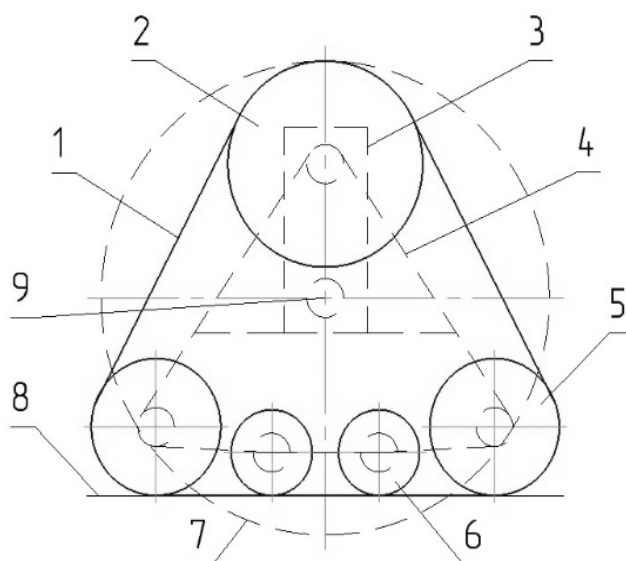
Треугольный гусеничный модуль (ТГМ) – узел, устанавливаемый на место традиционного пневматического колеса в первую очередь с целью снижения давления на грунт и улучшение тягово-сцепных свойств машины. ТГМ в настоящее время нашли широкое применение на сельскохозяйственной технике (тракторы, комбайны и др. самоходные машины). ТГМ производятся и поставляются, в том числе, и как сборочные единицы: на рис. 1 показан внешний вид серийного изделия [1]. Устройство ТГМ пояснено на рис. 2.



Рисунок 1 – Треугольный гусеничный модуль (ТГМ) [1]

В современных ТГМ применяется резиноармированная гусеница (РАГ). Это позволяет снизить массу модуля. Вопрос о тягово-сцепных свойствах и долговечности РАГ в сравнении с традиционными гусеницами с открытым металлическим шарниром, судя по опубликованным результатам исследований различных российских и зарубежных авторов, можно считать решенным. При правильном проектировании и корректной эксплуатации эти конструктивные решения конкурентоспособны [2-4]. Затруднение в том, что РАГ – высокотехнологичное изделие, его применение увеличивает стоимость ТГМ, а

локализация производства требует значительных капиталовложений. РАГ требует большего предварительного натяжения, что увеличивает нагрузки на детали гусеничного обвода и ведет к росту массы ТГМ, а также малоприспособна для ремонта в полевых условиях.



1 – резиноармированная гусеница; 2 – ведущее колесо; 3 – встроенный понижающий редуктор; 4 – рама; 5 – направляющее колесо с натяжителем; 6 – опорный каток; 7 – радиус колеса трактора; 8 – уровень грунта; 9 – ось колеса (моста)

Рисунок 2 – Схема ТГМ

Конечный потребитель в России в настоящее время не готов сделать выбор в пользу приобретения трактора с ТГМ как альтернативе машине с полноприводным колесным двигателем. Российские производители нуждаются в решении ряда вопросов, связанных с целесообразностью серийного выпуска шасси с ТГМ [5,6]. В других странах тракторы и комбайны с ТГМ нашли широкое применение, а ТГМ выпускаются серийно [1,7-9].



Рисунок 3 – «Четырехгусеничная» модификация трактора К-744 [5]

С точки зрения потребителя, необходимо проанализировать следующие вопросы: влияние использования ТГМ на плодородие почв; тягово-сцепные возможности; экономичность; ремонтпригодность; ресурс.

ТГМ позволяет существенно увеличить площадь контактной поверхности даже по сравнению с шиной низкого давления. Конструкция позволяет избежать локальных перепадов давления. Это приводит к снижению уплотнения почвы и уменьшению деградиационных процессов в ней при проходах техники [7-10]. Таким образом, чем выше стоимость продукции, тем более выгодной оказывается перспектива внедрения ТГМ.

Тягово-сцепные свойства ТГМ выше, чем у шин. Увеличение тяги на 10-15% позволяет использовать сельхозорудия с большей шириной захвата и увеличить производительность труда. Согласно результатам различных исследователей, этот эффект заметнее проявляется на влажных, мягких грунтах, затопленных полях (что характерно, например, для рисоводства). На сухих, твердых грунтах, а также дорогах применение шин предпочтительнее [7-10]. Проведение предварительных расчетов позволяет оценить влияние условий эксплуатации на КПД трактора и выбрать эффективные режимы работы.

Вопрос экономичности также оказывается дискуссионным: ТГМ может быть на 15-20% экономичнее на затопленном поле, но обычно проигрывает шинам на твердых грунтах и дорогах [7-10].

С точки зрения ремонтпригодности подход в случае использования ТГМ и шин одинаков: в полевых условиях затруднительно обеспечить даже замену, но в гаражных условиях замена ТГМ потребует больше времени. Ремонт ТГМ в гаражных условиях в принципе возможен, но затруднителен – целесообразнее организовать систему сервисного обслуживания таким образом, чтобы ТГМ передавался для ремонта в специальные мастерские или на завод. Трудоемкость технического обслуживания у ТГМ выше, в связи с более сложным устройством.

При правильной эксплуатации и качественном изготовлении ТГМ будет иметь более высокий ресурс по сравнению с пневматическими шинами. РАГ имеет достаточно высокую долговечность, устойчива к единичным воздействиям со стороны грунта, износ РАГ ниже, чем шины не только из-за особенностей конструкции и применяемых материалов, но и вследствие меньших напряжений в зоне контакта с грунтом, меньшего буксования, меньшей удельной энергии на площади контакта.

Таким образом, целесообразность использования ТГМ существенно зависит от ожидаемых условий эксплуатации машины. Следует ожидать, что самостоятельно провести анализ условий эксплуатации потребитель не сможет – продавец должен обеспечить надлежащие консультации.

Разъяснительная работа с потенциальным покупателем, по-видимому, должна начинаться с рекламной кампании, построенной на сравнительном анализе работы ТГМ и пневматических шин в разных условиях эксплуатации, надлежащем обосновании выводов, статистике.

Себестоимость изготовления трактора с ТГМ будет выше, чем серийного варианта с пневматическими шинами. Следовательно, производитель должен стремиться к максимальной унификации конструкции, желательно даже избежать установки специальных ведущих мостов, обеспечив монтаж ТГМ на место ведущего колеса с пневматической шиной, а коррекцию крутящего момента и угловой скорости – за счет редуктора на ТГМ, либо передаточных отношений в коробке передач или установки ходоуменьшителя.

Ценовая политика производителя, продавца, а также поддержка государства, должны быть выстроены таким образом, чтобы нивелировать разницу цен на укомплектованный трактор с ТГМ и пневматическими шинами.

#### Выводы

1. ТГМ с резиноармированной гусеницей имеет преимущества перед шинами низкого давления по тягово-сцепным характеристикам, уплотнению почв, долговечности. Однако эти преимущества проявляются в основном на мягких влажных почвах.

2. Объективно количественно оценить преимущества ТГМ перед шиной затруднительно – потребуются исследовать сценарий использования трактора, чтобы сделать предварительное заключение.

3. Внедрению ТГМ могут способствовать грамотная рекламная кампания, господдержка программы локализации их производства, ценовая политика продавца (искусственное снижение цены на трактор с гусеничными модулями и система сервиса могут помочь их внедрению в хозяйствах).

#### *Библиографический список*

1. Сельскохозяйственная техника: гусеничный ход [Электронный ресурс]. - URL: <https://kazagrotech.kz/katalog/selskohozyajstvennaya-tehnika/gusenichnyj-hod> (дата обращения: 25.07.2025; для зарегистрированных пользователей).

2. Экспериментальное исследование сравнительных показателей гусеничных движителей сельскохозяйственных тракторов / Д. Г. Купрюнин [и др.] // Известия МГТУ «МАМИ» – 2016. – № 3 (29). – С. 16-24.

3. Сравнение тяговых показателей и долговечности гусеничных движителей сельскохозяйственных тракторов / Н. А. Щельцын [и др.] // Известия МГТУ «МАМИ». – 2017. – № 4 (34). – С. 76-82.

4. Жданович, Ч.И. Выбор предварительного натяжения резиноармированной гусеницы сельскохозяйственного трактора с упругой подвеской / Ч.И. Жданович, В.Н. Плищ // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2022. – Т. 60, № 2. – С. 243-256.

5. Новинки Завода на агросезон 2016-2017 [Электронный ресурс] - 12.10.2016 // Кировец [Электронный ресурс]. – URL: [https://kirovets-ptz.com/press/news/novinki-zavoda-na-agrosezon-2016-2017/?sphrase\\_id=741578](https://kirovets-ptz.com/press/news/novinki-zavoda-na-agrosezon-2016-2017/?sphrase_id=741578) (дата обращения: 25.07.2025).

6. Ростсельмаш начал выпуск тракторов DELTA TRACK [Электронный ресурс] – 09.11.2021 // РОСТСЕЛЬМАШ. – URL: <https://rostselmash.com/media/>

[news/rostselmash-nachal-vypusk-traktorov-delta-track/](https://news.rostselmash-nachal-vypusk-traktorov-delta-track/) (дата обращения: 25.07.2025).

7. Turner, R. J. Comparison of two and four track machines to rubber tire tractors in prairie soil conditions / R. J. Turner // Belt and tire traction in agricultural vehicles / Soc. of Automotive Engineers. – Warrendale, 1997. – P. 31-43.

8. Zoz, F. M. Belt and tire tractive performance / F. M. Zoz // Belt and tire traction in agricultural vehicles / Soc. of Automotive Engineers. – Warrendale, 1997. – P. 87–94.

9. Tractive performance comparisons between a rubber belt track and a four-wheel-drive tractor / J.H. Esch [et al] // Transactions of the ASAE. 1990. Vol 33, №4, P. 1109-1115. DOI:10.13031/2013.31446.

10. Of soil-tire interface pressure distributions and areas resulting from various tire and track technologies and configurations / R. Md. Shaheb [et al] // 2021 ASABE Annual International Virtual Meeting (July 12-16, 2021). – Michigan: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2021. DOI: 10.13031/aim.202100889.

11. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка: практикум : Практикум для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 35.03.06 - "Агроинженерия" и направлению подготовки магистров 35.04.06 - "Агроинженерия" / А. Г. Арженовский [и др.]. – зерноград : Азово-Черноморский инженерный институт - филиал ФГБОУ ВО "Донской государственный аграрный университет" в г. Зернограде, 2015. – 166 с.

12. Специальная техника для производства картофеля в хозяйствах малых форм / Н. Н. Колчин, Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 5. – С. 48-55.

13. Starovoitova, O. A. The study of physical and mechanical parameters of the soil in the cultivation of tubers / O. A. Starovoitova, V. I. Starovoitov, A. A. Manokhina // Journal of Physics: Conference Series : International Conference on Applied Physics, Power and Material Science, Secunderabad, India, 05–06 декабря 2018 года. Vol. 1172. – Secunderabad, India: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012083.

14. Старовойтов, В. И. Обоснование процессов и средств механизации производства картофеля в системе "поле-потребитель" : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Старовойтов Виктор Иванович. – Москва, 1995. – 37 с.

15. Старовойтов, В. И. Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура- вектор развития новых продуктов питания / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : сборник статей по материалам III научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар, 20 марта 2017 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 606-614. 16.



*Исмаев Р.Р., аспирант,  
Рембалович Г.К., д-р техн. наук, профессор,  
Юмаев Д.М., канд. техн. наук, ст. преподаватель  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН ДЛЯ КУЛЬТИВАЦИИ**

Культивация — один из приёмов поверхностной обработки почвы, при котором воздействию подвергаются исключительно верхние пласты земли, без переворачивания [1,2]. Данная процедура позволяет избавиться от сорной растительности, создать более рыхлую почву и обеспечить необходимую вентиляцию зоны расположения корневой системы растений (рисунок 1).

Боронование является одной из значимых составляющих обработки почвы, осуществляемой в весенний период. Наряду с указанной операцией также осуществляются операции в виде вспашки, культивации. Тип почв влияет на глубину, на которую производится обработка. Значение данного параметра составляет порядка десяти – двенадцати сантиметров в случае, если почвы являются засоренными, тяжелыми. Если же почвы являются легкими, значение соответствует глубине посева.

Проведение дополнительной культивации является необходимым в случае интенсивного роста сорных трав в случае, если имеется задержка посева яровых культур, при наличии низких температур и высокой влажности.



Рисунок 1 – Культивация

Существует комплекс подлежащих соблюдению при культивации агротехнических требований.

- Когда обработка проводится на глубину до 30 см и до 16 см соответственно, сохранение стерни должно составлять при одном проходе 75% и 90% соответственно [1, 2].

- Рабочие элементы должны заглубляться равномерно, необходимо выдерживать предусмотренную глубину рыхления. Предельные колебания – 3-

4 см, предельные отклонения по глубине в случае обработки до 16 см – в пределах 1.

Комбинированная технология применения культивации и боронования позволяет контролировать допустимую неравномерность глубины рыхления в пределах 2-х см.

- Боронование и культивация, проводимые одновременно, позволяют обрабатывать почву наиболее эффективно. Предельная верхняя ширина борозд там, где проходят опорные стойки – 15-20 см, предельная высота валиков – гребней – на стыках движения рабочих органов – 5 см. Предельное увеличение глубины при бороздовом способе посадки и на землях, которые являются орошаемыми – 4 см [2].

- На глубину движения рабочих органов должна быть обеспечена полная срезка корней сорных трав. Предельное значение возможного повреждения культурных растений – до 1 % от общего количества посевов.

Для обеспечения равномерности обработки необходимо соблюдать перекрытие между соседними проходами в пределах 10–15 см.;

По характеру возделывания культивацию подразделяют на сплошную, когда ведут обработку на всей площади поля без исключений, и междурядную, предусматривающую обработку только междурядий (рисунок 2).



Рисунок 2 – Культивация по характеру возделывания

Существуют культиваторы, являющиеся специальными, пропашными, а также паровыми. Во втором случае соответствующая техника используется применительно к междурядьям, в третьем – для того, чтобы осуществлять сплошную обработку [2].

В последнем случае культивация осуществляется для того, чтобы обрабатывать чистый пар, проводить обработку для озимых культур. В общем случае применительно к зяби культивация осуществляется весной для того, чтобы уничтожать появившиеся сорные травы, обеспечивать рыхление уплотнившегося в зимний период вследствие осадков верхнего слоя, повышать интенсивность обмена воздуха в корнеобитаемом слое [3,4].

Перед тем, как сеять поздние яровые культуры, количество повторений операции культивации для противодействия сорнякам составляет 2-3.

Глубина начальной культивации составляет весной порядка 10 – 12 см. В дальнейшем операция осуществляется на менее значительную глубину, составляющую порядка шести – восьми сантиметров [3,4].

Обработка посредством междурядных – пропашных – культиваторов осуществляется между рядами уже высаженных сельскохозяйственных культур, представляет собой рыхление верхних слоёв почвы без переворота пласта, подрезание и уничтожение сорняков, обеспечивая лучшие условия для роста и развития культур [4].

Для них характерна более узкая рабочая ширина, которая позволяет им легче двигаться в достаточно узких пространствах между растениями. Технология широко используется при выращивании таких культур, как свёкла, картофель, кукуруза, подсолнечник и другие овощные культуры.

Существуют также универсальные (специальные) культиваторы, предназначенные как для сплошной, так и междурядной обработки. Данные культиваторы применяют в отношении садов, а также в случае, если уход осуществляется применительно к хлопчатнику, бахчевым культурам, свекле [6, 9, 10]. Рис. 3 отражает особенности, присущие лапам - имеющимся на культиваторах рабочим органам [5,6].



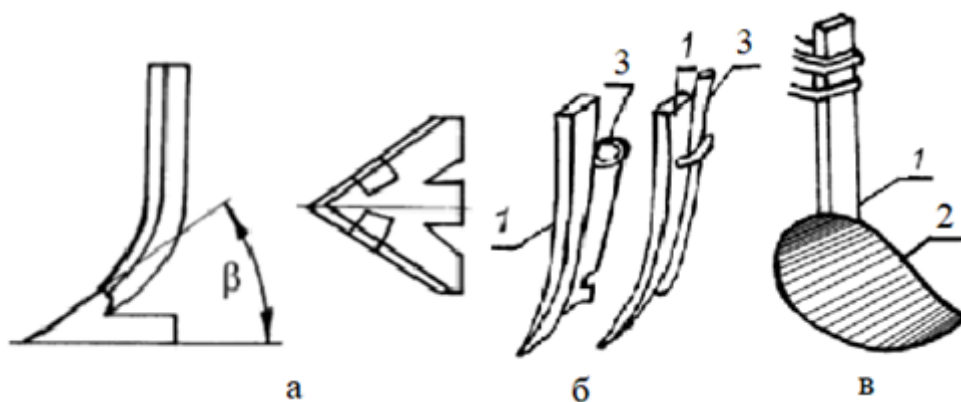
Рисунок 3 – Типы рабочих органов (лап) культиваторов

Угол  $\beta$  изображенных на рис. 4, а универсальных стрельчатых лап составляет 25-30°. В результате почва наряду с подрезанием активно разрыхляется. Ширина захвата составляет 220-385, угол  $\gamma$  - 60-65° [6,7].

В составе изображенного на рис. 4, б ножа, являющегося подкормочным, присутствуют две составляющие в виде подающего канала (3) и стойки (1).

Канал представляет собой трубку либо воронку и обеспечивает доставку в имеющие глубину до 16 см бороздки удобрений.

Передняя часть рабочих секций оснащается ножами, что позволяет после того, как внесены удобрения, успешно закрывать бороздку.



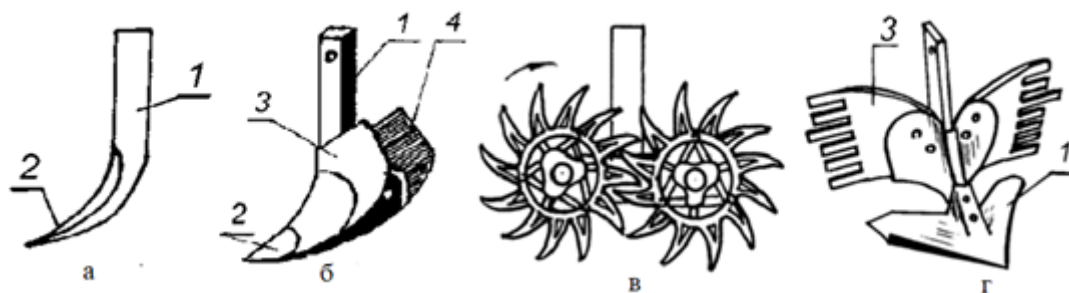
а – стрелчатая универсальная лапа, б – подкормочный нож, в – лапы-отвальщики:

1 – стойки, 2 – отвал, 3 – подкормочная трубка (воронка)

Рисунок 4 – Рабочие органы культиваторов – 1

В условиях интенсивного роста сорной растительности и недостаточном для окучивания размере культурных растений осуществляется использование изображенных на рис. 4, в лап-отвальщиков.

Данные лапы применяют в случае ухода применительно к овощным культурам, картофелю. Кромки отвальщиков заострены, поверхность – криволинейная. Отвальщик крепится к стойке. Расстояние между осью рядка и лапой данного типа составляет порядка 25-27 см. При движении данной лапы происходит засыпание сорной растительности – почва после срезки попадает в защитную зону. Глубина движения отвальщика в почве – до 6 см [7, 8].



а – долотообразная лапа, б – окучивающий рабочий орган (корпус),

в – ротационный игольчатый диск, г – окучник со стрелчатой лапой (решётчатый отвал)

1 – стойки, 2 – отвал, 3 – отвал, 4 – крыло

Рисунок 5 – Рабочие органы культиваторов – 2

Стойка (1) и особый носок (2) – элементы конструкции отраженных на рис. 5, а лап долотообразного типа. Режущая кромка имеет ширину 20 мм. Носок направлен по направлению движения. Форма носка сходна с долотом.

Данные лапы характеризуются повышенной эффективностью с точки зрения обработки почв с высокой плотностью, значительной твердостью. Глубина в отсутствие перемешивания почвы достигает 16 см.

Для того, чтобы в посевном рядке по центральной линии создавать почвенный гребень, осуществляется применение отраженных на рис. 5, б окучивающих рабочих органов. При их применении в пределах защитной зоны производится засыпание грунтом сорных трав в междурядьях.

На рис. 5 представлен игольчатый ротационный диск. Диаметр существующих дисков составляет 350, 450, 520 мм. Приспособление используется для того, чтобы устранять находящиеся между рядов сорные травы с непрочными корнями, а также разрыхлять уплотнившийся верхний слой почвы. Диск оснащен расположенными по кругу элементами, похожими на иглы. Глубина обработки почвы зубами достигает 9 сантиметров. За счет зубьев устраняются сорные травы и в то же время разрыхляется грунт. [7, 8, 9]

Следует отметить, что при движении дисков острием по направлению движения степень рыхления является наименьшей. При обратном расположении данный параметр является наибольшим. [8, 9]

В состав имеющих стрельчатую лапу (рис. 5, г) окучников входят имеющий решетчатые крылья отвал, являющийся двусторонним, а также стойка. В процессе прохода отвала, часть рыхлого грунта просеивается и равномерно распределяется по дну борозды через крылья, что обеспечивает защиту почвы от пересыхания и способствует сохранению влаги.

При выборе способов выравнивания почвы, важным составляющим является выбор рабочих элементов рассматриваемого агрегата. Кроме того, рациональная эксплуатация, как всей почвообрабатывающей машины, так и её рабочих органов, позволяет получать высокие показатели урожайности и позволяет систематически улучшать качество земель, сохраняя их для дальнейшего использования [2, 3, 4].

### ***Библиографический список***

1. Ковда, В.А. Основы учения о почве/ В.А. Ковда. - М.: Наука. Книга 1, 1973. - 447 с.
2. Карпенко, А.Н. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский. 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1983. – 495 с.
3. Степанов, А. Н. Организация и функционирование крестьянских (фермерских) хозяйств. Обработка почвы и почвообрабатывающие машины: отечественный и зарубежный опыт : учебное пособие / А. Н. Степанов. — Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2023. — 94 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/340115> (дата обращения: 25.03.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.;
4. Почвоведение в 2 ч. Ч.1 Почва и почвообразование/ Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. - М.: Высшая школа, 1988. - 368 с.

5. Нерсисян, В. И. Подготовка тракторов и сельскохозяйственных машин и механизмов к работе : учебник для студ. учреждений сред, проф. образования / В. И. Нерсисян. — М. : Издательский центр «Академия», 2018. — 224 с.

6. Ларюшин, Н. П. Сельскохозяйственные машины. : учебное пособие : в 2 частях / Н. П. Ларюшин, Р. Р. Девликамов. — Пенза : ПГАУ, [б. г.]. — Часть 1 : Почвообрабатывающие машины. Машины для внесения удобрений. Посевные машины и комплексы. Машины по уходу и защите растений. — 2023. — 361 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/412157> (дата обращения: 24.03.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Дорофеев, В. Н. Сельскохозяйственные машины. Почвообрабатывающие, посевные и посадочные машины и орудия : учебное пособие / В. Н. Дорофеев, В. М. Перевалов. — 2-е изд., доп. и перераб. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2011. — 142 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133364> (дата обращения: 23.03.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.;

8. Гуляев В. П. Сельскохозяйственные машины : учебное пособие / В. П. Гуляев, Т. Ф. Гаврильева. — Санкт\_Петербург : Лань, 2020. — 140 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — Текст : непосредственный. ISBN 978\_5\_8114\_4563\_9;

9. Анализ современных машин для выравнивания микрорельефа поля / Д.М. Юмаев и др. // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта». - Рязань, 2024. - С. 26-33.

10. Юмаев, Д.М. Анализ современных машин для выравнивания микрорельефа и планировки поверхности поля / Д.М. Юмаев, М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности : материалы 75-й юбилейной международной научно-практической конференции. - Рязань, 2024. - С. 308-316.

11. Старовойтова, О. А. Агрометодика выращивания топинамбура / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2017. – № 1(77). – С. 7-13.

12. Патент № 2438289 С2 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2009125943/13 : заявл. 06.07.2009 : опубл. 10.01.2012 / Н. А. Рязанов, И. А. Успенский, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

13. Патент № 2479981 С2 Российская Федерация, МПК А01D 91/02, А01D 17/00. Способ уборки картофеля и устройство для его осуществления : № 2011131354/13 : заявл. 26.07.2011 : опубл. 27.04.2013 / Н. Н. Колчин, Г. К.



Рембалович, И. А. Успенский, А. А. Голиков ; заявитель Закрытое акционерное общество "Колнаг".

14. Колотов, А. С. Обоснование параметров почвозацепов дисков комбинированных подкапывающих органов картофелеуборочных машин : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Колотов Антон Сергеевич. – Рязань, 2015. – 22 с.

15. Технические вопросы обеспечения органического земледелия в России / В. И. Старовойтов [и др.] // Картофелеводство : Материалы научно-практической конференции, Москва, 01–03 августа 2017 года / Под редакцией С.В. Жеворы. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха", 2017. – С. 130-133.

16. Старовойтов, В. И. Особенности технологии и машины для возделывания топинамбура / В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Сельский механизатор. – 2015. – № 11. – С. 4-5.

17. Специальная техника для производства картофеля в хозяйствах малых форм / Н. Н. Колчин [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 5. – С. 48-55.

18. Развитие машинных технологий производства картофеля в России / С. С. Туболев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 7. – С. 28-31.

19. Патент № 2250585 С2 Российская Федерация, МПК А01В 79/02. способ возделывания топинамбура : № 2003116823/12 : заявл. 04.06.2003 : опубл. 27.04.2005 / В. И. Старовойтов, В. И. Черников, М. В. Старовойтова [и др.] ; заявитель Акционерное общество закрытого типа Научно-производственная фирма "АгроНИР" (АОЗТ НПФ "АгроНИР").

20. Патент на полезную модель № 188276 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/04. Пневматический высевающий аппарат : № 2018139433 : заявл. 07.11.2018 : опубл. 04.04.2019 / В. И. Хижняк, А. Ю. Несмиян, Э. И. Нуриев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Донской ГАУ).

21. Патент № 2329510 С1 Российская Федерация, МПК G01Р 15/00. Устройство для измерения ускорения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания на всем диапазоне скоростей : № 2007108605/28 : заявл. 07.03.2007 : опубл. 20.07.2008 / Н. В. Щетинин, А. Г. Арженовский, Д. В. Казаков [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия" (ФГОУ ВПО АЧГАА).

## **О ПОВЫШЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ АГРАРНОЙ ТЕХНИКИ**

Эффективность эксплуатации сельскохозяйственной техники оценивают по интегральным показателям, рассчитанным за заданный период. В расчет включают суммарный объем выполненных работ, удельные затраты ресурсов (топливо, материалы, запасные части), величину собранного урожая и потери при транспортировке. Дополнительно учитывают состояние производственной инфраструктуры и благоустройство территории комплекса, а также производительность труда (коэффициент полезности труда) и коэффициенты использования машинного времени. Совокупность этих метрик описывает фактическую отдачу парка техники при заданной нагрузке.

Высокие значения перечисленных показателей могут сопровождаться ухудшением технического состояния машин. Перегрузка агрегатов и нарушение регламентов обслуживания ускоряют износ узлов, снижают коэффициент технической готовности (КТГ) и наработку до отказа (MTBF).

При дефиците содержания и контроля техника переходит в предаварийное либо аварийное состояние, что указывает на несоблюдение норм эксплуатации.

Рост отказов повышает потребность в неплановых ремонтах, восстановительных операциях и досрочном обновлении парка. В результате совокупные расходы на ремонт и закупку новых машин (ОРЕХ и CAPEX) могут превысить доход, полученный предприятием за сопоставимый период. Такая диспропорция свидетельствует о неэффективности текущей модели эксплуатации и о высокой вероятности ухудшения финансовых результатов.

Своевременность и качество ТО и ТР напрямую определяют эксплуатационный потенциал сельскохозяйственных машин. При соблюдении регламентов повышаются коэффициент технической готовности и устойчивость технологических операций, сокращается удельный простой.

Новые машины выполняют заданные операции при меньших нагрузках и рисках отказа. Этому способствуют низкий износ узлов, актуальные конструктивные решения и более точные системы управления. Чтобы выровнять производительность парка, где значительную долю составляют давно эксплуатируемые единицы, их состояние необходимо поддерживать на высоком уровне. На практике это требует регулярной диагностики, своевременной замены изнашиваемых деталей, корректного режима смазки, калибровки исполнительных механизмов и, при необходимости, модернизации узлов. Такая стратегия сохраняет ресурс, удерживает коэффициент готовности на требуемом уровне и снижает внеплановые простои.



Эксплуатационная эффективность сельскохозяйственной техники во многом определяется уровнем профессиональной подготовки операторов. В АПК используются машины и агрегаты, требующие специальных навыков: соблюдения технологических режимов, точной настройки навесного оборудования, безопасного управления в переменных полевых условиях, а также базовой диагностики неисправностей. Эти компетенции формируются в основном через практику и накопление опыта.

Эффективной формой обучения является наставничество — совместная работа начинающего специалиста с опытным мастером. Такой формат обеспечивает обучение непосредственно на рабочем месте и позволяет одновременно выполнять производственные задания. В результате новичок быстрее осваивает типовые операции, закрепляет правильные приемы работы и приносит хозяйству ощутимую пользу уже на этапе обучения.

Современная сельскохозяйственная техника эксплуатируется в широком спектре производственных задач, различающихся по сложности и условиям. Для обеспечения требуемых функций каждый машинный агрегат комплектуют рабочими органами, приводами и системами управления специального назначения; конфигурация и настройка определяют режимы обработки и надежность.

Высокие темпы развития АПК усиливают потребность в методах эксплуатации, повышающих фактическую производительность. Цель — выполнить наибольший объем работ за минимальное время при наименьшей доле потерь. На практике это выражается в росте выработки на смену, снижении энергоемкости операций и контроле качественных показателей, включая уровень потерь урожая и степень повреждения растений.

Среди сельскохозяйственной техники наибольшим спросом пользуется агротрактор. Высокая маневренность в сочетании с возможностью агрегатирования с навесными и прицепными орудиями обеспечивает широкую вариативность применения.

Быстрая смена модулей через стандартные интерфейсы (навеска, гидросистема, вал отбора мощности) делает одну силовую установку платформой для множества операций. На этой базе выполняют пахоту, копательные работы, покос, обработку картофеля против колорадского жука, уборку урожая и ряд иных технологических операций. Смена механизированных установок (ковш, косилка и др.) позволяет одному агротрактору заменить несколько специализированных машин, сохраняя производительность при меньшей номенклатуре парка.

Закупка нескольких механизированных навесных или прицепных установок к агротрактору экономически предпочтительнее, чем приобретение отдельных специализированных машин. Такой выбор снижает капитальные затраты (CapEx) на единицу операции и повышает коэффициент использования базового трактора за счет быстрой переналадки под разные технологические задачи. Дополнительно уменьшаются простои и упрощается обслуживание, что обеспечивает более рациональное расходование ресурсов предприятия и рост производительности.

Эксплуатация сельскохозяйственной техники происходит в условиях абразивной пыли, переменных и ударных нагрузок, высокой вибрации и периодического увлажнения. В такой среде ускоряется износ трущихся пар, перегреваются узлы охлаждения, снижается надежность крепежа, что повышает риск преждевременного отказа.

Продлить ресурс и повысить фактический КПД помогает дисциплина обслуживания и корректная эксплуатация. Рекомендуются: строгое соблюдение регламентов ТО, своевременная смазка и замена фильтров, очистка воздухозаборников и радиаторов, контроль натяжения ремней и регулировка зазоров, оперативное устранение течей и люфтов, работа без перегрузок, сезонная консервация и хранение под навесом, а также подготовка операторов. Применение диагностики (виброконтроль, анализ масел) снижает вероятность скрытых дефектов и стабилизирует производительность.

Каждый сельскохозяйственный агрегат имеет собственные конструктивные и эксплуатационные особенности. Они требуют дифференцированного внимания как со стороны оператора, так и со стороны специалиста по обслуживанию. Техническое обслуживание (ТО) выполняется для своевременного устранения неисправностей, возникающих в ходе полевых работ, и для поддержания общего технического состояния. Общее техническое состояние — это интегральная оценка параметров агрегата, включая работоспособность, степень износа и ожидаемый ресурс. На основании этой оценки устанавливают, может ли машина выполнять требуемые операции и в течение какого времени, либо следует планировать ремонт. Возможность эксплуатации напрямую определяется его общим техническим состоянием.

Цель ТО — сохранять объект в исправном состоянии. Чем дольше агрегат остается работоспособным без дополнительного вмешательства специалиста, тем выше качество его сборки.

Ручная очистка поверхностей сельскохозяйственных агрегатов при сильном загрязнении нередко растягивается на несколько часов. Для сокращения трудозатрат на современных предприятиях применяют электрические очистители, оптимизирующие процесс без снижения качества результата. Принцип работы таких устройств прост: при нажатии кнопки щётка начинает вращаться или совершает колебательные движения (осцилляцию). Ряд моделей поддерживает несколько режимов, что позволяет соотнести интенсивность воздействия с характером загрязнений. Правильно выбранный режим повышает эффективность удаления налипшей почвы и растительных остатков, а также стабилизирует время операции.

Долговечность сельскохозяйственного агрегата во многом определяется периодичностью и качеством технического обслуживания. Эти параметры зависят от квалификации обслуживающего персонала, технологической оснащённости сервиса и доступности оригинальных комплектующих (ОЕМ). При высокой компетентности мастеров и достаточных ресурсах сервисной базы регламентные операции и диагностика выполняются стабильно, что уменьшает износ узлов и систем.

На уровне предприятия организация контроля технического состояния парка — действующие регламенты, частота осмотров, учет наработки — существенно влияет на фактическое состояние техники и интервалы обслуживания. При прочих равных усиление контроля обеспечивает раннее выявление отклонений и своевременное проведение работ, что увеличивает срок службы агрегатов.

Экологическая политика на сельскохозяйственных предприятиях напрямую связана с безопасностью и качеством продукции. Ее соблюдение предполагает установление и поддержание нормативов по выбросам, обращению с отходами и мониторингу источников загрязнения, что снижает риск загрязнения посевов и почвы. Эксплуатация транспортной техники при превышении нормативов по отработавшим газам создает риск химического загрязнения растений. Токсичные компоненты выхлопа осаждаются на листья и в верхний слой почвы. Часть из них проникает в растительную ткань. При накоплении выше ПДК такая продукция подлежит браковке и не допускается к пищевому использованию.

Продление ресурса сельскохозяйственных агрегатов достигается системным обслуживанием и корректной эксплуатацией. Высокое техническое состояние поддерживают за счёт регламентного ТО, регулярной диагностики узлов и своевременной замены расходных материалов. После земляных работ необходима тщательная очистка: удаляют налипшую почву и абразив с рабочих органов, ходовой части и теплообменников, просушивают уязвимые зоны, защищают открытый металл от коррозии. Устанавливают детали, соответствующие спецификациям производителя (ОЕМ) и подтверждённые сертификацией; применение низкокачественных аналогов ускоряет износ сопряжений.

Для хранения используют сухие, вентилируемые помещения. Машины консервируют, разгружают шины, поддерживают заряд аккумуляторов и при длительных простоях периодически проворачивают механизмы. Бережная эксплуатация прямо увеличивает срок службы узлов и стабильность технологических операций в поле. Снижаются частота отказов и простои, сохраняется точность настроек рабочих органов, а качество выполняемых работ остаётся на заданном уровне. Техника дольше удерживает номинальные характеристики при меньших затратах на ремонт.

Эффективность использования сельскохозяйственной техники понимается как соотношение достигнутого производственного результата к затраченным ресурсам, а не как простой прирост объёма выполненных операций. В оценку включают производительность машинных агрегатов, удельные эксплуатационные издержки (топливо, труд, обслуживание), амортизационные отчисления и потери от простоев. Сохранение баланса между количеством и качеством работ в сочетании с мерами рациональной и бережной эксплуатации техники повышает результативность предприятия. К таким мерам относят соблюдение регламентов ТО, оптимизацию загрузки и маршрутизации, корректный подбор агрегатов с учётом агрофона, повышение квалификации механизаторов и контроль износа рабочих органов.

Последовательное снижение простоев и ресурсоёмкости единицы продукции укрепляет деловую репутацию хозяйства.

Необходимость повышения эффективности аграрной техники диктуется стратегическими целями: ростом урожайности и укреплением конкурентных позиций отечественных производителей на мировых рынках. По мере улучшения эффективности расширяется производственный и финансовый потенциал предприятия, что усиливает его устойчивость и открывает возможности для последующих инвестиций.

### ***Библиографический список***

1. Основы безопасной эксплуатации наземных транспортно-технологических средств / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 143-148.

2. Сидоров, А. А. О недостатках открытого способа транспортировки сельскохозяйственных культур / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 320-325.

3. Сидоров, А. А. Транспортировка сельскохозяйственной продукции в специальных контейнерах / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 314-319.

4. Основы борьбы с коррозией, возникающей на сельскохозяйственной технике / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 130-136.

5. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 6-12.

6. Безопасная перевозка грузов / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2024. – С. 182-189.

7. Сидоров, А. А. Проблемы, возникающие в результате погрузки и выгрузки сельскохозяйственных культур на борт транспортного средства, и их решение / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития, Рязань, 06 февраля 2025 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2025. – С. 51-57.

8. Сидоров, А. А. О правильном и безопасном вхождении автомобиля в поворот / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 191-197.

9. Сидоров, А. А. Принципы повышения качества технического обслуживания автомобилей / А. А. Сидоров, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 7-й Всероссийской научной конференции: в 4-х томах, Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 220-223.

10. Применение полимерных материалов в машиностроении / В. С. Шувалов, А. А. Сидоров, М. Д. Свинаярева, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева, 2024. – С. 91-97.

11. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 137-143.

12. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК / Н.В. Аникин и др. // Международный техникоэкономический журнал. – 2009. – №. 3. – С. 92-96.

13. Беляев, В.М. Управление доставкой товаров по предварительным заказам / В.М. Беляев, М.И. Малышев // Прикладная логистика. - 2006. - №9. - С. 30-35.
14. К вопросу беспроводной передачи информации в сельском хозяйстве / Н. Б. Нагаев [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК, Рязань, 20 апреля 2023 года. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 151-157.
15. Гаврилин, М. А. Применение инновационных технологий и сенсорных устройств при выполнении технического обслуживания автомобилей / М. А. Гаврилин, А. А. Сидоров, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 16-21.
16. Подход к диагностированию тракторов агропромышленного комплекса / Э. В. Кузнецова, И. А. Успенский, И. А. Юхин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 93-100.
17. Виноградов, Д. В. Методологические вопросы оценки эффективности управления затратами / Д. В. Виноградов, В. С. Конкина, Е. Н. Правдина // Молодёжь в поисках дружбы : Материалы Республиканской научно-практической конференции, посвященный к 20-летию Национального примирения и году Молодежи в Республике Таджикистан, Бохтар, 28 апреля 2017 года / Министерство энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан; Институт энергетики Таджикистана. – Бохтар: Институт энергетики Таджикистана, 2017. – С. 20-28.
18. Towards Blockchain-Based Robonomics: Autonomous Agents Behavior Validation / K. Danilov, R. Rezin, I. Afanasyev, A. Kolotov // 9th International Conference on Intelligent Systems 2018: Theory, Research and Innovation in Applications, IS 2018 - Proceedings : 9, Theory, Research and Innovation in Applications, Funchal - Madeira, 25–27 сентября 2018 года. – Funchal - Madeira, 2018. – P. 222-227.
19. Старовойтова, О. А. Технология выращивания топинамбура в органическом земледелии / О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2016. – № 6(76). – С. 42-47.

**УДК 631:551.509.3(075.8)**

*Зайцев В.С., студент,  
Кунцевич А.А., канд. с.-х. наук,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук,  
Соколов А.А., канд. с.-х. наук,  
Утолин В.В., д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ЗНАЧЕНИЕ МЕТЕОРОЛОГИИ В АГРОТЕХНОЛОГИЯХ**

Производство сельскохозяйственной продукции и урожайность культур зависит от разных групп факторов, как внутренних, так и внешних. На которые человек может повлиять напрямую или косвенно (плодородие почвы, наличие влаги, обеспеченность макро-, мезо- и микроэлементами) и на которые повлиять сложнее, например освещенность, температура наружной среды, обеспеченность почвенной влагой. Хотя на данные факторы можно влиять, имея дело с искусственной системой замкнутого или частично закрытого типа (теплицы, парники, оранжереи) [3].

В открытых агробиоценозах это сделать можно по отношению к влагообеспеченности (оросительные системы, организация полива, мелиорация), а в части освещенности и температуры - практически невозможно. Здесь на первое место встает вопрос предупреждения или прогнозирования наступления тех или иных погодных изменений (возможность проявления заморозков, количество выпавших осадков, изменение температуры, направление и скорость ветра, изменение атмосферного давления, фотосинтетическая активная радиация (ФАР), возникновение туманов и т.д.). Все это в совокупности относится к разделам важной науки – агрометеорологии. Она, являясь разделом метеорологии, направлена на сбор информации, ее систематизированию и обработке в разрезе производства продукции растениеводства. Ведь развитие и рост растений очень сильно зависит от погодно-климатических факторов.

К важнейшим метеорологическим характеристикам в агрометеорологии относятся:

- количество осадков в жидкой фазе (летом) и величина снежного покрова (зимой);
- влажность почвы;
- влажность воздуха;
- температура воздуха;
- температура почвы на поверхности (и в районе кущения зерновых), а также на глубине до одного метра, с шагом от поверхности через каждые 5...10 см.;

- ФАР (фотосинтетическая активная радиация – имеющая прямое отношение к эффективности процесса фотосинтеза);
- направление и скорость ветра (определяется на высотах 2 и 10 метров);

Кроме того, в растениеводстве важны такие показатели, как сумма полезных температур, запасы продуктивной влаги, оптимальные и критические температуры почвы и воздуха. Постоянный учет, систематизация и анализ агроклиматических факторов помогает выявить, насколько климатические условия конкретной местности соответствуют выбору той или иной культуры или сорта, позволят подобрать оптимальные технологии обработки почвы, могут выявить риски возникновения очагов болезней и возможные варианты появления вредителей с обозначением примерных сроков массового лета, что позволит более оптимально применять средства защиты растений в необходимые и точные сроки [5].

Если не получается повлиять напрямую на те или иные факторы, то можно скорректировать ту или иную ситуацию. Например, используя влагозащитные приемы почвообработки (NO-TILL, MINI-TILL) можно добиться сокращения поверхностного испарения влаги с поверхности почвенного покрова, тем самым сохранив его в прикорневой зоне. Используя дренажную систему, можно удалить лишнюю влагу с поля. Зная температуру и влажность почвы, можно подобрать оптимальные сроки посева, чтобы в дальнейшем, растения при прохождении очередных фаз развития меньше зависели от недостатка влаги. Изменяя цвет поверхностного слоя почвы при использовании мульчирования, можно ускорить ее прогревание и сместить в более ранние сроки посев культуры, особенно это касается сортов, устойчивых к заморозкам и влаголюбивых. Зная данные об разнице осадков на участках, можно корректировать количество подкормок, что экономит средства на дорогих удобрениях [10].

Информацию, которую можно получить с помощью агрометеорологии можно применять и для борьбы с насекомыми-вредителями. Большинство жизненных циклов насекомых хорошо изучено учеными-энтомологами. Например, капустная моль (*Plutella xylostella*) начинает развиваться при температуре окружающей среды более 5°C, а когда сумма эффективных температур достигает 390°C, ее гусеница начинает активно поедать побеги крестоцветных растений (рапса, горчицы, сурепицы, капусты) [10].

Эффективные температуры, это сумма температур нарастающим итогом от некоторого порога и как только сумма эффективных температур подходит к критическим значениям в 390°C, необходимо провести обработку от данного вредителя. Очень важно правильно и точно подобрать время химобработки, чтобы нанести удар по вредителю в самый критический момент его развития - формирования из личинки гусеницы. Или при борьбе с совками – начало массового вылета бабочек, чтобы не допустить их спаривания и откладки яиц. Применение методов агрометеорологии лучше совмещать с использованием ловушек (гормональных и др.). Если не попасть в сроки, то растения будут сильно повреждены гусеницами или как в случае с совками, произойдет массовая кладка, личинки переместятся в почву, где с ними бороться с



помощью химических СЗР крайне проблематично. Можно сделать вывод, что агрометеорологический мониторинг крайне важен в растениеводстве, причем в разных аспектах.

Несмотря на то, что агрометеорология является сильнейшим инструментом для сельскохозяйственного производства, без качественной сети агрометеорологических наблюдений реализовать её возможности практически невозможно. Поэтому необходимо разрабатывать и применять на практике качественные измерительные приборы и системы [7].

Многие решения в растениеводстве строятся на крайне изменчивых полевых данных. От актуальности и точности этих данных может зависеть эффективность применения удобрений, средств защиты растений, новых сортов, а также правильное понимание результатов экспериментов и оперативность планирования полевых работ в течение всего сезона. В данном случае использование агрометеостанций (стационарных и мобильных), позволит решать разные задачи.

Агрометеостанции при своей малой цене относительно всех затрат на 1 га, позволяют получить более полную информацию о ситуации на полях, и, в конечном счете, позволяют принимать своевременные решения для получения более высокой рентабельности при выращивании той или иной культуры [1].

У таких метеостанций, как «Кайпос» и «iMetos» есть сервис прогноза болезней и вредителей, который просчитывается по схеме взаимодействия таких показателей, как сумма температур и изменение влажности воздуха. Данный прогноз позволяет корректировать фунгицидные и инсектицидные обработки, позволяя экономить препараты до 10...20%. Но это оптимально при условии частой установки станций на полях, так даже на расстоянии 5...10 км сумма выпавших осадков может значительно отличаться, температуры же это касается в меньшей степени.

Применение автоматических метеостанций играет важную роль при проведении сельскохозяйственных работ.

Автоматические метеостанции могут в режиме реального времени отслеживать температуру сельскохозяйственных угодий, влажность, количество осадков, скорость и направление ветра и многие другие метеорологические показатели. Эти точные данные в режиме реального времени могут помочь вовремя понять погодные условия и их возможные изменения, а также обеспечить основу для принятия решений по сельскохозяйственному производству.

С помощью данных, собранных автоматическими метеостанциями, сельхозпроизводители могут более научно организовать сельскохозяйственную деятельность, такую как обработку почвы, посев, внесение удобрений и орошение [8].

Информация, предоставляемая автоматическими метеостанциями, после ее обобщения и анализа, может помочь оптимально подобрать оптимальные культуры и сорта, а также скорректировать сроки посева и элементы технологии (расстояние между рядами, глубину высева и т.д.).

Данные об осадках и влажности почвы, отслеживаемые автоматическими метеостанциями, имеют решающее значение для разработки планов весеннего орошения, что способствует рациональному распределению и использованию водных ресурсов, а также норм применяемых удобрений и систем обработки почвы, позволяющей вовремя закрыть влагу, для оптимального ее расходования в период вегетации, что в итоге позволит получать высокие урожаи с заданными характеристиками качества [2].

Данные, полученные с автоматических метеостанций в режиме реального времени, можно объединить с результатами последних научных исследований и технологиями, такими как искусственный интеллект, системы точного земледелия, интеллектуальные системы орошения и беспилотные летательные аппараты для мониторинга и защиты растений, чтобы повысить эффективность и точность планируемых и проводимых сельскохозяйственных работ.

Научно обоснованное использование данных с агрометеостанций при применении в растениеводстве значительно повышает эффективность и качество сельскохозяйственного производства, что важно для обеспечения продовольственной безопасности страны.

### ***Библиографический список***

1. Агротехнические требования, предъявляемые к посевам семян трав и зерновых культур / А. О. Калинин [и др.] // Инженерные решения для АПК : Всероссийская научно-практическая конференция, посвящённая 85-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 13 ноября 2024 года. – Рязань, 2024. – С. 71-77.

2. Виноградов, Д. В. Влияние норм высева и уровня минерального питания на продуктивность льна масличного / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич // АгроЭкоИнфо. – 2014. – № 1(14). – С. 1.

3. Вопросы озеленения городских ландшафтов / А. А. Кунцевич [и др.] // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-44.

4. Железосодержащие удобрения в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / А. А. Новикова [и др.] // Молодёжная наука для решения актуальных задач АПК : Всероссийский молодёжный научный форум, посвященный 45-летию юбилею Студенческого конструкторского бюро ФГБОУ ВО РГАТУ, Рязань, 20–21 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 98-103.

5. Известкование как основной фактор воспроизводства плодородия почвы / О. Н. Новикова, А. А. Кунцевич, Н. Е. Лузгин, А. А. Соколов // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 169-174.

6. Кунцевич, А. А. Продуктивность льна масличного при использовании различных гербицидных обработок / А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского

государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 91-94.

7. Кунцевич, А. А. Роль магния в интенсификации производства продукции растениеводства / А. А. Кунцевич, Н. Е. Лузгин, А. А. Соколов // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 27–28 марта 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 142-145.

8. Новикова, Е. Е. Агробиологические основы применения удобрений / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 265-270.

9. Особенности минерального питания озимых зерновых культур / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 313-317.

10. Пути повышения продуктивности люцерны как ценного кормового растения / А. Н. Царенко [и др.] // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 229-235.

11. Рациональные способы посева семян трав / А. О. Калинин [и др.] // Научно-исследовательские решения высшей школы : Материалы студенческой научной конференции, Рязань, 01 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 27-28.

12. Роль цинка в процессах развития и роста растений / Е. А. Тишкина [и др.] // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 209-213.

13. Требования к грунтам, применяемым при благоустройстве городских ландшафтов / С. К. Константинов, А. А. Кунцевич, Н. Е. Лузгин, А. А. Соколов // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 97-102.

14. Энергоёмкость процесса измельчения корнеплодов измельчителем транспортерно – ножевого типа с вибрирующими ножами / Н. Е. Лузгин, Ю. Н. Абрамов, А. А. Кунцевич, Е. П. Учуватова // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития: материалы Всероссийской студенческой научно- практической конференции, посвященной Дню Российской науки, Рязань, 08 февраля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 39-44.

*Зайцев В.С., студент,  
Кунцевич А.А., канд. с.-х. наук,  
Лузгин Н.Е., канд. техн. наук,  
Соколов А.А., канд. с.-х. наук,  
Утолин В.В., д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ХИМИЧЕСКОМ СПОСОБЕ БОРЬБЫ С БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО**

Борщевик Сосновского – представляет собой довольно крупное травянистое растение, принадлежащее семейству Зонтичные или Сельдерейные (лат. Umbelliferae). Это опасное для здоровья человека растение, обладающее способностью вызывать сильнейшие ожоги при контакте с кожей, особенно под воздействием солнечных лучей (ультрафиолета).

Борщевик Сосновского растение исключительно генеративного размножения. Является однодомным, т.е. на одном растении имеются как женские, так и мужские цветки. Для вида характерно как перекрёстное, так и самоопыление. Одно растение может образовывать несколько крупных зонтиков и продуцировать в течении вегетационного периода более 20 000 семян [1].

С середины прошлого века культивировался в ряде областей и республик Советского Союза как перспективная на тот момент силосная кормовая культура, причем выводились сорта, например сорт «Северянин», который исключен из Госреестра только в 2012 году. Свое название растение получило в честь известного исследователя флоры Кавказа Дмитрия Сосновского (1885–1953).

Обладая крайне агрессивной и высокой экологической пластичностью борщевик Сосновского легко перешел из культурной формы в дикую, активно проник в естественные экосистемы, при этом подавляя домашние виды региональной флоры. Листья, а также семена борщевика содержат значительные количества эфирных масел, в состав которых входят фуранокумарины - фотосенсибилизирующие вещества, которые при попадании на кожу человека могут повысить чувствительность её клеток к ультрафиолету, что может привести к буллёзному дерматиту и ожогам. Это стало одной из основных причин отказа от выращивания данной культуры в промышленных масштабах [5].

С 1 января 2015 года данный вид утратил статус сельскохозяйственной культуры, а уже с декабря 2015 года борщевик Сосновского внесён в отраслевой классификатор сорных растений Российской Федерации.

Президент России Владимир Владимирович Путин подписал закон, который внес поправки в Земельный кодекс. Ими устанавливается обязанность для всех собственников земельных участков вне зависимости от их видов и категорий, защищать территорию от инвазивных видов растений, нетипичных

для данного конкретного региона. К таким растениям, в частности, относится и борщевик Сосновского.

К особенностям борщевика, способствующему его экологической устойчивости и агрессивному расширению ареала можно отнести следующие - высокая выживаемость в ранние фазы развития растения, высокая обсемененность, скорость линейного роста, высокая конкурентоспособность по отношению к домашним видам, раннее цветение, высокая сохранность семян в почве в течение нескольких лет, зимостойкость, культура практически не повреждается насекомыми и животными. Изначально вид произрастал в условиях предгорий Кавказа, где его распространению препятствовали географические и биологические факторы, например, борщевик хорошо поедается местными видами (серной и туром). В условиях ЦФО и СЗФО данных ограничений к его распространению нет.

Мероприятия по уничтожению данного инвазивного вида можно свести к следующим.

Химические - обработка очагов произрастания пестицидами (гербицидами); механические – уборка сухостоя, скашивание, извлечение и утилизация корневой системы; агротехнические - комбинированная обработка почвы, посев подобранных смесей многолетних трав.

Гербициды, особенно на основе глифосатов, активно воздействуют на молодые растения борщевика. Обработку проводят с момента отрастания побегов, до начала цветения. Рекомендуются использовать гербициды ранней весной, когда растения имеют высоту примерно 15-45 см, повторное опрыскивание оптимальнее проводить при повторном отрастании в конце мая - начале июня.

Зарегистрированы гербициды с сочетаниями действующих веществ, таких как имазамокс и имазапир, которые применяются на посевах рапса и подсолнечника, а также на землях несельскохозяйственного назначения против однолетних злаковых и двудольных сорных растений, в том числе и борщевика Сосновского [8].

Для полного уничтожения данного сорного растения, действующее вещество гербицида обязательно должно поступить в корневую систему (так действуют т.н. системные препараты). Необходимо придерживаться регламентированных норм обработок, т.к. при опрыскивании препаратами с завышенной нормой расхода может произойти чрезмерно быстрое уничтожение вегетативной массы, включая проводящую систему (сосуды и т.п.), и действующие вещества гербицидов не достигнут корневой системы, потом проснутся спящие почки и рост растений вскоре возобновится. Именно поэтому работа по борщевiku только глифосатом бывает часто неэффективной и требует длительного времени [3].

Гербицидные обработки должны выполняться в условиях минимальной скорости ветра (не более 1,5 – 2,5 м/с), в ранние утренние или вечерние часы, а в дневное время - только в пасмурные дни, при отсутствии осадков. При работе с агрохимикатами необходимо обязательное соблюдение техники безопасности.

Рассмотрим ряд препаратов, регламентированных для борьбы с борщевиком Сосновского.

Препарат АтронПро производителя «Союзагрохим» (ВДГ, действующее вещество (д.в.) имазапир 250 г/л и сульфометурон-метил 75 г/л) представляет собой комбинированный пестицид сплошного действия для применения на землях несельскохозяйственного назначения. Имазапир и сульфометурон-метил поступают в растения в растения через листья и корни и подавляют синтез незаменимых аминокислот, тем самым препятствуют росту и делению клеток, что приведет к гибели сорняка [2].

Сочетание имазапира и сульфометурон-метила, входящих в состав препарата АтронПро, вызывает выраженный синергетический эффект, что способствует снижению норм расхода препарата без потери биологической эффективности. Норма расхода препарата 1-2 кг/га на землях несельскохозяйственного назначения (просеки, охранные зоны линий электропередач, зоны газо- и нефтепроводов, полосы отчуждения автомобильных и железных дорог, аэродромы и др. промышленные территории). Опрыскивание вегетирующих разновозрастных растений борщевика Сосновского проводится при их высоте от 20-30 см до фазы бутонизации. Расход рабочего раствора при обработке составляет 100-300 л/га. Запрещается пребывание на обработанных территориях, в т.ч. сбор ягод и грибов, в течение 30 дней.

Препарат Клинч компании «Август» (ВДГ, (д.в. пиклорам (диметилэтаноламинные соли) 750 г/кг) – регламентирован против видов осотов, подмаренника, ромашки, борщевика Сосновского и других вредных объектов.

Норма расхода препарата 0,7 кг/га на землях несельскохозяйственного назначения. Опрыскивание вегетирующих разновозрастных растений борщевика Сосновского высотой 20-40 см. Расход баковой смеси 50-300 л/га в зависимости от типа форсунок (распылителей).

Препарат Генсек производителя «Союзагрохим» (ВРГ, д.в. дикамба 88,5 г/л, клопиралид 177 г/л, пиклорам (диметилэтаноламинные соли) 88,5 г/л) применяют против горчака ползучего и других злостных однолетних и многолетних сорных видов, в том числе борщевика Сосновского (до выбрасывания цветоноса). Норма расхода гербицида по регламенту 1,5-2,5 кг /га на землях несельскохозяйственного назначения. Опрыскивание вегетирующих растений в фазу розетки листьев борщевика Сосновского (до выбрасывания цветоноса). Расход рабочего раствора составляет 200 – 300 л/га.

Препарат Горгон производства компании «Август» (ВРК, д.в. МЦПА (диметиламинная соль) 350 г/л и пиклорам (диметилэтаноламинные соли) 150 г/л). Регламентированная норма расхода препарата 1,5-3,5 л/га на землях несельскохозяйственного назначения. Опрыскивание оптимально проводить в фазе развития борщевика Сосновского – розетка (до выбрасывания цветоноса). Расход рабочей смеси 50-300 л/га [4].

Препарат Деймос от компании «Август» (ВРК, д.в. дикамба, 480 г/л) имеет выраженное системное действие – происходит проникновение

действующего вещества в растение как через наземную часть, так и через корневую систему. Регламентированная норма расхода препарата 2,6-3,1 л/га. Опрыскивание вегетирующих сорных растений рекомендуется производить осенью. Расход рабочей жидкости 50-400 л/га (в зависимости от типа форсунок/распылителей).

Сбор дикорастущих грибов и ягод после обработок земель несельскохозяйственного назначения всеми перечисленными выше препаратами в сезон обработки не допускается, а срок безопасного выхода на обработанные гербицидами территории для временного пребывания на них - не менее трех календарных дней [3].

Использование эффективных препаратов для борьбы с борщевиком Сосновского на уровне не крупных административно-территориальных единиц, сегодня ограничивает сам механизм проведения тендеров, т.к. компании-подрядчики опускают цену настолько низко, что среди доступных средств остаются лишь недорогие препараты на основе глифосата, что не всегда бывает эффективно. Тут нужно смотреть не на цену препарата, а характеристики действующих веществ и полную стоимость обработок, т.к. нормы и регламенты применения существенно различаются.

При применении сочетания таких действующих веществ, как метсульфурон-метила, пиклорама и МЦПА (а в будущем - метсульфурон-метила и пиклорама) расходы на химическое уничтожение борщевика можно уменьшить в несколько раз [6].

Использование данных препаратов эффективнее, чем препаратов на основе глифосатов (тем более те более чувствительны к качеству применяемой воды в рабочем растворе), они способны очистить территорию от злостного сорняка при условии соблюдения регламента за одно или два применения. После уничтожения борщевика Сосновского на конкретном участке, во избежание вторичного засорения, оптимально использовать посев смеси многолетних бобовых и злаковых трав (клевера красного и гибридного, тимopheевки, овсяницы и т.п.).

Системный и точечный подход с применением химических мер борьбы позволит полностью избавиться от злостного сорняка в ограниченные сроки.

### ***Библиографический список***

1. Агротехнические требования, предъявляемые к посевам семян трав и зерновых культур / А. О. Калинин [и др.] // Инженерные решения для АПК : Всероссийская научно-практическая конференция, посвящённая 85-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), , 13 ноября 2024 года. – Рязань : РГАТУ, 2024. – С. 71-77.
2. Виноградов, Д. Возделывание льна масличного сорта Санлин в южной части Нечерноземной зоны России / Д. Виноградов, Е. Лупова, А. Кунцевич // Главный агроном. – 2014. – № 10. – С. 16-18.
3. Виноградов, Д. В. Роль гербицидов и их смесей в формировании урожая семян льна масличного / Д. В. Виноградов, А. А. Кунцевич, А. В.

Поляков // Международный технико-экономический журнал. – 2013. – № 1. – С. 104-107.

4. Вопросы озеленения городских ландшафтов / А. А. Кунцевич [и др.] // Научные приоритеты в АПК: вызовы современности, Рязань, 25 апреля 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 38-44.

5. Железосодержащие удобрения в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / А. А. Новикова [и др.] // Молодёжная наука для решения актуальных задач АПК : Всероссийский молодёжный научный форум, посвященный 45-летию юбилею Студенческого конструкторского бюро ФГБОУ ВО РГАТУ, Рязань, 20–21 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 98-103.

6. Известкование как основной фактор воспроизводства плодородия почвы / О. Н. Новикова, А. А. Кунцевич, Н. Е. Лузгин, А. А. Соколов // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 169-174.

7. Кунцевич, А. А. К проблеме засоренности посевов льна масличного / А. А. Кунцевич // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, Рязань, 16–17 февраля 2017 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2017. – С. 150-153.

8. Кунцевич, А. А. Продуктивность льна масличного при использовании различных гербицидных обработок / А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 91-94.

9. Кунцевич, А. А. Роль магния в интенсификации производства продукции растениеводства / А. А. Кунцевич, Н. Е. Лузгин, А. А. Соколов // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 27–28 марта 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 142-145.

10. Оценка сорта Санлин льна масличного в условиях Тульской и Рязанской областей / Д. В. Виноградов, А. В. Поляков, Н. С. Егорова, А. А. Кунцевич // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 3(27). – С. 5-9.

11. Роль цинка в процессах развития и роста растений / Е. А. Тишкина [и др.] // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 209-213.

12. Требования к грунтам, применяемым при благоустройстве городских ландшафтов / С. К. Константинов, А. А. Кунцевич, Н. Е. Лузгин, А. А. Соколов // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 97-102.



*Константинов С.К., студент,  
Кунцевич А.А., канд. с.-х. наук,  
Лузгин Н.Е., канд. тех. наук,  
Соколов А.А., канд. с.-х. наук  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **МЕТОДЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ РАЗНЫХ ФРАКЦИЙ НАВОЗА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ**

При увеличении производства продукции животноводства становится очень актуальной проблема обеззараживания, утилизации и использования продуктов жизнедеятельности, в том числе навоза. При постоянном увеличении стоимости минеральных удобрений и их негативного последствия на свойства почвы (ухудшение структуры, повышение кислотности, снижения емкости катионного обмена, снижение активности почвенной биоты), использование компостированного подготовленного навоза или обеззараженной жидкой фракции является приоритетной задачей для воспроизводства плодородия почвы и получения высоких стабильных урожаев сельскохозяйственных культур.

Обеззараживание навоза – важный этап сельскохозяйственного производства, направленный на минимизацию экологических рисков и улучшение качества применяемых органических удобрений. При правильной обработке навоз становится ценным ресурсом, обогащенным органическими веществами, макро-, мезо- и микроэлементами, и минералами, которые способствуют поддержанию и увеличению плодородия почвы. Однако без должной обработки навоз может стать источником инфекций, загрязнений водоемов и почвы, а также выбросов парниковых газов. В этой статье рассмотрим основные методы обеззараживания навоза, их преимущества и недостатки [3].

Навоз содержит множество микроорганизмов, включая вирусы, патогенные паразиты и бактерии, которые могут быть источником заболеваний, как у человека, так и у сельскохозяйственных животных, кроме того, нельзя не исключать негативное влияние его на почву, поверхностные и подземные воды. Кроме того, навоз содержит большое количество азота и фосфора, которые могут вызвать антропогенную эвтрофикацию («цветение») водоемов при попадании в них, что приведет к негативному изменению биосистем с изменением видового состава [6].

Государство с помощью предписаний и больших штрафных санкций старается регулировать данные вопросы, но не всегда это помогает. Поэтому обеззараживание навоза не только снижает риск распространения инфекций, но и повышает его качество как органического удобрения, делая его безопасным для использования на полях, сенокосах и в теплицах [2].

Существуют различные методы обработки и обеззараживания навоза, которые могут быть разделены на химические, термические и биологические.

Каждая технология имеет свои особенности и применяется в зависимости от масштабов производства, целей обработки и экологических требований.

#### 1. Химическая обработка

Химическая обработка включает использование различных реагентов для обеззараживания навоза. Наиболее часто используются такие вещества, как известь, озон, аммиак и формальдегид. Химические агенты эффективно уничтожают патогены и положительно влияют на подавление неприятных запахов. Например, при добавлении извести навоз нейтрализуется, что помогает уничтожить вредные микроорганизмы и стабилизировать продукт, кроме того, известь является источником кальция, что позволит использовать конечный продукт в качестве известкового удобрения (мелиоранта), плюс не забываем функции извести как адсорбента.

Химические методы обеззараживания жидкого навоза включают в себя его обработку формальдегидом, хлором, озоном и другими химическими активными веществами в течение нескольких часов в карантинных или других специальных емкостях [2]. Химическое обеззараживание эффективно при влажности жидкого навоза не менее 87%. Наряду с обеззараживанием введение, например, в навоз формальдегида обеспечивает дезодорирующий эффект (что дает возможность дальнейшей рециркуляции стоков).

#### 2. Компостирование

Компостирование – один из наиболее простых и популярных методов обеззараживания навоза. Здесь происходит разложение органических веществ под воздействием микроорганизмов в аэробных условиях. Компостирование позволяет снизить количество патогенов и преобразовать навоз в стабильное удобрение, с малыми потерями элементов питания. Для эффективного компостирования требуется поддержание температуры выше 55°C в течение нескольких дней, что способствует уничтожению болезнетворных микроорганизмов. Компостирование возможно осуществлять в буртах (т.н. процесс буртования), с использованием низинного торфа в качестве наполнителя и дезактиватора. Для ускорения процесса обеззараживания рекомендуется применять бактериальные препараты [9].

#### 3. Анаэробное сбраживание

Анаэробное сбраживание (или биогазовая технология) – это процесс разложения органических веществ навоза в условиях отсутствия кислорода воздуха. В результате сбраживания образуются биогаз (метан) и обеззараженные твердые остатки, которые могут быть использованы как удобрения. При этом навоз обеззараживается благодаря высокотемпературному воздействию и активности специфических микроорганизмов. Дополнительно получаем источник топлива – газ.

#### 4. Термическая обработка

Термическая обработка включает нагрев навоза до высоких температур (до 100°C и выше), что приводит к гибели патогенных микроорганизмов и их спор. На практике используется несколько методов термической обработки: пастеризация, сушка, и пиролиз. Пастеризация включает кратковременное воздействие высоких температур (70-90°C), что позволяет оптимально

обеззараживать навоз, сохраняя его полезные свойства как удобрения. При пастеризации погибают тела бактерий, но споры при этом остаются жизнеспособными. Пиролиз же подразумевает нагревание навоза в условиях отсутствия кислорода, что позволяет получить углеродосодержащие продукты, такие как биоуголь [4].

Тепловой метод характеризуется довольно высокими бактерицидными показателями. В качестве тепловых агентов для термической обработки стоков применяют высокотемпературные продукты сгорания (в огневой установке с погруженной горелкой) и высокотемпературный теплоноситель - перегретый водяной пар. Сточные воды собирают в емкостях большой вместимости и прогревают до температуры 130°C с перегретым паром, вводимым в жидкость под давлением 0,02 МПа. При такой температуре выдерживают жидкость в течение определенного времени, затем ее охлаждают до температуры 40°C и только после этого сбрасывают обеззараженные стоки в накопители для дальнейшего внесения на поля орошения. Наилучшим эффектом при обеззараживании жидкого навоза обладают струйные аппараты непрерывного действия [9].

#### 5. Физические методы.

Метод ионизирующего облучения альфа-, бета- и гамма-излучениями — один из наиболее перспективных физических методов обеззараживания жидкого навоза и сточных вод. При облучении происходят полная дегельминтизация и обеззараживание навоза. Жидкий навоз, прошедший такую обработку, можно без ограничения использовать на орошение сельскохозяйственных культур, а жидкую фракцию — на рециркуляцию (гидросмыв навоза и промывку систем навозоудаления).

#### 6. Использование биопрепаратов

Биопрепараты для обработки навоза содержат специально подобранные штаммы микроорганизмов, которые способствуют разложению органических веществ и уничтожению патогенов. Эти препараты активируют процессы естественного разложения навоза, ускоряя образование гумуса и улучшая качество удобрения. Кроме того, биопрепараты помогают снизить выбросы парниковых газов, таких как метан и аммиак.

Например, препарат ЭкоБио служит для ферментационной переработки, нейтрализации запаха, а также обеззараживания жидкого и твердого навоза. Выпускается в виде сухого порошка или суспензии. Препарат содержит разные штаммы микроорганизмов, принадлежащих к родам *Exiguobacterium*, *Leucobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus* способных к переработке экскрементов, нейтрализации запаха, снижению концентрации патогенной микрофлоры. Титр не менее 5 млрд КОЕ/мл [8].

Выполняет ряд функций: переводит навоз в компост, разлагает органическую составляющую, устраняет резкие запахи, подавляет патогенную микрофлору, снижает потребность в чистке, снижает подверженность заболеваниям, растворяет осадок в лагунах. Условия применения препарата - исходная pH навоза от 6,0 до 9; температура от +5 до 55°C (для увеличения скорости переработки лучше применять дополнительно аэрацию). Способ

применения – расход 1 л биопрепарата на 10м<sup>3</sup> твёрдой фракции и на 100м<sup>3</sup> жидкой фракции навоза. Указанный объем биопрепарата разбавляют в 100 л воды с добавлением 0,5 кг азота в виде аммиачной селитры или карбамида для стартовой активации бактерий. Подготовленный раствор вносится в емкость и распределяется равномерно по всей площади. Для лучшего действия, оптимально перемешивать каждые 3...5 дней. При регулярном добавлении жидкого навоза необходимо пропорционально параллельно добавлять препарат. Рабочий раствор препарата применяют в течение не более 5-ти часов, в течении которых бактерии микроорганизмы наиболее активны [5].

Обеззараживание навоза и дальнейшее его применение в качестве ценных удобрений, является важной частью агропромышленного производства, поскольку позволяет минимизировать вредное воздействие на окружающую среду и повысить урожайность сельскохозяйственной продукции. Выбор конкретного метода зависит от ряда факторов: масштабов производства, доступных технологий, финансовых возможностей и экологических требований. Компостирование, термическая обработка, анаэробное сбраживание и использование биопрепаратов – все эти методы обладают своими преимуществами и недостатками, и их применение должно быть обосновано с точки зрения конкретных задач и условий сельскохозяйственного производства.

### ***Библиографический список***

1. Агротехнические требования, предъявляемые к посевам семян трав и зерновых культур / А. О. Калинин [и др.] // Инженерные решения для АПК : Всероссийская науч.-практ. конф., посв. 85-летию со дня рождения профессора А.М. Лопатина, 13 ноября 2024 года. – Рязань : РГАТУ, 2024. – С. 71-77.

2. Известкование как основной фактор воспроизводства плодородия почвы / О. Н. Новикова, А. А. Кунцевич, Н. Е. Лузгин, А. А. Соколов // Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства: современные проблемы и тенденции развития, Рязань, 28 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 169-174.

3. Особенности применения минеральных удобрений при выращивании картофеля / Д. Р. Сафронова [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 309-313.

4. Приёмы оздоровления почв / А. В. Ручкина [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 267-270.

5. Оценка сорта Санлин льна масличного в условиях Тульской и Рязанской областей / Д. В. Виноградов, А. В. Поляков, Н. С. Егорова, А. А. Кунцевич // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 3(27). – С. 5-9.

6. Сафронова, Д. Р. Виды деградации почв и борьба с ними / Д. Р. Сафронова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 339-343.
7. Современные тенденции в сельском хозяйстве / Е. М. Зайцев, К. Д. Сазонкин, А. А. Соколов, А. В. Ручкина // Научно-исследовательские решения высшей школы: Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 105-106.
8. Тыщенко, А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на засоренность и продуктивность кукурузы / А. В. Тыщенко, А. А. Соколов, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 403-408.
9. Урожайность горчицы белой при использовании современных жидких удобрений в Нечерноземной зоне России / Д. В. Виноградов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 4(44). – С. 126-131.
10. Экологическая оценка потенциальной радоноопасности / К. М. Павлова, М. А. Габибов, А. А. Кунцевич, С. А. Морозов // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной науч.-практ. конф., Рязань, 21 сентября 2023 года. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 295-301.
11. Моделирование эпидемиологических свойств бесподстильного навоза при подготовке физико-химическим обеззараживанием / А. А. Цымбал, И. А. Успенский, И. А. Юхин, Н. В. Лимаренко // Вестник РГАТУ. – 2020. – № 3(47). – С. 89-97.
12. Лимаренко, Н. В. Анализ влияния физических воздействий на процесс обеззараживания стоков сельского хозяйства / Н. В. Лимаренко, В. П. Жаров, Б. Г. Шаповал // Инновационные технологии в науке и образовании "итно-2016" : Сборник научных трудов международной научно-методической конференции, Дивноморское, 11–17 сентября 2016 года / ФГБУ ВО "Донской государственный технический университет"; ФГБНУ "Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства". – Дивноморское: 2016. – С. 117-121.
13. Лимаренко, Н. В. Создание экологически безопасной технологии утилизации стоков животноводства / Н. В. Лимаренко, В. П. Жаров, Б. Г. Шаповал // Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2017) : Материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Ростов-на-Дону, 11–15 сентября 2017 года. – Ростов-на-Дону: ООО "ДГТУ-ПРИНТ", 2017. – С. 176-179.
14. Моделирование влияния влажности бесподстильного навоза на уровень его санитарно-эпидемиологической нагрузки / С. Н. Борычев [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2021. – Т. 13, № 2. – С. 79-87.
15. Экспериментальная оценка достоверности оптимальных параметров активатора обеззараживания жидких отходов животноводства / Н. В. Бышов, И. А. Успенский, И. А. Юхин, Н. В. Лимаренко // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 8(266). – С. 28-31.

*Сябро М.М., магистрант 1 курса,  
Суханов М.К., магистрант 1 курса,  
Лимаренко Н.В., д-р техн. наук  
ФГБОУ ВО ДГТУ, г. Ростов-на-Дону, РФ*

## **АНАЛИЗ СРЕДСТВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ГАЗОВ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЖИВОТНОВОДСТВА**

В настоящее время одним из наиболее значимых источников выбросов парниковых газов является животноводство, глобально на него приходится 14,5% антропогенных выбросов. Производственные процессы на животноводческих фермах сопровождаются выбросом различных газов, образующихся в процессе жизнедеятельности животных, разложения навоза и остатков кормов. Большую часть выбросов составляют: аммиак ( $\text{NH}_3$ ), сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ), углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) и метан ( $\text{CH}_4$ ) [1]. Высокие концентрации данных веществ в воздухе негативно сказываются как на состоянии сотрудников предприятий, так и на состоянии и здоровье животных. Образующийся при разложении органических веществ аммиак и сероводород в высоких концентрациях ( $15 \text{ мг/м}^3$  для аммиака и  $10 \text{ мг/м}^3$  для сероводорода) вызывают раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей и носоглотки. Концентрации углекислого газа до 0,5% объемной доли вызывают вялость и отсутствие аппетита у животных, а также усталость, невнимательность и сонливость у людей. Существующие нормативные документы строго регламентируют предельно допустимые концентрации (ПДК) для людей и животных, однако контроль за их соблюдением остается сложной задачей. В связи с этим разработка автоматизированных и точных методов мониторинга газовых выбросов имеет высокую практическую значимость.

Цель исследования – анализ современных технологий контроля выбросов газов и оценка их применимости для мониторинга очистных сооружений животноводческих предприятий.

Приоритетными задачами Доктрины продовольственной безопасности являются развитие производства сельскохозяйственной продукции, которое одновременно соответствует экологическим и санитарно-эпидемиологическим требованиям. Рост масштабов производства продуктов животноводства так же привел к увеличению объема производимых ими отходов. Наиболее экологически и технологически перспективным является бесподстильное содержание животных, при котором отходы представляют собой жидкую фракцию [2]. Животноводческие комплексы, генерируют значительные объемы отходов, например, на одну свинью приходится 12 литров отходов в сутки, которые в процессе анаэробного разложения выделяют токсичные газы, включая аммиак, сероводород, меркаптаны, скатол, индол и другие [3]. Эти вещества не только создают неприятный запах, но и представляют опасность для экосистем и здоровья человека. При этом, свиной навоз содержит высокие

концентрации биогенных элементов: азота (4–6 кг/м<sup>3</sup>), фосфорного ангидрида (3–6 кг/м<sup>3</sup>) и оксида калия (2–4 кг/м<sup>3</sup>), что потенциально делает его ценным удобрением, но одновременно требует строгого контроля за составом при утилизации. Источники выбросов и основные выделяемые газы сведены в таблицу 1. К летучим органическим соединениям (ЛОС) обычно относятся летучие органические кислоты, ароматические и алифатические соединения, соединения серы и азота, спирты, кетоны, альдегиды и терпены.

Таблица 1 – Источники выбросов газов на животноводческом предприятии

№	Категория источника	Источник	Основные выделяемые газы
1	Животные	Дыхание животных	CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, NH <sub>3</sub>
		Пищеварение	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub>
2	Навоз	В помещениях	
		Разложение свежего навоза	NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S, CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , ЛОС
		Хранение навоза	
		Открытые лагуны и навозохранилища	CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S, CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O
		Закрытые хранилища	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S
		Обработка навоза	
		Аэробная обработка	CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O
		Анаэробное сбраживание	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S
3	Корма и их хранение	Ферментация силоса	CO <sub>2</sub> , органические кислоты, этанол
		Испарения от кормовых столов	NH <sub>3</sub>
4	Прочие источники	Очистные сооружения сточных вод	CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub>

Представленная структура выбросов животноводческих предприятий демонстрируют многообразие источников выбросов, каждый из которых генерирует специфические газы, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека. Для оценки степени опасности необходимо сопоставить реальные уровни выбросов с ПДК, установленными отдельно для людей и для животных (см. таблица 2).

Таблица 2 – Значения ПДК для людей и животных по основным газам, выбрасываемых животноводческим предприятием

№	Вещество	Категория	ПДК (мг/м <sup>3</sup> )
1	Аммиак (NH <sub>3</sub> )	Люди и взрослые животные	20
		Птицы и молодняк животных	10 – 15
2	Сероводород (H <sub>2</sub> S)	Люди	10
		Животные	20
3	Углекислый газ (CO <sub>2</sub> )	Люди	16 600
		Животные	3 700 – 4 600
		Птицы	2 800 – 3 700

Для мониторинга концентраций вредных газов в настоящее время применяются сенсорные, химические и инструментальные методы анализа воздуха. Сенсорные методы, такие как полевая ольфактометрия несмотря на высокую чувствительность имеют существенный недостаток – субъективность, вызванная индивидуальной восприимчивостью эксперта. К химическим методам относится использование индикаторной бумаги и титрование серной кислотой. Среди инструментальных методов широкое распространение получили портативные газоанализаторы, например, УГ-2 и автоматические системы, такие как МАГ-6. Однако эти методы имеют ряд ограничений, включая узкий спектр детектируемых веществ и необходимость регулярного технического обслуживания.

Для более точного определения состава загрязняющих веществ используется газовая хроматография-масс-спектрометрия. Основными преимуществами данного метода являются: высокая точность и возможность детектирования следовых концентраций веществ. Однако метод требует сложного оборудования, квалифицированного персонала и трудоемкой подготовки проб, что ограничивает его применимость в полевых условиях [4, 5].

Перспективным инструментальным методом является использование электронного носа – мультисенсорной системы, имитирующей работу обонятельной системы человека с помощью массива газовых датчиков. Полученные данные обрабатываются с помощью алгоритмов машинного обучения, что позволяет не только детектировать отдельные вещества и измерять их концентрацию, но и анализировать сложные газовые смеси [6-8]. Ключевым преимуществом электронных носов является их способность детектировать широкий спектр летучих органических соединений, которые традиционными методами часто остаются незамеченными. Кроме того, такие системы обеспечивают непрерывный мониторинг и могут быть интегрированы в автоматизированные системы управления очистными сооружениями для проведения экспресс-анализа газового состава воздуха.

Для точной интерпретации результатов исследований необходим точный контроль параметров окружающей среды, который реализуется посредством измерения температуры и влажности. Блок предварительной обработки позволяет отфильтровать шумы и усилить сигнал с датчиков. После этого сигнал передается в микропроцессорную систему для дальнейшего анализа с использованием методов машинного обучения. Интерфейс включает в себя блоки индикации и управления.

Обобщив результаты исследований [1-5] была предложена модель (см. рис. 2) влияния факторов, условий и параметров на количество выбросов, генерируемых животноводческим предприятием.

По результатам исследования подтверждена целесообразность применения электронного носа для мониторинга газовых выбросов животноводческих предприятий. В отличие от традиционных методов, он обеспечивает быстрый и автоматизированный контроль специфических для животноводства соединений. Однако внедрение данного решения требует



дальнейшей разработки, включая калибровку сенсоров под специфические газы и создание адаптивных алгоритмов для разных типов навоза.

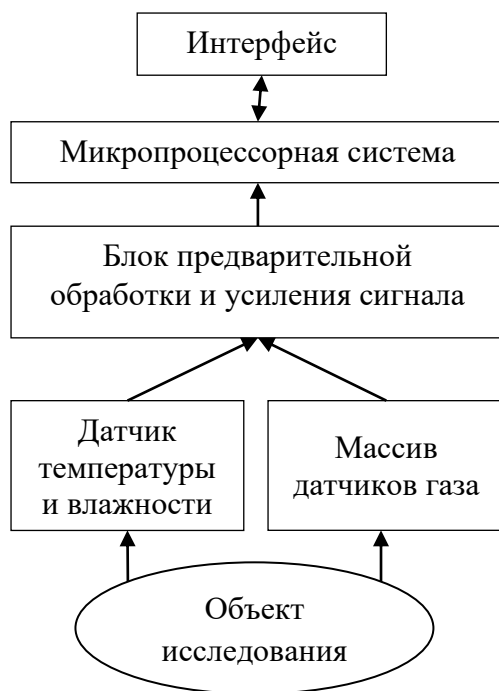


Рисунок 1 – Структурная схема электронного носа

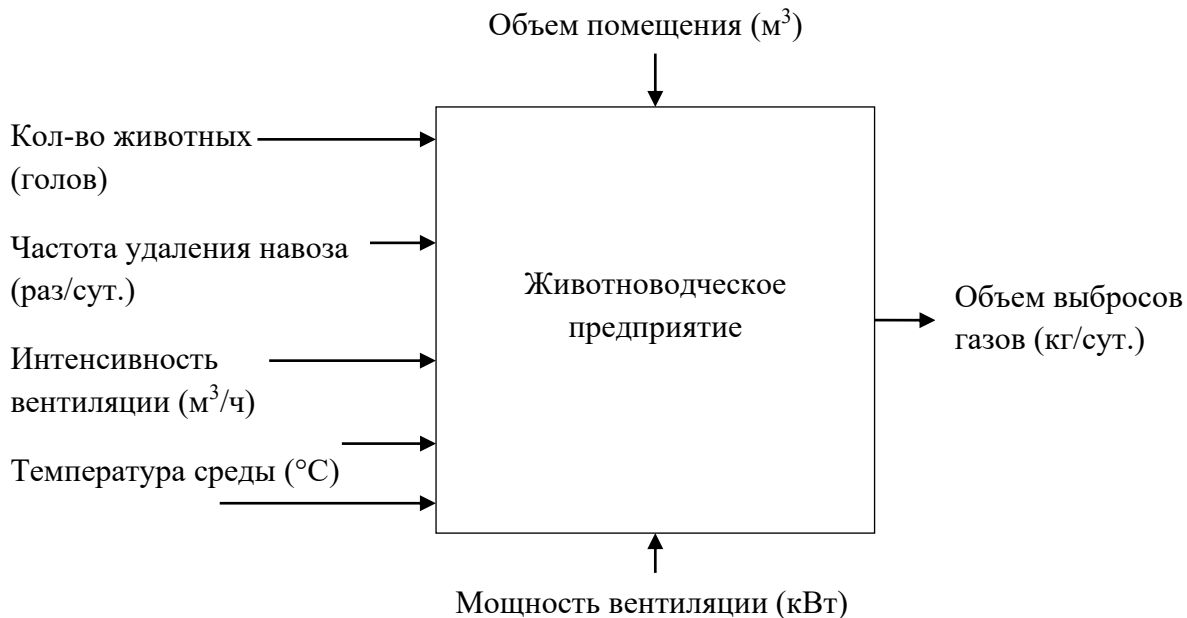


Рисунок 2 – Модель влияния факторов на объем выбросов газов животноводческого предприятия

Перспективы развития данной технологии связаны с интеграцией искусственного интеллекта для прогнозирования выбросов и автоматизации очистных процессов. Таким образом, применение электронных носов может

стать ключевым элементом в обеспечении экологической безопасности современного животноводства.

### ***Библиографический список***

1. Biodegradation of skatole by *Bacillus subtilis* GDAAS-A32 and its inhibition for odor emissions from swine manure / J.-Y. Hu [et al] // *Journal of Environmental Chemical Engineering*. – 2025. – Vol. 13, Issue 2. – P. 115426.
2. Методика оценки уровня экологической нагрузки свиноводческих предприятий / Н.В. Бышов др. // *Известия НВ АУК*. – 2020. – № 1(57). – С. 268-278.
3. The production of methyl mercaptan is the main odor source of chicken manure treated with a vertical aerobic fermenter / M. Chen [et al] // *Environmental Research*. – 2024. – Vol. 260. – P. 119634.
4. Conti, C. Measurements techniques and models to assess odor annoyance: A review / C. Conti, M. Guarino, J. Bacenetti // *Environment International*. – 2020. – Vol. 134. – P. 105261. – ISSN 0160-4120.
5. Fast prediction of odor concentration along pig manure chain based on machine learning: Monitoring 20 instead of over 100 odorous substances / T. Cao [et al] // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2025. – Vol. 233. – P. 110146.
6. Оценка эффективности цифрового микросервиса ведения журнала обращения с отходами и побочными продуктами животноводческих предприятий / Н. В. Лимаренко, И. А. Успенский, И. А. Юхин, Е. В. Барина // *Техника и оборудование для села*. – 2025. – № 6(336). – С. 2-7.
7. Шемякин, А. В. Минимизация ущерба, наносимого экосистемам агропромышленным комплексом путём внедрения элементов искусственного интеллекта / А. В. Шемякин, Н. В. Лимаренко, И. А. Успенский // *Чтения академика В. Н. Болтинского : Сборник статей, Москва, 17–18 января 2024 года*. – Москва: Российский государственный аграрный университет, ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 114-120.
8. Сябро, М. М. Анализ конструкций и областей применения электронных аспираторов в экологическом мониторинге / М. М. Сябро, Н. В. Лимаренко // *Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года*. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 159-163.

УДК 656

*Гладышев М.А., студент,  
Колотов А.С., канд. техн. наук, доцент,  
Филюшин О.В., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОБОРУДОВАНИЕ МАСТЕРСКОЙ ДЛЯ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

Современная мастерская по ремонту легковых автомобилей представляет собой сложный технологический комплекс, оснащённый разнообразными устройствами и инструментами, обеспечивающими качественное выполнение ремонтных работ. От правильного выбора оборудования зависит эффективность работы автосервиса, качество предоставляемых услуг и безопасность как сотрудников, так и клиентов.

### **Основные виды оборудования**

Основные категории оборудования, нужные для работы мастерской.

#### **Подъёмники**

Подъёмник – один из самых важных элементов автосервиса. Он поднимает автомобиль над уровнем пола, обеспечивая доступ ко всем узлам и агрегатам снизу автомобиля.

Существуют различные виды подъёмников:

- **Одностоечные подъёмники.** Идеальны для небольших автосервисов, обеспечивают удобный доступ к днищу машины.
- **Двухстоечные подъёмники.** Обеспечивают большую устойчивость и возможность одновременного обслуживания двух машин.
- **Четырёхстоечные подъёмники.** Предназначены для крупных сервисов, позволяют проводить ремонтные работы одновременно несколькими специалистами.



Рисунок 1— Одностоечный подъёмник



Рисунок 2 — Двухстоечный подъемник



Рисунок 3 — Четырехстоечный подъемник

Выбор типа подъёмника зависит от размеров помещения, объёма выполняемых работ и финансовых возможностей предприятия.

#### **Диагностические стенды**

Диагностика является важнейшим этапом ремонта автомобиля. Современные диагностические комплексы позволяют выявлять неисправности двигателя, трансмиссии, подвески и электрооборудования.

Виды диагностического оборудования:

- **Мотор-тестеры.** Позволяют проверить работу двигателя внутреннего сгорания, выявить причины неисправностей зажигания, топливной системы и выхлопной системы.
- **Компьютерные сканеры.** Предоставляют полную картину состояния электронных компонентов автомобиля.
- **Осциллографы.** Помогают исследовать сигналы датчиков и исполнительных механизмов.

Диагностическое оборудование должно соответствовать марке и модели обслуживаемых автомобилей, а также поддерживать современные протоколы связи.



Рисунок 4 — Диагностический стенд

### **Шиномонтажное оборудование**

Шиномонтажные станки необходимы для снятия и установки шин, балансировки колёс и проверки давления воздуха. Качественное шиномонтажное оборудование обеспечивает безопасную эксплуатацию транспортного средства и снижает износ деталей ходовой части.

Среди основных требований к шиномонтажному оборудованию следует выделить:

- Возможность работы с различными типоразмерами дисков и шин.
- Наличие автоматического центризатора колеса.
- Высокая точность измерений и надёжность конструкции.



Рисунок 5— Шиномонтажный станок

### **Оборудование для мойки и очистки.**

Перед началом любых работ с автомобилем важна его очистка. Она реализуется благодаря этим инструментам:

- **Автомойка высокого давления.** Очищает двигатель и кузов от грязи.
- **Парогенераторы.** Удаляют тяжелые и стойкие загрязнения паром.
- **Компрессоры.** Обеспечивают подачу воздуха для сушки и продувки деталей.



Рисунок 6— Парогенератор



Рисунок 7— Компрессор



Рисунок 8— Мойка высокого давления

### **Кузовное оборудование**

Ремонт кузова требует специального оборудования, позволяющего восстанавливать геометрию кузовных элементов. К таким устройствам относятся:

- **Рихтовочные инструменты.** Необходимы для устранения мелких повреждений поверхности металла.
- **Краскопульты.** Используются для нанесения лакокрасочных покрытий.





Рисунок 9— Краскопульт

Особое внимание уделяется качеству покраски и антикоррозионной обработке кузова, поскольку они существенно влияют на внешний вид и долговечность автомобиля.

### **Инструменты общего назначения**

Кроме специализированного оборудования, в арсенале автослесаря должны присутствовать универсальные инструменты, такие как гаечные ключи, отвёртки, молотки и плоскогубцы. Они используются ежедневно и являются неотъемлемой частью процесса ремонта.

При выборе инструментов важно учитывать удобство использования, прочность материалов и эргономичность рукояток. Современный рынок предлагает широкий ассортимент инструмента различных производителей, среди которых можно подобрать оптимальное решение для каждого конкретного случая.

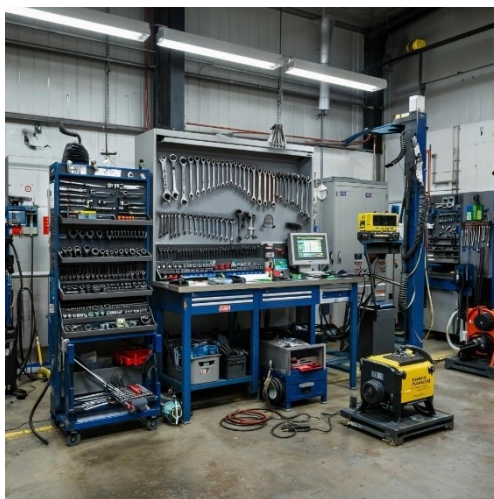


Рисунок 10— Набор инструментов

Организация современной автомобильной мастерской невозможна без грамотно подобранного оборудования. Оно определяет производительность труда, качество выполненных работ и уровень удовлетворённости клиентов. Регулярное обновление парка техники, внедрение новых технологий диагностики и ремонта позволят автосервису оставаться конкурентоспособным и востребованным на рынке.

### ***Библиографический список***

1. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 137-143.

2. Хранение сельскохозяйственной техники с соблюдением эксплуатационных требований / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев, С. В. Колупаев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти д.т.н., профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 61-69.

3. О повышении эффективности использования сельскохозяйственной техники / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 12-18.

4. Методика обработки поверхностей трактора от абразивных частиц и важность её реализации / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. М. Юмаев, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 109-116.

5. Повышение эффективности технологии нанесения противокоррозионного состава при постановке сельскохозяйственных машин на хранение / И. В. Фадеев, И. А. Успенский, А. И. Ушанев [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2022. – № 1(295). – С. 39-42.

6. Перспективы восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники / А. М. Мошнин, А. И. Ушанев, О. В. Филюшин [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 140-147.

7. Косоруков, Д. И. Лазерная очистка металлических поверхностей сельхозмашин / Д. И. Косоруков, А. И. Ушанев // Современное состояние и



перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 22 декабря 2022 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 183-188.

8. Современные подходы к организации и технологиям технического обслуживания и ремонта автомобилей / А. И. Ушанев, Д. М. Юмаев, О. В. Филюшин, Е. А. Шамбазов // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 176-181.

9. Ушанев, А. И. Актуальные вопросы технического обслуживания в агропромышленном комплексе / А. И. Ушанев, А. С. Колотов, О. В. Филюшин // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 187-194.

10. Обслуживание сельхозтехники / А. М. Мошнин, О. В. Филюшин, Д. М. Юмаев [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 120-126.

11. Успенский, И. А. Виды износа сельскохозяйственной техники при эксплуатации / И. А. Успенский, А. И. Ушанев // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 181-187.

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619462 Российская Федерация. Программа расчета нормы эксплуатационного расхода топлива автотранспортных средств : № 2023617644 : заявл. 21.04.2023 : опубл. 11.05.2023 / А. В. Шемякин, С. Н. Бoryчев, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

**УДК 629.113.004.6**

*Колотов А.С., канд. техн. наук,  
Припоров Я.О., студент,  
Глотов А.Д., студент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ: ОБОРУДОВАНИЕ И СРЕДСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ**

Правильно организованная процедура очистки деталей автомобиля является необходимым условием для успешного завершения ремонта и последующего продления срока службы транспортного средства. Основной задачей является обеспечение надлежащего качества поверхности, свободной от загрязнений и следов коррозии, для последующей окраски, сварки, нанесения защитного покрытия или замены износившихся элементов.

Очистка должна проводиться профессионально, с использованием специализированных средств и оборудования, так как любые нарушения технологического процесса могут негативно сказаться на конечном результате и качестве выполненного ремонта.

### **Характеристика загрязнений на деталях автомобилей**

Основными причинами загрязнений деталей автомобиля являются:

- Остатки топлива и смазочных материалов,
- Следы дорожных реагентов и осадков,
- Коррозионные повреждения,
- Накипь и нагар,
- Загрязнения от окружающего пространства (пыль, песок, соли).

Эти загрязнения влияют на работоспособность механизмов и снижают прочность деталей, поэтому своевременная очистка становится обязательной частью каждого этапа технического обслуживания и ремонта.

Современные методы очистки деталей автомобилей

Существует три основных направления в технологиях очистки деталей автомобилей:

#### **1. Механические методы**

Подразделяются на две категории:

- **Ручная очистка:** производится посредством абразивных материалов, щеток, скребков и других приспособлений. Она подходит для небольших деталей и областей с ограниченным доступом, однако трудоемка и связана с риском повреждения поверхностей.
- **Автоматизированная очистка:** реализуется с помощью роторных машин, вибрационных аппаратов и пневматического инструмента. Этот метод используется чаще всего в производственных масштабах, обеспечивая высокую скорость обработки и отличное качество результатов.

#### **2. Химические методы**

Основываются на взаимодействии активных химических веществ с поверхностью деталей, что приводит к устранению загрязнений и защите металла от негативных воздействий внешней среды. Широко распространены следующие виды химических средств:

- **Щелочные растворы:** применяют для обезжиривания поверхностей и избавления от остатков топлива и масел.
- **Кислотные растворы:** служат для удаления налета и следов коррозии, часто используют фосфаты и сульфаты.
- **Специальные растворители:** способствуют быстрому снятию органических и неорганических загрязнений.

Использование химически активных веществ должно происходить под контролем квалифицированного специалиста, соблюдая меры безопасности и правила утилизации отходов.

#### **3. Комбинированные методы**

Представляют собой сочетание двух или трех вышеуказанных способов, позволяя достигнуть наибольшей эффективности очистки. В частности,

механическая очистка часто дополняется химической обработкой, а затем деталям придаётся дополнительная защита с помощью специальных покрытий.

Одним из примеров комплексного подхода является ультразвуковая очистка, совмещающая механику и химию. Ультразвук создает эффект кавитации, способствующий высвобождению загрязнений и их равномерному распределению в растворе.

Оборудование для очистки деталей автомобилей

Современные автосервисы оснащены широким спектром оборудования для очистки деталей:

- **Парогенераторами:** производят высокотемпературный водяной пар, позволяющий устранить большинство загрязнений, включая твердые загрязнения и жирные пятна.

- **Гидравлическими установками:** применяют мощную струю воды под высоким давлением, идеально подходящую для глубоких загрязнений и трудноочищаемых деталей.

- **Установками ультразвуковой очистки:** использующими звуковые волны высокой частоты для удаления микроскопических загрязнений и формирования гладкой поверхности.

- **Компрессорами и пылесосами:** незаменимы для финальной уборки и обеспыливания очищенных деталей.



Рисунок 1 — Установка мойки деталей

Отдельного стоит выделить профессиональные автомойки, работающие с минимальным количеством воды и моющих средств, таким образом экономя энергоресурсы и снижая негативное воздействие на окружающую среду.

Рекомендуемые средства для очистки деталей автомобилей

Для очистки различных типов загрязнений рекомендуется использовать конкретные средства:

- **Средства для очистки алюминиевых сплавов:** применяются щадящие химические составы, содержащие слабые кислоты и ферменты, предотвращающие повреждение поверхности алюминия.

- **Средства для очистки пластмассы и резины:** созданы на основе нейтральных композиций, защищающих материал от растрескивания и деформации.

- **Чистящие средства для металла:** представлены препаратами на основе аммиака, спирта и других растворяющих агентов, эффективно устраняя трудносмываемые пятна и налет.

Выбор конкретного средства зависит от материала детали, характера загрязнений и цели проводимой операции.

Очистка деталей автомобилей при ремонте — важный и ответственный этап, определяющий качество конечных работ и продолжительность эксплуатации транспортного средства. Современное оборудование и правильно подобранные химические средства позволяют достигать превосходных результатов, обеспечивая полное избавление от загрязнений и защиту от будущих разрушительных факторов.

Применение профессиональных технологий и соблюдение рекомендованных процедур гарантирует улучшение эксплуатационных качеств автомобиля, сохранение его эстетической привлекательности и увеличение сроков службы. Поэтому правильная организация процесса очистки является обязательным элементом профессионального подхода к ремонту и техническому обслуживанию автомобилей.

### ***Библиографический список***

1. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 137-143.

2. Хранение сельскохозяйственной техники с соблюдением эксплуатационных требований / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев, С. В. Колупаев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти д.т.н. профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 61-69.

3. О повышении эффективности использования сельскохозяйственной техники / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 12-18.

4. Методика обработки поверхностей трактора от абразивных частиц и важность её реализации / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. М. Юмаев, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти д.т.н., профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 109-116.

5. Повышение эффективности технологии нанесения противокоррозионного состава при постановке сельскохозяйственных машин на хранение / И. В. Фадеев [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2022. – № 1(295). – С. 39-42.

6. Перспективы восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники / А. М. Мошнин [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора Бычкова В.В., Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 140-147.

7. Косоруков, Д. И. Лазерная очистка металлических поверхностей сельхозмашин / Д. И. Косоруков, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 22 декабря 2022 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 183-188.

8. Современные подходы к организации и технологиям технического обслуживания и ремонта автомобилей / А. И. Ушанев, Д. М. Юмаев, О. В. Филюшин, Е. А. Шамбазов // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 176-181.

9. Ушанев, А. И. Актуальные вопросы технического обслуживания в агропромышленном комплексе / А. И. Ушанев, А. С. Колотов, О. В. Филюшин // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 187-194.

10. Обслуживание сельхозтехники / А. М. Мошнин [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной науч.-практ. конф., посвященной памяти д.т.н., профессора Бычкова В.В., Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 120-126.

11. Успенский, И. А. Виды износа сельскохозяйственной техники при эксплуатации / И. А. Успенский, А. И. Ушанев // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 181-187.

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619462 Российская Федерация. Программа расчета нормы эксплуатационного расхода топлива автотранспортных средств : № 2023617644 : заявл. 21.04.2023 : опубл. 11.05.2023 / А. В. Шемякин [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

*Рязанцев А.И., д-р техн. наук, профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

*Евсеев Е.Ю., канд. тех. наук,*

*Смирнов А.И., канд. тех. наук,*

*Малько И.В., канд. тех. наук, доцент*

*ГОУ ВО МО «ГСГУ», г. о. Коломна, РФ*

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ НА ОРОШАЕМЫХ КРУГОВЫМИ ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ**

Несмотря на большое количество производителей сельхозпродукции, наблюдается сокращение объемов производства на площадях, обрабатываемых широкозахватными дождевальными машинами, типа «Кубань-ЛК1». В первую очередь, это связано с несовершенством их конструкции, а также большими сроками эксплуатации подобного типа машин. По данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат), средний возраст эксплуатируемых машин типа ДМ «Кубань-ЛК1» превышает 10 лет. Однако, уменьшение общей производительности, при эксплуатации ДМ, также происходит за счет нерационального передвижения машинно-тракторных агрегатов (МТА) при обработке торфяных почв [7, 8, 9].

Таким образом, для стабильной и эффективной эксплуатации такой техники требуется не только их регулярное обслуживание и ремонт, но и внедрение оптимальных траекторий движения машинно-тракторных агрегатов, основанных на современных научных достижениях [3, 4, 5].



1 – опорная тележка; 2 – консольная часть; 3 – пневматическое колесо  
Рисунок 1 – Общий вид дождевальной машины «Кубань-ЛК1»

Для решения указанного вопроса известны следующие технические решения. Так, профессором Алексейчиком Н.А. разработан метод оптимизации перемещения машинно-тракторных агрегатов по торфяным почвам, учитывающий естественную влажность поверхности для повышения эффективности работы. На мелиорированных торфяно-болотных почвах при посеве наиболее эффективно использовать гоновый способ движения агрегата с петлевыми поворотами («челноком») (рисунок 2). Разметка поля сводится к провешиванию линии первого прохода агрегата и отводу поворотных полос по обоим концам гона. Линия первого прохода агрегата прокладывается по длине участка параллельно открытому осушительному каналу на расстоянии половины ширины захвата посевного агрегата от бермы канала. Недостатком данного способа является невозможность его использования на участках с искусственным орошением, где дождевальные машины постоянно меняют уровень влажности почвы, что требует совершенно другого подхода к планированию траекторий движения техники по сравнению с сухими зонами [2, 10].

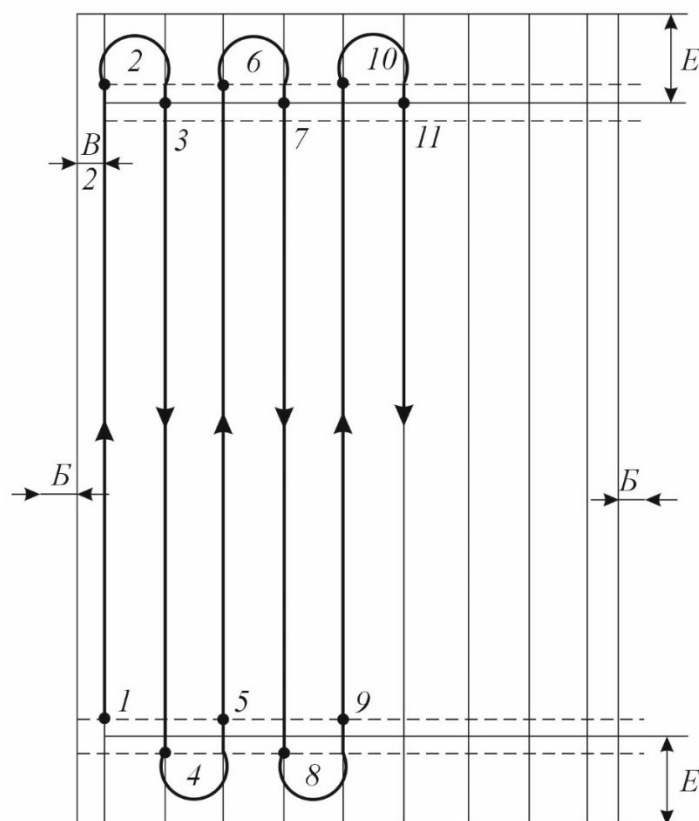
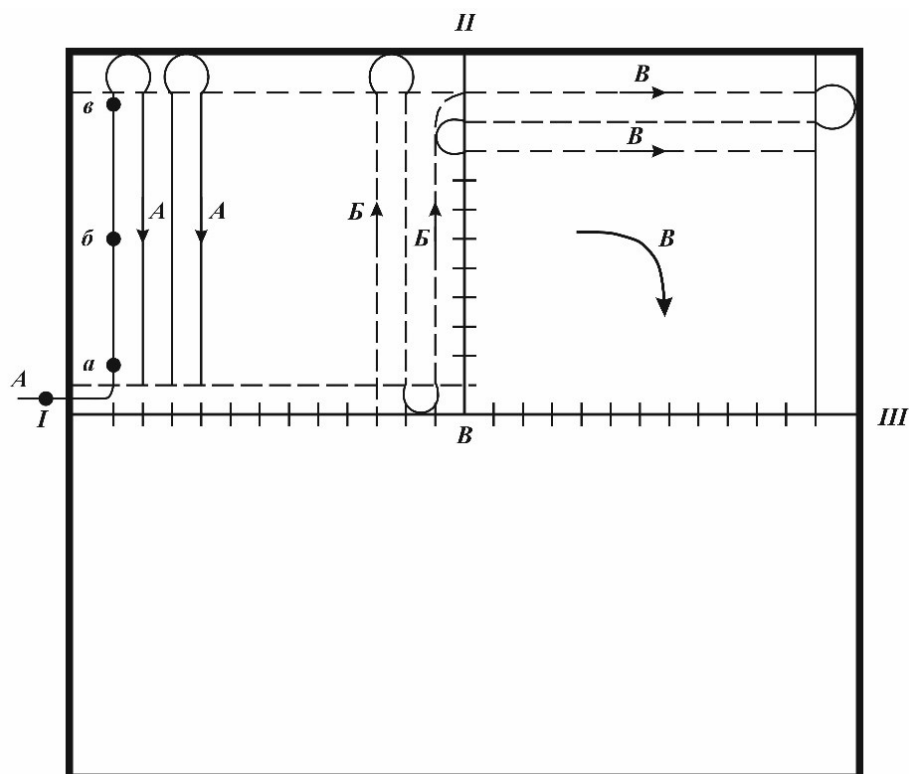


Рисунок 2 – Схема движения посевного агрегата гоновым способом с петлевыми поворотами

В сельскохозяйственной практике применяется методика перемещения машинно-тракторных агрегатов по орошаемым торфяникам, предполагающая прямолинейное движение с петлевыми разворотами на границах участков, включая угловые участки квадратных полей (рисунок 3) [1]. Однако данный способ имеет существенные ограничения, поскольку современная промышленность не выпускает специализированное оборудование для

обработки угловых участков при круговом орошении. Это приводит к вынужденному исключению из севооборота до 20% площади угловых зон и сосредоточению сельхозработ преимущественно на центральных круговых участках поля.



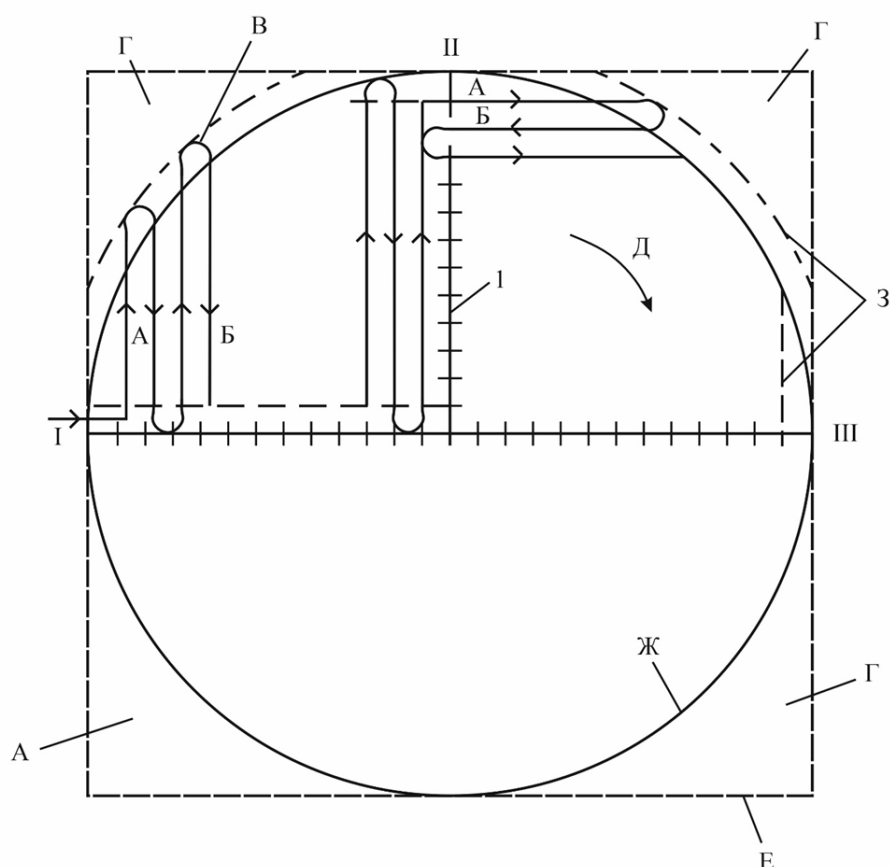
1 – дождевальная машина; А, Б – направление движения МТА; В – направление движения дождевальной машины; штрихпунктирная линия – граница орошаемого участка; пунктирная линия – граница поворотных колес; звезда – точка определения влажности почвы;  
О – центр вращения машины

Рисунок 3 – Схема движения машинно-тракторных агрегатов при обработке квадратных площадей

Главный недостаток применяемой технологии заключается в значительном снижении эффективности работы МТА при обработке круговых участков. Это связано с необходимостью выполнения холостых переездов при петлевых поворотах на неорошаемые угловые участки квадратной конфигурации, что существенно уменьшает общую производительность работы агрегатов.

Для оптимизации работы сельскохозяйственной техники на орошаемых торфяных почвах разработана новая методика перемещения машинно-тракторных агрегатов. Суть предложения заключается в специальной организации движения при обработке круговых участков, позволяющей минимизировать непроизводительные перемещения. Технология основана на комбинации прямолинейных рабочих ходов с петлевыми поворотами, выполняемыми в определенной последовательности - исключительно после нечетных проходов и строго в границах неорошаемых угловых зон. Графическое представление данной схемы приведено на рисунке 4 [6].





1 – дождевальная машина кругового действия; I, II, III – положение дождевальной машины;  
 А – нечетные рабочие проходы машинно-тракторных агрегатов, Б – четные рабочие проходы машинно-тракторных агрегатов; В – петлевые перевороты машинно-тракторных агрегатов;  
 Г – неорошаемые угловые участки; Д – направление движения дождевальных машин;  
 Е – границы квадратной площади; Ж – граница орошаемой дождевальными машинами круговой площади; З – граница поворотных полос

Рисунок 4 – Схема движения машинно-тракторных агрегатов при обработке круглых площадей

Существенное повышение эксплуатационной эффективности машинно-тракторных агрегатов при обработке орошаемых дождевальными машинами торфяных почв обеспечивается за счет внедрения новой схемы организации движения техники. Разработанная технология базируется на рациональном чередовании прямолинейных рабочих ходов А и Б с петлевыми поворотными операциями В, которые выполняются исключительно после завершения нечетных рабочих проходов. Ключевой особенностью данного технического решения выступает строгая пространственная привязка всех маневренных операций В к границам неорошаемых угловых участков Г, что позволяет минимизировать непроизводительные перемещения при последовательной обработке всех четырех секторов орошаемого круга.

Такая организация технологического процесса обеспечивает оптимальное распределение рабочих нагрузок и значительное сокращение холостых пробегов агрегатов, что, в свою очередь, позволяет повысить производительность работы МТА при орошении дождевальными машинами круговых площадей торфяных почв.

### *Библиографический список*

1. Авторское свидетельство № 1194302 А1 СССР, МПК А01В 79/02, А01G 25/09. Способ движения машинных агрегатов на торфяных почвах, орошаемых дождевальными машинами кругового действия : № 3753469 : заявл. 13.06.1984 : опубл. 30.11.1985 / А. И. Рязанцев, А. П. Симоненко ; заявитель Всесоюзное научно-производственное объединение по механизации орошения "Радуга".
2. Алексейчик, Н.А. Использование машинно-тракторного парка на торфяно-болотных почвах / Н.А. Алексейчик. - Ленинград : Колос. Ленингр. отделение, 1978. - 239 с.
3. Евсеев, Е. Ю. Повышение производительности многофункциональной машины кругового действия на склонах / Е. Ю. Евсеев, А. И. Рязанцев // Вестник РГАТУ. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 121-127.
4. Евсеев, Е. Ю. Повышение эффективности применения многофункциональной машины на склоновых площадях / Е. Ю. Евсеев // Нива Поволжья. – 2023. – № 2(66).
5. Исследование почвозащитной технологии полива шланговым дождевателем / А. И. Рязанцев [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2024. – Т. 16, № 3. – С. 157-163.
6. Патент № 2821924 С1 Российская Федерация, МПК А01В 79/02, А01В 69/00, А01G 25/09. Способ движения машинно-тракторных агрегатов на орошаемых дождевальной машиной кругового действия торфяных почвах при обработке круговых площадей : № 2023131653 : заявл. 01.12.2023 : опубл. 27.06.2024 / А. И. Рязанцев, Ж. К. Леонова, Е. Ю. Евсеев ; заявитель ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения "Радуга".
7. Повышение качества хранения кормов и сельскохозяйственной продукции в герметичных рукавах / Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 152-157.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024661412 Российская Федерация. «программа визуализации результатов технологического расчета объемного и массового расходов защитных покрытий» : № 2024660240 : заявл. 07.05.2024 : опубл. 17.05.2024 / Д. М. Юмаев, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».
9. Теоретические основы процесса кавитации в гетерогенных системах на примере производства гуминовых удобрений / О. В. Ушаков, М. Ю. Костенко, Е. Н. Закабунина, О. М. Рамазанов // Известия Дагестанского ГАУ. – 2024. – № 1(21). – С. 279-285.
10. Технические решения по повышению производительности многофункциональной машины кругового действия на склоновых участках / Е. Ю. Евсеев [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2023. – Т. 15, № 2. – С. 119-124.

*Сидоров А.А., студент,  
Гаврилин М.А., студент,  
Гладышев М.А., студент,  
Колотов А.С., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО РГТУ, г. Рязань, РФ*

## **К ВОПРОСУ ОПТИМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТА**

Эксплуатация наземных транспортно-технологических средств (НТТС) требует повышенной внимательности, дисциплины и осторожности. Безопасность обеспечивают бережное обращение с техникой, рациональное использование ресурсов и строгое соблюдение регламентов производителя. Существенны контроль технического состояния, корректный выбор режимов работы и своевременное техническое обслуживание.

Широта сфер применения НТТС обусловлена их функциональной гибкостью. Обычный трактор выступает универсальным энергетическим средством: при агрегатировании с навесными, полунавесными или прицепными машинами он выполняет сельскохозяйственные, коммунальные, строительные и транспортные операции. Такая модульность позволяет быстро адаптировать технику к текущим задачам.

Важная задача этих средств — удовлетворение потребности в перемещении на сравнительно большие расстояния при одновременном выполнении специализированных, включая стратегические, функций. Сочетание транспортной и технологической составляющих определяет их место в современной инфраструктуре. Массовое распространение НТТС делает базовые знания по их безопасной эксплуатации необходимыми для широкого круга пользователей. В профессиональной среде такая подготовка критична прежде всего для операторов, механиков и инженеров, которые отвечают за условия работы и обслуживание техники.

Легковые автомобили индивидуального пользования составляют основную часть частного автопарка. В семьях с доходом выше среднего они распространены повсеместно, поэтому навыки корректной эксплуатации должны быть у значительной доли водителей. Недостаточная подготовка повышает эксплуатационные риски и затраты.

Основа безопасной эксплуатации — соблюдение регламента производителя. Обычно он включает плановую диагностику, прохождение ТО в установленные интервалы, своевременную замену расходных материалов (масла, фильтров, тормозных колодок и др.) и ремонт по показаниям. Выполнение этих требований поддерживает исправность ключевых систем, снижает вероятность отказов и минимизирует технически обусловленные инциденты на дороге.

До начала регулярной эксплуатации владелец должен изучить руководство по эксплуатации и паспорт транспортного средства. В этих документах указаны технические характеристики, интервалы обслуживания,

допустимые нагрузки, а также алгоритмы действий при типовых неисправностях и при срабатывании индикации на приборной панели. Знание особенностей конкретной модели помогает корректно реагировать на нештатные ситуации и предотвращать поломки, связанные с некорректным обращением с автомобилем.

Эксплуатация грузовых автомобилей определяется их целевой задачей. На практике чаще всего выполняется перевозка грузов, в том числе относимых к различным классам опасности (по действующим нормативам). Выбор транспортного средства увязывают с параметрами самой номенклатуры: габаритами, массой, формой и устойчивостью, а также с её химической природой. Сочетание этих факторов задаёт требования к типу кузова и шасси, грузоподъёмности и способу крепления.

Компактные партии, обычно, перемещают малотоннажными фургонами, что удобно для коротких плеч и городской доставки. Крупногабаритные и длинномерные объекты перевозят седельными тягачами с полуприцепами (фурами) либо автопоездами, обеспечивающими необходимый объём и длину погрузочной платформы.

Для безопасной перевозки грузов применяют комбинацию средств физического крепления, специализированной тары и инструментального мониторинга. Такой набор снижает риск смещения, деформации и утраты при автомобильной, авиационной и морской доставке. Высокопрочные крепления включают текстильные и цепные стропы повышенной прочности, ремни с натяжителями, цепные стяжки, тросы, а также рым-болты и сертифицированные якорные точки на платформе. Крепёж выбирают по расчётной нагрузке с заданным коэффициентом запаса, учитывая массы, центр тяжести и предполагаемые ускорения.

Специализированные транспортировочные контейнеры обеспечивают механическую защиту и стабильность микросреды. Используются жёсткие и изотермические конструкции, вкладыши из энергоёмких пеноматериалов, виброизолирующие подвесы и фиксирующие рамы.

Для опасных грузов применяют тару и контейнеры, соответствующие CSC и IMDG, с учётом класса опасности и совместимости материалов. Датчики контроля регистрируют отклонения профиля перевозки. В ход идут индикаторы удара и наклона, логгеры вибрации, температуры и влажности, а также GPS/ГЛОНАСС-трекеры для отслеживания маршрута и времени простоя. Записи помогают оперативно корректировать режим транспортировки и документировать инциденты.

К дополнительному оборудованию относят противоскользящие маты, угловые протекторы, распорные балки, амортизирующие прокладки, фиксаторы паллет, пломбы и системы контроля доступа. Подбор элементов выполняют по типу груза и маршрута с учётом коэффициентов трения, чувствительности к ударам и требований страховщика. Такой подход обеспечивает устойчивость упаковки на всём протяжении цепи поставок.

Перевозку скоропортящихся грузов осуществляют в рефрижераторах — специализированных транспортных средствах с автономными холодильными

установками. Внутри поддерживают заданные параметры микроклимата (температуру, относительную влажность, интенсивность воздухообмена и, при необходимости, газовый состав), что сохраняет требуемое состояние продукции на всем пути следования. Для перевозки материалов с жидкой или полужидкой консистенцией используют специализированные цистерны. К этому классу наземных транспортно-технологических средств относятся, в частности, битумовозы и автобетоносмесители.

Эксплуатация грузовых машин требует строгого соблюдения базовых требований безопасности. Во время погрузочно-разгрузочных работ (ПРР) движения выполняют на пониженной скорости с поддержанием устойчивой траектории. Рабочая зона ограждается и остается под постоянным визуальным контролем; маневры согласуются с сигнальщиком. Резкие торможения, удары грузом и перемещение с неплотно закрепленной номенклатурой исключаются.

Персонал использует СИЗ, соответствующие характеру операции: защитные каски, очки, перчатки, обувь с усиленным подноском и сигнальную одежду. При повышенном уровне шума добавляют защиту слуха, при работе на высоте — страховочные привязи.

Техническое состояние машин находится под регулярным контролем. Перед началом смены проверяют тормоза, рулевое управление, гидравлику, шины, освещение, звуковую сигнализацию и устройства крепления груза; выявленные дефекты устраняют до вывода техники на линию. Соблюдается регламент ТО и учет межсервисных интервалов.

Нормы труда выполняют без исключений: задана продолжительность смены, предусмотрены обязательные перерывы, ограничены предельно допустимые нагрузки, подтверждена квалификация и допуск оператора. Работа в состоянии утомления или с нарушением сменного режима не допускается.

Специализированные транспортно-технологические средства применяют в соответствии с их функциональными возможностями. В аграрном секторе они выполняют операции по обработке почвы и уборке урожая. Для этих задач машины оснащают навесным и прицепным оборудованием, управление которым ведется параллельно с рулением. Такая организация работы повышает нагрузку на внимание оператора и требует точной координации действий.

Эксплуатация в сельской местности протекает в жестких условиях: отсутствуют дороги, рельеф неровен, грунты подвижны. Такое сочетание факторов приводит к ускоренному износу ходовой части, интенсивному абразивному изнашиванию и к деформации металлических элементов. Работа в подобных режимах предъявляет к технике повышенные требования к техническому потенциалу.

Для обеспечения надежности и продления ресурса в этих условиях необходим усиленный контроль технического состояния машины. Практически после каждого цикла работы выполняют очистку. Удаление крупных комков дерна и грунта из зоны ходовой части облегчает перемещение и повышает маневренность.

Промывка и обработка основных узлов и механизмов поддерживает бесперебойность их функционирования. Совокупность перечисленных

мероприятий повышает уровень безопасности дальнейшей эксплуатации и положительно отражается на функциональном состоянии оператора.

Для транспортно-технологических средств различных классов применяются дифференцированные меры обеспечения безопасности их эксплуатации. Конфигурация таких мер определяется функциональным назначением, конструктивными параметрами и условиями применения, что требует разработки целевых стратегий и процедур.

Единых решений для всех типов техники не существует. Для наземных транспортно-технологических средств к универсальным правилам безопасной эксплуатации относят соблюдение норм труда и своевременный ремонт.

Наземные транспортно-технологические средства представляют собой мобильные машины, способные выполнять как транспортные, так и технологические операции. В промышленности и строительстве они решают задачи разной сложности: от перемещения материалов до механизированной обработки и монтажа.

Совмещение транспортных и рабочих циклов сокращает непроизводительные простои, повышает производительность труда и увеличивает коэффициент полезного действия (КПД) используемых агрегатов. В результате снижается потребность в разнородном парке техники и упрощается логистика на площадке. Безопасная эксплуатация таких машин зависит прежде всего от действий водителя (оператора).

Необходимы техническая исправность, предрейсовый контроль состояния узлов, соблюдение скоростных и грузовых режимов, а также выполнение установленных регламентов и ПДД на территории объекта.

Следует обеспечивать видимость рабочей зоны, корректно использовать защитные системы и прекращать работу при выявлении неисправностей. Нарушение этих требований повышает риск травм и повреждения оборудования, тогда как дисциплинированное управление поддерживает устойчивую производительность.

Область эксплуатации наземных транспортно-технологических средств остаётся динамичной и требует постоянного развития. Освоение базовых принципов безопасности и систематическое совершенствование методик их реализации — необходимое условие повышения надёжности процессов и снижения рисков.

Востребована разработка структурированного плана (регламента) безопасной эксплуатации. При наличии множества применяемых вариантов пространство для новых решений не исчерпано, поскольку рассматриваемые меры непосредственно связаны с сохранением жизни и здоровья людей.

Водители формируют собственные маршрутные стратегии, однако отправной точкой должна быть теоретическая база, задающая принципы безопасного использования транспорта. Незнание её положений не освобождает от ответственности и от обязанности обеспечивать безопасную эксплуатацию наземных транспортно-технологических средств.

### *Библиографический список*

1. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК / Н.В. Аникин и др. // Международный техникоэкономический журнал. – 2009. – №. 3. – С. 92-96.
2. Основы безопасной эксплуатации наземных транспортно-технологических средств / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 143-148.
3. Виноградов, Д. В. Методологические вопросы оценки эффективности управления затратами / Д. В. Виноградов, В. С. Конкина, Е. Н. Правдина // Молодёжь в поисках дружбы : Материалы Республиканской науч.-практ. конф., посвященный к 20-летию Национального примирения и году Молодежи в Республике Таджикистан, Бохтар, 28 апреля 2017 года / Министерство энергетики и водных ресурсов Республики Таджикистан; Институт энергетики Таджикистана. – Бохтар: Институт энергетики Таджикистана, 2017. – С. 20-28.
4. Основы борьбы с коррозией, возникающей на сельскохозяйственной технике / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 130-136.
5. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 6-12.
6. Безопасная перевозка грузов / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Н.Н. Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 182-189.
7. Проблемы беспилотных автомобилей / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева, Р. В. Безносюк // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти д.т.н., профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 226-232.
8. Сидоров, А. А. О правильном и безопасном вхождении автомобиля в поворот / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свинаярева // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти д.т.н., профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 191-197.

9. Гаврилин, М. А. Применение инновационных технологий и сенсорных устройств при выполнении технического обслуживания автомобилей / М. А. Гаврилин, А. А. Сидоров, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 16-21.
10. Подход к диагностированию тракторов агропромышленного комплекса / Э. В. Кузнецова [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2025. – Т. 17, № 2. – С. 93-100.
11. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 137-143.
12. Сидоров, А. А. О недостатках открытого способа транспортировки сельскохозяйственных культур / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 320-325.
13. Сидоров, А. А. Транспортировка сельскохозяйственной продукции в специальных контейнерах / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 314-319.
14. К вопросу беспроводной передачи информации в сельском хозяйстве / Н.Б. Нагаев [и др.] // Инновационные научно-технологические решения для АПК. Том Часть II. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 151-157.
15. Беляев, В.М. Управление доставкой товаров по предварительным заказам / В.М. Беляев, М.И. Малышев // Прикладная логистика. - 2006. - №9. - С. 30-35.
16. Патент № 2329510 С1 Российская Федерация, МПК G01P 15/00. Устройство для измерения ускорения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания на всем диапазоне скоростей : № 2007108605/28 : заявл. 07.03.2007 : опубл. 20.07.2008 / Н. В. Щетинин [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО "Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия".
17. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка: практикум : Практикум для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 35.03.06 - "Агроинженерия" и направлению подготовки магистров 35.04.06 - "Агроинженерия" / А. Г. Арженовский [и др.]. – зерноград : Азово-Черноморский инженерный институт - филиал ФГБОУ ВО "Донской государственный аграрный университет" в г. зернограде, 2015. – 166 с.



## **КОРРОЗИЯ И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НЕЙ**

В статье рассматривается проблема коррозии автомобилей и методы её предотвращения. Коррозия является одной из основных причин ухудшения технического состояния транспортных средств и снижения их эксплуатационных характеристик. В работе анализируются причины возникновения коррозии, её виды и последствия, а также описываются современные методы защиты автомобилей от этого разрушительного процесса.

Коррозия — это процесс разрушения металлов под воздействием окружающей среды. Автомобили, как сложные технические системы, особенно подвержены коррозии из-за воздействия влаги, химических веществ, механических повреждений и других факторов. Коррозия может привести к снижению прочности деталей, нарушению герметичности соединений, ухудшению внешнего вида автомобиля и снижению его стоимости на вторичном рынке.

### **Причины возникновения коррозии**

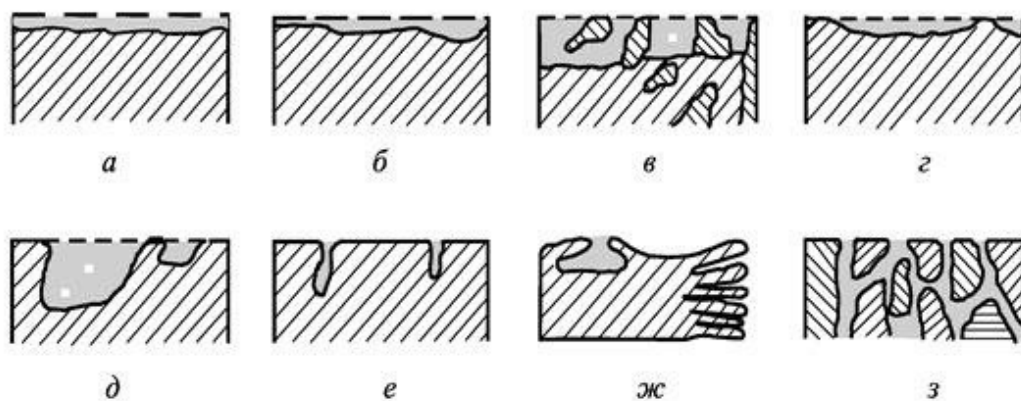
Основными причинами возникновения коррозии являются:

- воздействие влаги (дожди, снег, туман);
- наличие агрессивных химических веществ в окружающей среде (соль, кислоты, щёлочи);
- механические повреждения поверхности автомобиля (царапины, сколы);
- некачественное лакокрасочное покрытие;
- нарушение герметичности соединений и стыков.

### **Виды коррозии**

Существует несколько видов коррозии, которые могут поражать автомобили:

- **Химическая коррозия** — происходит при непосредственном контакте металла с агрессивными средами.
- **Электрохимическая коррозия** — возникает при наличии электрического контакта между различными
- **Межкристаллитная коррозия** — локализуется по границам кристаллитов, что может привести к ослаблению структуры металла.
- **Точечная (питтинговая) коррозия** — проявляется в виде отдельных точечных поражений, которые могут быстро увеличиваться в размерах.



а — сплошная равномерная; б — сплошная неравномерная; в — структурно-избирательная;  
 г — пятнами; д-язвами; е-точками (питтинговая);  
 ж-поверхностная; з-межкристаллитная  
 Рисунок 1 — Виды коррозии:



Рисунок 2 — Явные очаги коррозии кузова автомобилей

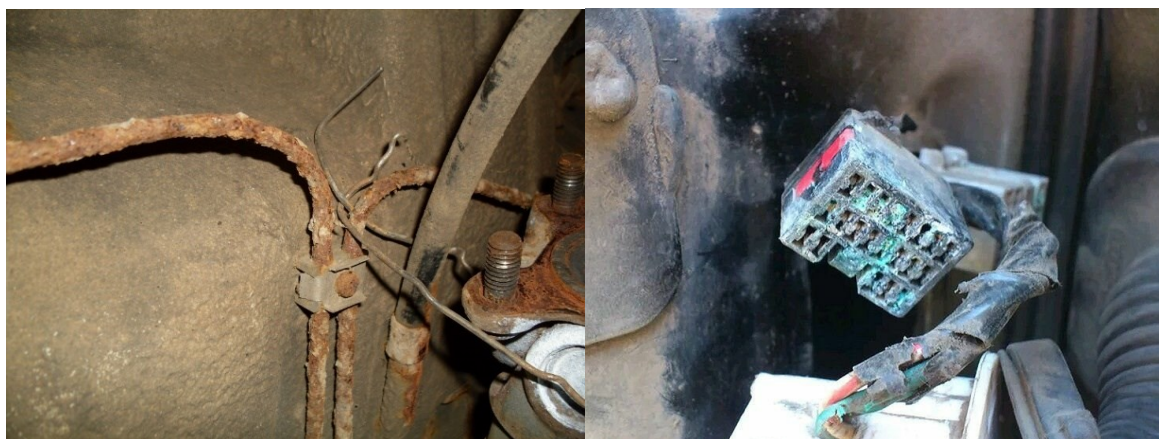


Рисунок 3 — Коррозия тормозных трубок (слева) и окисление контактов коннектора проводов (справа)

## **Последствия коррозии**

Коррозия может иметь серьёзные последствия для автомобиля:

- снижение прочности деталей и соединений, нарушение целостности кузова;
- ухудшение герметичности систем и агрегатов;
- нарушение работы электронных систем;
- ухудшение внешнего вида автомобиля

## **Способы борьбы с коррозией**

Для борьбы с коррозией используются различные методы и технологии:

- **Антикоррозийная обработка кузова и деталей** — нанесение специальных составов, которые образуют защитную плёнку на поверхности металла и предотвращают его контакт с агрессивными средами.
- **Восстановление повреждённого лакокрасочного покрытия** — своевременное устранение царапин, сколов и других повреждений поверхности автомобиля.
- **Использование антикоррозионных материалов при ремонте** — применение специальных герметиков, клеев и других материалов, устойчивых к воздействию влаги и химических веществ.
- **Регулярное техническое обслуживание** — проверка состояния кузова, деталей и соединений, своевременное устранение неисправностей.
- **Применение антикоррозионных добавок в смазочные материалы** — некоторые добавки могут защищать металлические детали от коррозии при регулярной замене масла и обслуживании двигателя.
- **Системы защиты кузова** — установка дополнительных защитных элементов, таких как накладки на колёсные арки, пороги и другие уязвимые места.

**Удаление и консервация очагов коррозии кузова автомобиля.** Борьба с коррозией на уже пораженном элементе производится, как правило, в несколько этапов:

**Обнаружение и локализация.** Необходимо тщательно осмотреть пораженный участок металла, зачастую коррозия является не точечным явлением, а представляет собой зону, образовавшуюся в следствие либо некачественно произведенных ремонтных кузовных работ, либо вовсе не произведенных, из-за чего область вокруг очага коррозии начинает увеличиваться не смотря на наличие ЛКП, консервационных материалов и защитных герметиков. Металл в зоне поражения продолжит корродировать внутри защитного покрытия, что и необходимо обнаружить и локализовать. Пораженный металл под защитным покрытием можно обнаружить по вспучиванию ЛКП «пузырями», отслоению покрытия «хлопьями», ржавому налету на покрытии, потере прочности металла.

**Устранение коррозии в локализованной области.** В первую очередь механически удаляется пораженный участок до «чистого» металла, для этого применяются абразивные средства, металлические щетки, напильники, УШМ либо другой режущий-шлифовальный инструмент. Пораженный участок зачищается, при необходимости вырезается частично или полностью, так же

возможна замена кузовного элемента целиком. Далее производятся сварные кузовные работы в том случае, если такие необходимы.



Рисунок 4 — Обнаружение коррозии при осмотре



Рисунок 5 — Пескоструйная обработка кузова (слева) и механическое удаление пораженного коррозией участка режущим инструментом (справа)

Нанесение защитного покрытия. Покрасочные работы или работы по нанесению химического защитного покрытия (например составы на основе цинка) производятся после тщательной подготовки поверхности в специально подготовленном помещении с соответствующими условиями. Процессы подготовки в основном направлены на устранение окислов на микроскопическом уровне и на приведение поверхности к состоянию, в котором будет лучшая адгезия для наносимого покрытия с учетом возможностей и экономической целесообразности. Нанесение защитного покрытия также производится согласно конкретным требованиям технологического процесса. Соблюдение этих условий позволяет увеличить



срок службы как покрытия, так и кузовного элемента в целом и максимально отсрочить процесс образования новых очагов коррозии.



Рисунок 6 — Окрашивание восстановленного элемента кузова

Нанесение консервационных покрытий. К таким покрытиям относятся составы, обладающие большей способностью к сопротивлению механическим повреждениям чем основное ЛКП (резиновые, полиуретановые, эпоксидные материалы), защищающие ЛКП от воздействия окружающей среды (битумные, смазочные материалы). На металлические поверхности, не подвергающиеся окраске, наносятся электрохимические защитные составы (цинковые, хроматические). Все консервационные покрытия также наносятся соответственно требованиям технологического процесса.



Рисунок — 7 Нанесение консервационного состава на окрашенные полости кузова, наиболее подверженные возникновению очагов коррозии

## **Российские производители антикоррозионных и лакокрасочных материалов.**

В Российской Федерации производство лакокрасочных материалов (ЛКМ), используемых для окрашивания автомобилей, характеризуется наличием ряда крупных компаний, среди которых можно выделить следующие:

1. **АО «Акрон Холдинг»:** один из крупнейших производителей лакокрасочных материалов в России, активно развивающий инновационные технологии и расширяющий ассортимент продукции.

2. **АО «Русские краски»:** ведущий производитель лакокрасочных материалов, предлагающий широкий спектр продукции для автомобилестроения.

3. **ООО «Ярославские краски»:** известны своим качеством и инновационным подходом к производству ЛКМ, активно внедряют современные технологии и улучшают экологические характеристики своей продукции.

4. **ООО «Краски КЧ»:** один из лидеров рынка ЛКМ в России, предлагающий продукцию для автомобилестроения.

5. **АО «НПО Лакокрасполимер»:** занимается разработкой и производством лакокрасочных материалов, активно внедряет инновационные решения для улучшения свойств продукции.

6. **АО «Эмпилс»:** компания с многолетним опытом в производстве лакокрасочных материалов, предлагающая ассортимент продукции для автомобилестроения.

7. **ООО «Лакра»:** один из ведущих производителей лакокрасочных материалов, предлагающий продукцию для автомобилизма.

8. **АО «Мейджерпак Рус»:** разработчик и производитель технологий антикоррозийной защиты НКТ под брендом «Majorpask»

Коррозия является серьёзной проблемой для владельцев автомобилей. Для предотвращения коррозии необходимо проводить регулярную антикоррозийную обработку, своевременно устранять повреждения поверхности автомобиля, использовать качественные материалы и комплектующие, а также проводить регулярное техническое обслуживание. Только комплексный подход позволит сохранить автомобиль в хорошем состоянии и продлить его срок службы.

## ***Библиографический список***

1. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 137-143.

2. Хранение сельскохозяйственной техники с соблюдением эксплуатационных требований / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев,

С. В. Колупаев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 61-69.

3. О повышении эффективности использования сельскохозяйственной техники / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 12-18.

4. Методика обработки поверхностей трактора от абразивных частиц и важность её реализации / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. М. Юмаев, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 109-116.

5. Повышение эффективности технологии нанесения противокоррозионного состава при постановке сельскохозяйственных машин на хранение / И. В. Фадеев [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2022. – № 1(295). – С. 39-42.

6. Перспективы восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники / А. М. Мошнин [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 140-147.

7. Косоруков, Д. И. Лазерная очистка металлических поверхностей сельхозмашин / Д. И. Косоруков, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 22 декабря 2022 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 183-188.

8. Современные подходы к организации и технологиям технического обслуживания и ремонта автомобилей / А. И. Ушанев, Д. М. Юмаев, О. В. Филюшин, Е. А. Шамбазов // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 176-181.

9. Ушанев, А. И. Актуальные вопросы технического обслуживания в агропромышленном комплексе / А. И. Ушанев, А. С. Колотов, О. В. Филюшин // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 187-194.

10. Обслуживание сельхозтехники / А. М. Мошнин [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы

Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 120-126.

11. Успенский, И. А. Виды износа сельскохозяйственной техники при эксплуатации / И. А. Успенский, А. И. Ушанев // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 181-187.

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619462 Российская Федерация. Программа расчета нормы эксплуатационного расхода топлива автотранспортных средств : № 2023617644 : заявл. 21.04.2023 : опубл. 11.05.2023 / А. В. Шемякин, С. Н. Бoryчев, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

**УДК 629.113.004.6**

*Филюшин О.В. канд. техн. наук,  
Шильцов Т.С., студент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **КУЗОВНЫЕ СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ: ОСОБЕННОСТИ, МЕТОДЫ И СПЕЦИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ**

Работа посвящена изучению современных тенденций и методик кузовных сварочных работ. Анализируются основные виды повреждений кузова, методы их устранения, преимущества и недостатки применяемых технологий сварки. Исследуются проблемы выбора оборудования и подготовки кадров для выполнения сложных кузовных работ. Формулируются выводы относительно перспектив развития технологий кузовного ремонта в условиях возрастающих требований рынка.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения качества кузовных ремонтных работ, которое определяется степенью соответствия конечных результатов установленным требованиям и ожиданиям потребителей. Условия современной конкуренции на рынке автосервисных услуг предполагают постоянное повышение уровня профессионализма исполнителей и улучшение технологических возможностей используемых инструментов и оборудования.

Цель работы состоит в выявлении ключевых особенностей и недостатков текущих методов кузовных сварочных работ, а также разработке рекомендаций по совершенствованию технологического процесса.

### **Классификация повреждений кузова**

Прежде всего, рассмотрим классификацию повреждений кузова автомобилей, которая служит основой для выбора оптимальной стратегии ремонта. Выделяют три группы повреждений:



- Деформации, обусловленные механическим воздействием, такие как мелкие вмятины, смещения панелей и крупные искривления.
- Коррозия, проявляемая очаговыми участками ржавчины и постепенного истончения металла.
- Глубокие разрушения, характеризующиеся полным нарушением структуры панели, трещинами и большими отверстиями.

Каждый тип повреждения диктует особую стратегию восстановления кузова, что отражается на методах и оборудовании, выбираемых для ремонта.

### **Технология кузовных сварочных работ**

В настоящее время основными методами кузовной сварки являются:

Контактная точечная сварка

Метод широко используется в массовом производстве автомобилей, но менее популярен в ремонтных работах из-за низкой гибкости и высоких затрат на приобретение специального оборудования. Преимуществом является высокая скорость выполнения операций и отсутствие заметных следов после покраски.

### **Аргоновая сварка (TIG)**

Применяется главным образом для ремонта утончённых областей кузова, отличаясь своей чистотой и отсутствием брызг металла. Это позволяет добиться хорошего внешнего вида соединений и снижения риска образования коррозии в будущем. Минусом метода является низкая производительность и необходимость высококвалифицированного специалиста.

### **Полуавтоматическая сварка (MIG/MAG)**

Широко используется в мастерских благодаря своему удобству и возможности быстро обрабатывать большие объёмы металла. Основной недостаток заключается в возможных проблемах с перегревом тонких кузовных панелей, что вызывает необходимость строгого соблюдения регламента температуры и скорости движения инструмента.



Рисунок 1— Сварка порогов авто MIG сваркой

## **Проблемы и ограничения современных технологий**

Несмотря на достигнутый прогресс, большинство известных методов имеют определённые ограничения:

- Трудности адаптации методов к разным материалам кузова (алюминий, композитные материалы).
- Необходимость частой калибровки и настройки оборудования.
- Высокие энергозатраты и потребность в защите операторского труда.

Кроме того, значительный вклад вносят человеческие факторы, такие как квалификация работников и соблюдение инструкций по технике безопасности.

## **Тенденции и перспективы**

Развитие технологий кузовных сварочных работ движется в сторону цифровизации и автоматизации. Уже внедряются следующие инновации:

- Роботы, способные точно и стабильно осуществлять сварку сложных форм.
- Лазерные установки, позволяющие достичь идеальной чистоты и прочности сварных швов.
- Новые защитные покрытия, снижающие воздействие агрессивных сред на сваренные участки.

Эти тенденции открывают путь к созданию совершенно новых уровней производительности и качества ремонта, при условии преодоления финансовых барьеров и организационных трудностей.

Проведённое исследование позволило выявить ключевые проблемы и определить пути дальнейшего улучшения качества кузовных сварочных работ. Среди приоритетных направлений выделяются развитие цифрового проектирования и моделирования, переход к автоматической обработке изделий и повышение квалификационного уровня работников. Дальнейшие научные изыскания будут направлены на разработку комплексных решений, интегрирующих новейшие достижения науки и техники в практику сервисных центров и производителей автомобилей.

## ***Библиографический список***

1. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 137-143.

2. Хранение сельскохозяйственной техники с соблюдением эксплуатационных требований / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев, С. В. Колупаев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти

доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 61-69.

3. О повышении эффективности использования сельскохозяйственной техники / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 12-18.

4. Методика обработки поверхностей трактора от абразивных частиц и важность её реализации / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. М. Юмаев, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 109-116.

5. Повышение эффективности технологии нанесения противокоррозионного состава при постановке сельскохозяйственных машин на хранение / И. В. Фадеев [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2022. – № 1(295). – С. 39-42.

6. Перспективы восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной техники / А. М. Мошнин [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 140-147.

7. Косоруков, Д. И. Лазерная очистка металлических поверхностей сельхозмашин / Д. И. Косоруков, А. И. Ушанев // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 22 декабря 2022 года / МСХ РФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Автодорожный факультет. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 183-188.

8. Современные подходы к организации и технологиям технического обслуживания и ремонта автомобилей / А. И. Ушанев, Д. М. Юмаев, О. В. Филюшин, Е. А. Шамбазов // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань, 29 января 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 176-181.

9. Ушанев, А. И. Актуальные вопросы технического обслуживания в агропромышленном комплексе / А. И. Ушанев, А. С. Колотов, О. В. Филюшин // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 187-194.

10. Обслуживание сельхозтехники / А. М. Мошнин [и др.] // Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Бычкова Валерия Васильевича, Рязань, 20 марта 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 120-126.

11. Успенский, И. А. Виды износа сельскохозяйственной техники при эксплуатации / И. А. Успенский, А. И. Ушанев // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 181-187.

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619462 Российская Федерация. Программа расчета нормы эксплуатационного расхода топлива автотранспортных средств : № 2023617644 : заявл. 21.04.2023 : опубл. 11.05.2023 / А. В. Шемякин [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

## СЕКЦИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА И ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

---

УДК 656.025.4

*Сидоров А.А., студент,  
Гаврилин М.А., студент,  
Колотов А.С., канд. техн. наук, доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТИРОВОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ В АПК

Большие объёмы урожая формируют сжатое логистическое окно, в пределах которого требуется выполнить вывоз продукции с полей. Перевозка (рисунок 1) осуществляется в ограниченные сроки, что повышает нагрузку на транспорт и склады и делает критичными скорость оборота и минимизацию простоя. Для устойчивой работы цепочки задействуют значительный парк автотранспорта и вспомогательное перегрузочное оборудование, ускоряющее операции погрузки и выгрузки и снижающее риск повреждения продукции.



Рисунок 1 – Пример транспортировочного процесса в АПК

Инженерная задача в агропромышленном секторе заключается в проектировании специализированных грузовых автомобилей, обеспечивающих безопасную транспортировку сельскохозяйственных культур без потерь и порчи. К ключевым требованиям относят: оперативную и беспрепятственную погрузку и выгрузку, достаточную полезную вместимость, высокие показатели мобильности и динамики на полевых и магистральных участках, возможность крепления контейнеров временного хранения, а также соответствие действующим экологическим нормам.

Транспортные средства, задействованные в перевозке сельскохозяйственной продукции и минеральных удобрений, подлежат

плановому техническому обслуживанию в сроки и объёмах, установленных заводом-изготовителем. Соблюдение регламентов и межсервисных интервалов снижает вероятность отказов в рейсе и поддерживает стабильные эксплуатационные показатели. Ремонтные операции целесообразно выполнять в межсезонье или в периоды низкой загрузки парка. Вывод из эксплуатации даже одного автомобиля уменьшает фактическую провозную способность колонны, увеличивает время оборота рейса и удлиняет сроки вывоза урожая.

Заблаговременная подготовка к сезону включает диагностику основных узлов, замену расходных материалов (масла, фильтры), проверку тормозной системы, электрооборудования, гидравлики, состояния шин и крепления кузовного или навесного оборудования. Такая профилактика снижает риск отказов в пути, повышает коэффициент технической готовности парка и сокращает внеплановые простои. При внезапной неисправности автомобиль снимают с линии и направляют на сервисную станцию. Возврат к работе допускается только после полного устранения дефекта, контрольной проверки и подтверждения исправного состояния.

Перевозка корнеплодов россыпью в кузове грузового автомобиля без дополнительных средств защиты сопряжена с потерями: при наезде на выбоины или при резком торможении часть продукции может выпадать из кузова.

Для предотвращения потерь корнеплоды фасуют в мешки и размещают их в кузове. Чтобы исключить выпадение тары, мешки фиксируют между собой, а кузов закрывают брезентовым пологом. Корнеплоды в целом устойчивы к длительным перевозкам. В тёплое время года их транспортировка обычно не вызывает затруднений. Зимой используют утеплённые кузова, что практически сводит риск подмораживания к нулю.



Рисунок 2 – Транспортировка помидоров в ящиках

Методика перевозки мнующихся культур (легко повреждаемых при сдавливании) требует специальных решений (рисунок 2). Наиболее показателен пример томатов, чувствительных к локальным нагрузкам и вибрации.

Укладку томатов выполняют по регулируемым схемам — шахматной, линейной или диагональной. Такие схемы уменьшают контактное давление между плодами, перераспределяют вес и сокращают риск вмятин и сдвигов в ходе движения. Транспортирование осуществляется в специализированной таре. В пути поддерживают рекомендованные температурные и влажностные режимы, поскольку отклонения усиливают хрупкость тканей и повышают вероятность механических повреждений.

Транспортное средство должно иметь эффективную амортизацию, снижающую вибрации и толчки. Недостаточная демпфировка приводит к ударным нагрузкам, из-за которых томаты получают существенные повреждения даже при корректной укладке.

Открытая перевозка сельхозпродукции на полевых дорогах сопряжена с высокими транспортными потерями. Профиль дорог на таких маршрутах неровен: преобладают колеи, кочки и резкие перепады. На этих участках грузовой кузов испытывает вибрационные и ударные нагрузки, вызывающие смещение массы продукта. Часть продукции при перегрузках вылетает за борт, особенно при неполной загрузке или отсутствии защитных тентов и бортовых надставок.

Чтобы оперативно отслеживать возможные при перевозке инциденты, перевозчики нередко ставят за основным автомобилем машину сопровождения. Ее задача — визуальный контроль и сбор выпавших единиц урожая на ходу. Такая мера увеличивает эксплуатационные издержки и отвлекает ресурсы, при этом не исключает повторных выпадений. Продукция, оказавшаяся на грунте, получает механические повреждения и загрязняется. Удар о твердую поверхность приводит к вмятинам, трещинам, разрыву кожуры; для корнеплодов характерны сколы, для мягких плодов — размятие. Часть таких образцов становится непригодной для дальнейшей переработки или реализации. В результате сокращается товарный выход урожая и формируется прямой экономический ущерб.

Открытая перевозка сельскохозяйственной продукции критически зависит от метеоусловий. При ясной погоде процесс идёт в штатном режиме, тогда как дождь и, особенно, град повреждают верхние слои груза. Распространённая мера — накрывать кузов брезентом, тентом (рисунок 3). Полной герметизации, однако, добиться трудно: вода просачивается через небольшие зазоры по периметру, точки крепления и микроповреждения полотна, что усиливается при косом ветровом дожде. Во время града воздействие ударов нередко превышает разрывную прочность ткани; тент рвётся, и продукция получает значительные повреждения. Жёсткий металлический верх надёжно экранирует ударные нагрузки градин. Постоянно возить листовой металл, впрочем, нецелесообразно: увеличивается масса кузова, снижается полезная грузоподъёмность, усложняются операции погрузки и крепления. Практический смысл такое решение имеет лишь при прогнозе града и как временная защита.





Рисунок 3 – Транспортировка с использованием брезента, тента

Перевозка сельскохозяйственной продукции в открытом кузове ограничена по области применения: она подходит главным образом для культур с высокой механической прочностью тканей. При движении транспортного средства груз испытывает вибрацию, ударные и квазистатические нагрузки, что ведет к деформациям и разрушениям у нежных плодов. Для томатов это критично: после поездки значительная часть партии теряет товарный вид вследствие раздавливания и истечения сока. Применение тары (ящиков) снижает, но не устраняет риск повреждений: внутренние ускорения и локальные давления в штабеле сохраняются, а открытый кузов не обеспечивает достаточного демпфирования. На практике такой способ используют для корнеплодов, которые лучше выдерживают возникающие при транспортировке нагрузки без существенных потерь качества.

Морозоустойчивый транспортный контейнер эффективен для зимних перевозок продукции. При применении специальных утеплителей снижаются теплопотери и обеспечивается изоляция от внешней среды, что стабилизирует температурный режим и защищает температурочувствительные товары от переохлаждения и обмерзания.

Безопасности и эффективности перевозок в АПК добиваются с помощью профессионального планирования, контроля технического состояния транспортного средства и поддержания режимов, необходимых для конкретного вида груза (температура, влажность, вентиляция, изоляция). Эти меры уменьшают риск порчи продукции и инцидентов при обращении с удобрениями и обеспечивают стабильность поставок.

### ***Библиографический список***

1. Конкина, В. С. Государственная поддержка как фактор повышения эффективности молочной отрасли: региональный аспект / В. С. Конкина, Д. И. Филиппов, Е. Н. Правдина // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2024. – № 11(241). – С. 35-43.
2. Сидоров, А. А. О продлении срока эксплуатации сельскохозяйственных агрегатов / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы



развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 137-143.

3. Анализ некоторых показателей воспроизводства высокопродуктивных коров в условиях роботизированной фермы / И. Ю. Быстрова, Е. Н. Правдина, В. А. Позолотина, К. К. Кулибеков // Актуальные проблемы и приоритетные направления животноводства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, Рязань, 27 марта 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ; ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»,. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 6-10.

4. Проблемы беспилотных автомобилей / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свиная, Р. В. Безносюк // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной науч.-практ. конф., посв. памяти д.т.н., профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 226-232.

5. Безопасная перевозка грузов / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свиная, Р. В. Безносюк // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Н.Н. Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 182-189.

6. Сидоров, А. А. Проблемы, возникающие в результате погрузки и выгрузки сельскохозяйственных культур на борт транспортного средства, и их решение / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Транспортная отрасль Российской Федерации: текущее состояние и перспективы развития, Рязань, 06 февраля 2025 года. – Рязань: РГАТУ, 2025. – С. 51-57.

7. Сидоров, А. А. Некоторые особенности перевозки сельскохозяйственной продукции и удобрений / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 6-12.

8. Основы борьбы с коррозией, возникающей на сельскохозяйственной технике / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. С. Колотов, А. Г. Арженовский // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 130-136.

9. Сидоров, А. А. Транспортировка сельскохозяйственной продукции в специальных контейнерах / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной

24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 314-319.

10. Сидоров, А. А. О недостатках открытого способа транспортировки сельскохозяйственных культур / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, А. И. Ушанев // Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 24-летию кафедры «Техническая эксплуатация транспорта», Рязань, 08 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 320-325.

11. Основы безопасной эксплуатации наземных транспортно-технологических средств / А. А. Сидоров, М. А. Гаврилин, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Инновационное развитие аграрной науки: традиции и перспективы, Рязань, 22 ноября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 143-148.

12. Сидоров, А. А. О правильном и безопасном вхождении автомобиля в поворот / А. А. Сидоров, В. С. Шувалов, М. Д. Свиарева // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора А.А. Сорокина, Рязань, 24 января 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 191-197.

13. Гаврилин, М. А. Применение инновационных технологий и сенсорных устройств при выполнении технического обслуживания автомобилей / М. А. Гаврилин, А. А. Сидоров, А. В. Ерохин // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 16-21.

14. Сидоров, А. А. Принципы повышения качества технического обслуживания автомобилей / А. А. Сидоров, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 7-й Всеросс. науч. конф.: в 4-х томах, Курск, 17–18 октября 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 220-223.

15. Применение полимерных материалов в машиностроении / В. С. Шувалов, А. А. Сидоров, М. Д. Свиарева, Р. В. Безносок // Научно-техническое обеспечение технологических и транспортных процессов в АПК : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Н.Н. Колчина, Рязань, 24 мая 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 91-97.

16. Towards Blockchain-Based Robonomics: Autonomous Agents Behavior Validation / K. Danilov, R. Rezin, I. Afanasyev, A. Kolotov // 9th International Conference on Intelligent Systems 2018: Theory, Research and Innovation in Applications, IS 2018 - Proceedings : 9, Funchal - Madeira, 25–27 сентября 2018 года. – Funchal - Madeira, 2018. – P. 222-227.

17. Прибылов, Д. О. Обеспечение сохранности техники при хранении / Д. О. Прибылов, А. С. Колотов // Наука молодых - будущее России : сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Том 5. – Курск: ЮЗГУ, 2021. – С. 156-159.

УДК 624.15

*Силантьев Е.А. студент 3 курса  
Рязанский институт (филиал) ФГАОУ ВО  
«Московский политехнический университет», г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Актуальность внедрения современных материалов в строительстве продиктована острой необходимостью ответа на глобальные вызовы нашего времени. Новые материалы — высокоэффективные бетоны, композиты и «умные» покрытия — позволяют возводить здания со сниженным углеродным следом и энергопотреблением на всех этапах, от производства до эксплуатации.

На практике современные материалы решают критически важные задачи повышения эксплуатационных характеристик и долговечности конструкций. В условиях роста плотности городской застройки и увеличения нагрузок традиционные решения часто оказываются неэффективными. Использование, например, самовосстанавливающихся бетонов, которые «залечивают» трещины, или композитной арматуры, неустойчивой для коррозии, напрямую повышает надёжность и безопасность зданий и инфраструктуры. Это ведёт к значительному сокращению затрат на обслуживание и ремонт на протяжении всего жизненного цикла объекта, переводя строительство на качественно новую экономическую модель.

Наконец, именно современные материалы являются катализатором архитектурно-технологической революции, открывая пути для реализации самых смелых проектов. Они позволяют создавать ранее невозможные лёгкие, прочные и сложные формы, интегрировать в конструкции инженерные системы и элементы «умного дома». Без их появления было бы немыслимо развитие таких направлений, как строительство небоскрёбов, большепролётных мостов или энергоавтономных зданий.

Композитные материалы представляют собой сочетание нескольких разнородных компонентов. Их суть заключается в синергии, когда объединение, например, прочных волокон и пластичной матрицы рождает материал, превосходящий по свойствам каждый из своих составляющих элементов в отдельности.

Одним из наиболее ярких представителей этого семейства является стеклопластиковая арматура, которая активно теснит традиционную сталь. Её ключевое преимущество — полная иммунность к коррозии, что кардинально решает проблему долговечности конструкций, подверженных постоянному воздействию влаги, таких как мосты, причалы и фундаменты. Лёгкость и высокая прочность на разрыв делают её идеальным решением для укрепления бетонных конструкций без утяжеления.



Рисунок 1 – Стеклопластиковая арматура

Полимерные композиты на основе углеродных или арамидных волокон находят своё применение в области усиления и ремонта существующих зданий. Технология внешнего армирования с помощью этих высокопрочных лент и холстов позволяет в разы увеличить несущую способность балок, колонн и плит без значительного увеличения их сечения и веса. Это своего рода «хирургия» для стареющих конструкций, возвращающая им молодость и надёжность.

Другим перспективным направлением стали фибробетоны, в которых в бетонную матрицу вводятся тонкие стальные или стеклопластиковые волокна. Эти волокна, равномерно распределяясь по всему объёму, работают как микроарматура, многократно повышая сопротивление материала растяжению и ударным нагрузкам. В результате бетон становится более вязким и трещиностойким материалом, что позволяет создавать более долговечные элементы.



Рисунок 2 – Фибробетон

Несмотря на впечатляющие преимущества, широкое распространение композитов сдерживается рядом причин. Высокая начальная стоимость, необходимость развития новых норм и правил проектирования, а также недостаток опыта у подрядчиков создают барьеры. Кроме того, вопросы утилизации и переработки таких материалов в конце их жизненного цикла пока остаются сложной задачей для экологов и инженеров.

В перспективе композитные материалы призваны не просто дополнить, а фундаментально изменить ландшафт строительной индустрии. Их способность сочетать несочетаемое — прочность и лёгкость, долговечность и гибкость — открывает дорогу к созданию умных, энергоэффективных и архитектурно выразительных зданий будущего. Они становятся ключом к переходу от тяжёлых и массивных конструкций к лёгким, прочным и устойчивым.

Современные композитные материалы представляют собой не просто новую группу строительных продуктов, а качественный скачок в развитии всей отрасли. Их уникальная способность объединять ранее несовместимые свойства — лёгкость и прочность, долговечность и пластичность — открывает перед архитекторами и инженерами беспрецедентные возможности от коррозионностойкой арматуры до упрочняющих волокон; композиты решают фундаментальные проблемы традиционного строительства, связанные с долговечностью, энергоэффективностью и экологической устойчивостью.

Несмотря на существующие вызовы, такие как высокая стоимость и необходимость адаптации нормативной базы, потенциал этих материалов невозможно переоценить. Они уже сегодня меняют подходы к проектированию и реконструкции, позволяя создавать более легкие, прочные и интеллектуальные конструкции. Их внедрение знаменует переход от массивных и ресурсоемких решений к высокотехнологичным и рациональным.

Таким образом, композитные материалы прочно утвердились в качестве стратегического направления развития строительной индустрии. Их дальнейшее совершенствование и интеграция в практику — это не просто тенденция, а объективная необходимость для перехода к строительству будущего, где приоритетами являются устойчивость, экономическая эффективность и архитектурное новаторство.

### ***Библиографический список***

1. Применение комплексной системы оптического мониторинга технического состояния с внешним композитным армированием строительных конструкций / М. Ю. Федотов [и др.] // Вестник МГСУ. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 105-114.
2. Теличенко, В.И. Комплексная безопасность строительства // В.И. Теличенко // Вестник МГСУ. - 2010. - № 4-1. - С. 10-17.
3. Корнеев, В. А. Исследование процессов коррозии арматуры в бетоне и сокращение срока эксплуатации железобетонных изделий вследствие коррозии арматуры / В. А. Корнеев, И. И. Кулебакин // Актуальные вопросы устойчивого развития регионов, отраслей, предприятий : материалы

Международной научно-практической конференции. В 4-х томах, Тюмень, 23 декабря 2022 года. Том 4. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. – С. 207-213.

4. Голубчикова, А. О. Сравнительный анализ металлической арматуры и арматуры из композитных материалов / А. О. Голубчикова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 12–14 мая 2021 года / Под общей редакцией Н.А. Козырева. Том Выпуск 25. Часть V. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. – С. 172-174.

5. Сборные бетонные и железобетонные изделия / сост В.П. Грахов и др. – М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ИжГТУ», каф. «ПГС». – Ижевск, 2013.

6. Грахов, В.П. Возведение зданий с монолитным каркасом: монография / В.П. Грахов, Ю.Г. Кислякова, Н.М. Якушев. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2014.

7. ГОСТ 31938-2012 «Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия» (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N2004-СТ) .

8. СП 63.13330.2012 «Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003» (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N635/8) .

9. Грахов, В.П. Теория и методы применения новых материалов в создании объектов материальной культуры / В.П. Грахов, С.А. Мохначев, Д.В. Напольских // Культура и образование. – 2014. - № 11 [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnik-rzi.ru/2014/11/2567> (дата обращения: 15.11.2014).

10. Анализ уплотнения нижнего слоя основания в насыпях автомобильных дорог / Д. В. Колошеин, А. С. Попов, С. Н. Бoryчев, В. Д. Матюшкина // Научно-инновационные аспекты аграрного производства: перспективы развития : Материалы II Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора техн. наук, профессора Н.В. Бышова, Рязань, 24 ноября 2022 года. – Рязань: РГАТУ, 2022. – С. 260-265.

11. Расчет дорожной одежды нежесткого типа для II категории автомобильной дороги / А. Д. Крюнчакина [и др.] // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 февраля 2019 года. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 353-363.

12. Применение новых технологий при расчете дорожной одежды нежесткого типа / А. Д. Крюнчакина [и др.] // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 347-353.



## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ**

Композитные материалы в производстве арматуры представляют собой инновационное решение, которое значительно меняет подход к армированию бетонных конструкций. Эти материалы, как правило, состоят из комбинации волокон (например, стекловолокна или углеволокна) и полимерной матрицы. Использование композитов позволяет значительно снизить вес арматуры по сравнению с традиционными стальными стержнями, что упрощает транспортировку и монтаж, а также снижает нагрузку на фундамент.



Рисунок 1 – Композитная арматура

Одним из основных преимуществ композитной арматуры является ее высокая коррозионная стойкость. В отличие от стали, которая подвержена коррозии в агрессивных средах, композитные материалы не ржавеют и сохраняют свои механические свойства даже в условиях повышенной влажности или химического воздействия. Это делает их идеальными для использования в строительстве мостов, туннелей и других объектов, которые подвергаются воздействию влаги и химикатов, продлевая срок службы конструкций и снижая затраты на обслуживание.

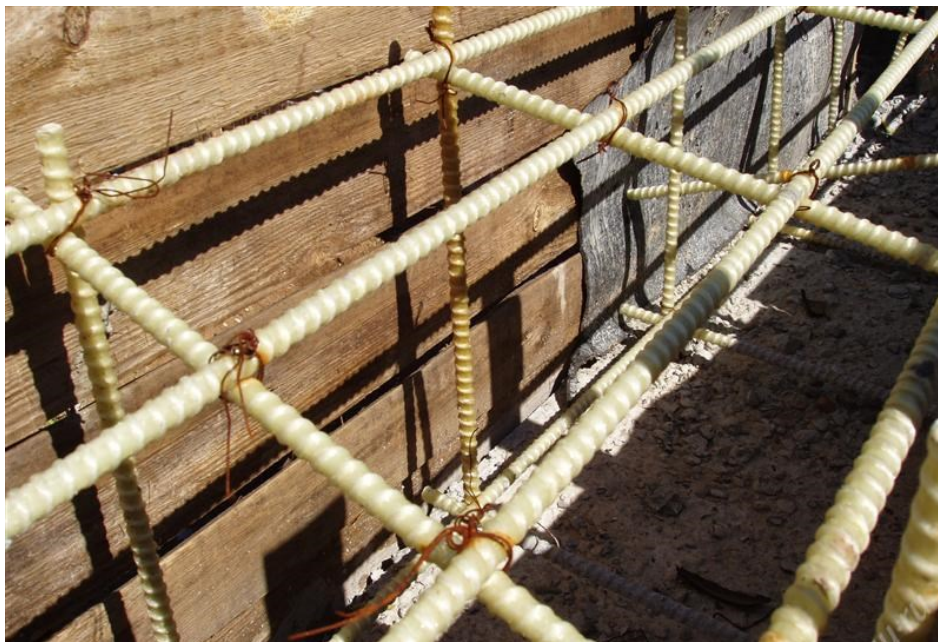


Рисунок 2 – Каркас из композитной арматуры

Композитные материалы также обладают высокой прочностью на растяжение и отличной адгезией к бетону. Это позволяет создавать более легкие конструкции без потери прочности и устойчивости. В результате архитекторы и инженеры могут реализовывать более смелые и оригинальные проекты, используя меньшие объемы материалов. Кроме того, композитная арматура может быть легко адаптирована под специфические требования проекта, что делает ее универсальным решением для различных строительных задач.

Несмотря на множество преимуществ, применение композитных материалов в производстве арматуры также имеет свои недостатки. Одним из них является высокая стоимость композитов по сравнению с традиционной стальной арматурой. Это может стать препятствием для широкого внедрения технологии в массовое строительство. Однако с увеличением объемов производства и развитием технологий стоимость композитной арматуры постепенно снижается, что делает ее более доступной для использования.

В основном композитная арматура бывает следующих видов:

1. Стеклопластиковая арматура (АСП / GFRP)

Это самый распространенный и экономичный тип. Её изготавливают из непрерывных стеклянных волокон, связанных термореактивными полимерными смолами (например, эпоксидной или полиэфирной). Она отличается высокой прочностью на разрыв, легкостью и стойкостью к коррозии.

2. Базальтопластиковая арматура (АБП / BFRP)

Для её производства используются волокна, полученные из расплава вулканической породы — базальта. Связующим также служат полимерные смолы. По свойствам она схожа со стеклопластиковой, но часто превосходит её по прочности на сжатие, термостойкости и стойкости к агрессивным средам.





Рисунок 3 – Базальтовая арматура

### 3. Углепластиковая арматура (CFRP)

Это самый прочный и дорогой вариант. Арматуру делают из углеродных волокон и эпоксидной смолы. Её ключевые преимущества — исключительная прочность на растяжение и очень высокий модуль упругости (жесткость), что делает её незаменимой для усиления особо ответственных конструкций.

### 4. Арамидопластиковая арматура (AFRP)

Менее распространенный тип, где в качестве армирования используются синтетические арамидные волокна (например, известный "Кевлар"). Главное её достоинство — высокая ударная вязкость и стойкость к динамическим нагрузкам.

### 5. Комбинированная (гибридная) арматура



Рисунок 4 – Комбинированная арматура

Для улучшения определенных свойств и снижения стоимости производители могут комбинировать разные типы волокон в одном стержне (например, стеклянные и базальтовые или стеклянные и углеродные).

### ***Библиографический список***

1. Применение комплексной системы оптического мониторинга технического состояния с внешним композитным армированием строительных конструкций / М. Ю. Федотов [и др.] // Вестник МГСУ. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 105-114.
2. Теличенко, В.И. Комплексная безопасность строительства / В.И. теличенко // Вестник МГСУ. - 2010. - № 4-1. – С. 10-17.
3. Корнеев, В. А. Исследование процессов коррозии арматуры в бетоне и сокращение срока эксплуатации железобетонных изделий вследствие коррозии арматуры / В. А. Корнеев, И. И. Кулебакин // Актуальные вопросы устойчивого развития регионов, отраслей, предприятий : материалы Международной науч.-практ. конф. В 4-х томах, Тюмень, 23 декабря 2022 года. Том 4. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. – С. 207-213.
4. Голубчикова, А. О. Сравнительный анализ металлической арматуры и арматуры из композитных материалов / А. О. Голубчикова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 12–14 мая 2021 года. Том Выпуск 25. Часть V. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. – С. 172-174.
5. Сборные бетонные и железобетонные изделия//каталог/сост. В.П. Грахов и др.; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ИжГТУ», каф. «ПГС». – Ижевск. 2013.
6. Грахов, В.П. Возведение зданий с монолитным каркасом : монография \_ В.П. Грахов, Ю.Г. Кислякова, Н.М. Якушев. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2014.
7. ГОСТ 31938-2012 «Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия» (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N2004-СТ) .
8. СП 63.13330.2012 «Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003» (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011N635/8).
9. Грахов, В.П. Теория и методы применения новых материалов в создании объектов материальной культуры / В.П. Грахов, С.А. Мохначев, Д.В. Напольских // Культура и образование. – 2014. - № 11 [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnik-rzi.ru/2014/11/2567> (дата обращения: 15.11.2014).
10. Intra-farm transportation of easily damaged agro food products for sustainable development of agricultures / S. N. Borychev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volgograd, 12–14 мая 2021 года. – Volgograd, 2022. – P. 012048.

## **ФИКСАЦИЯ АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ**

Фиксация арматуры в железобетоне — это важный аспект при возведении конструкций, поскольку он отвечает за корректную совместную работу двух основных элементов под нагрузкой. Бетон воспринимает сжимающие усилия, а стальная арматура — растягивающие и между ними должно быть сцепление исключающее проскальзывание арматуры.

Это сцепление обеспечивается несколькими фундаментальными принципами. Прежде всего, это адгезия — сила молекулярного прилипания бетонной смеси к поверхности стального стержня при твердении. Однако одной адгезии недостаточно. Решающую роль играет трение и механическое зацепление.

Именно для усиления механического зацепления арматурные стержни изготавливают с периодическим профилем — выступами и ребрами. При затвердевании бетон прочно заклинивается в этих неровностях, создавая анкерный эффект. Когда возникает растягивающее усилие, оно передается на бетон через эти ребра, предотвращая выдергивание стержня.



Рисунок 1 – Профильная арматура

Кроме того, для надежной анкеровки концам стержней придают специальную форму, например, делают загибы («крюки») или приваривают поперечные планки. Эти элементы создают дополнительный упор в массе бетона, увеличивая длину контакта и распределяя усилия.

Таким образом, фиксация арматуры — это комплексное явление, где химическое сцепление, механическое зацепление и трение работают вместе, превращая отдельные стальные стержни и бетон в принципиально новый материал — железобетон, способный противостоять колоссальным нагрузкам.

Фиксация композитной арматуры осуществляется с учетом ее особенностей — легкости, коррозионной стойкости и гибкости. Обычно используют пластиковые или металлические фиксаторы, зажимы и хомуты, которые надежно удерживают композитные прутки в нужном положении. Важным аспектом является правильное расположение и закрепление арматуры, чтобы обеспечить равномерное распределение нагрузок и прочность конструкции. Также применяются специальные монтажные приспособления и временные фиксаторы, позволяющие удерживать композитную арматуру до заливки бетона. В отличие от металлической, композитная арматура не требует защиты от коррозии, что упрощает процесс фиксации и увеличивает долговечность конструкций.

Пластиковые фиксаторы обычно легкие, коррозионностойкие и легко устанавливаются, что делает их популярными для работы с композитной арматурой. Металлические приспособления, как правило, более прочные и используются в случаях, требующих высокой надежности и устойчивости к механическим нагрузкам.



Рисунок 2 – Фиксатор для арматуры

Для закрепления арматуры применяют специальные зажимы, которые охватывают прутки и фиксируют их в заданном положении. Также используют монтажные кронштейны и держатели, которые позволяют регулировать положение арматуры по высоте и горизонтали. В некоторых случаях применяют временные опоры и подпорки, особенно при монтаже длинных прутков или сеток, чтобы избежать их прогиба и смещения.



Рисунок 3 – Зажимы для арматуры

Особое внимание уделяется материалам приспособлений — они должны быть совместимы с композитной арматурой, не вызывать ее повреждений и не ухудшать качество бетона. Важным аспектом является простота монтажа и демонтажа, чтобы ускорить процесс работы и снизить затраты.

Использование качественных монтажных приспособлений позволяет обеспечить точное и надежное закрепление композитной арматуры, что способствует повышению прочности и долговечности бетонных конструкций.

Одним из ключевых направлений становится развитие бескаркасного армирования, где роль анкера начинает выполнять сама структура материала. Мы движемся к тому, что стальная арматура будет не просто помещаться в опалубку, а выращиваться или печататься вместе с бетонной массой, образуя сложные и оптимальные пространственные структуры, немыслимые при ручном труде. Адгезия и сцепление в таких условиях будут не следствием, а изначально заложенным свойством системы.

Большой потенциал кроется в появлении новых композитных материалов, которые смогут стать альтернативой стали. Эти материалы будут обладать программируемыми свойствами поверхности, обеспечивая идеальное сцепление с бетоном без риска коррозии, что коренным образом изменит подход к долговечности конструкций.





Рисунок 4 – Современная стеклокомпозитная арматура

Сама фиксация становится объектом цифрового контроля. Умные анкера и стержни, оснащенные датчиками, позволят в реальном времени отслеживать напряжение в узлах соединения на протяжении всего жизненного цикла здания. Это превратит железобетон из статичного материала в динамичную систему, способную «сообщать» о своем состоянии.

### ***Библиографический список***

1. Применение комплексной системы оптического мониторинга технического состояния с внешним композитным армированием строительных конструкций / М. Ю. Федотов [и др.] // Вестник МГСУ. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 105-114.
2. Теличенко, В.И. Комплексная безопасность строительства / В.И. Теличенко // Вестник МГСУ. – 2010. – № 4-1. – С. 10-17.
3. Корнеев, В. А. Исследование процессов коррозии арматуры в бетоне и сокращение срока эксплуатации железобетонных изделий вследствие коррозии арматуры / В. А. Корнеев, И. И. Кулебакин // Актуальные вопросы устойчивого развития регионов, отраслей, предприятий : материалы Международной научно-практической конференции. В 4-х томах, Тюмень, 23 декабря 2022 года. Том 4. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. – С. 207-213.
4. Голубчикова, А. О. Сравнительный анализ металлической арматуры и арматуры из композитных материалов / А. О. Голубчикова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 12–14

мая 2021 года / Под общей редакцией Н.А. Козырева. Том Выпуск 25. Часть V. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. – С. 172-174.

5. Сборные бетонные и железобетонные изделия // каталог / сост. В.П. Грахов и др.; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ИжГТУ», каф. «ПГС». – Ижевск. 2013.

6. Грахов, В.П. Возведение зданий с монолитным каркасом : монография / В.П. Грахов, Ю.Г. Кислякова, Н.М. Якушев. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. 2014.

7. ГОСТ 31938-2012 «Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия» (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N2004-СТ) .

8. СП 63.13330.2012 «Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003» (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N635/8) .

9. Грахов, В.П. Теория и методы применения новых материалов в создании объектов материальной культуры / В.П. Грахов, С.А. Мохначев, Д.В. Напольских // Культура и образование. – 2014. - № 11 [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnik-rzi.ru/2014/11/2567> (дата обращения: 15.11.2014).

10. Расчет дорожной одежды нежесткого типа для II категории автомобильной дороги / А. Д. Крюнчанкина [и др.] // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 февраля 2019 года / МСХ РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ 2019. – С. 353-363.

**УДК 624. 15.**

*Судаков А.Н., студент 3 курса  
Рязанский институт (филиал)*

*ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Рязань, РФ*

## **ПРИМЕНЕНИЕ РАЗНОПРОФИЛЬНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРЫ**

Актуальность металлической арматуры в современном строительстве обусловлена ее уникальным сочетанием свойств, которые делают ее незаменимой, несмотря на появление альтернативных материалов.

Ее роль выходит далеко за рамки простого усиления. Металлическая арматура образует с бетоном железобетон, где два материала компенсируют недостатки друг друга. Высокая прочность стали на растяжение противостоит нагрузкам, которые хрупкий бетон не в состоянии выдержать, что позволяет создавать прочные и долговечные конструкции сложных форм.



Рисунок 1 – Металлическая арматура

Ключевым фактором неизменной востребованности является ее предсказуемость и надежность. Металл обладает способностью к пластической деформации, что дает видимые предупреждения перед критической нагрузкой в виде трещин и прогибов. Это свойство является жизненно важным для безопасности, позволяя вовремя обнаружить проблему. Кроме того, арматура отлично выдерживает как экстремальные динамические воздействия, такие как сейсмическая активность или ураганы, так и значительные статические нагрузки в многоэтажных зданиях, мостах и тоннелях.

Отработанная технология производства, монтажа и контроля создала мощную нормативную базу и инфраструктуру, что делает ее применение экономически эффективным и логистически удобным.



Рисунок 2 – Производство арматуры



Металлическая арматура остается не просто актуальной, а фундаментальной основой безопасного и прогрессивного строительства.

Хотя на первый взгляд арматура может показаться просто металлическим прутом, ее профиль — это ключевой элемент, определяющий характер сцепления с бетоном. Каждый тип рисунка решает свою уникальную инженерную задачу.

Гладкий профиль, лишенный какого-либо рельефа, он используется не для создания основного сцепления, а там, где важна гладкая поверхность для монтажа или где стержень работает на растяжение без значительных сдвигающих усилий. Чаще всего он становится элементом монтажных каркасов, закладных деталей или служит основой для навивки в предварительно-напряженных конструкциях.

Кольцевой, непрерывные спиральные выступы и впадины которого, расположенные под постоянным углом, создают мощное и равномерное механическое зацепление. Он обеспечивает высочайшую степень анкеровки, что делает его незаменимым в ответственных конструкциях, воспринимающих колоссальные нагрузки, — от фундаментов небоскребов до опор мостов.

Серповидный профиль (европрофиль) — его прерывистые, симметрично расположенные выступы, не смыкающиеся с ребрами, создают иное, более сложное взаимодействие с бетоном. Оно основано не только на механическом заклинивании, но и на трении. Такой дизайн снижает концентрацию напряжений, повышает усталостную прочность и делает арматуру более пластичной, что особенно критично в сейсмоопасных регионах и для динамически нагруженных конструкций.

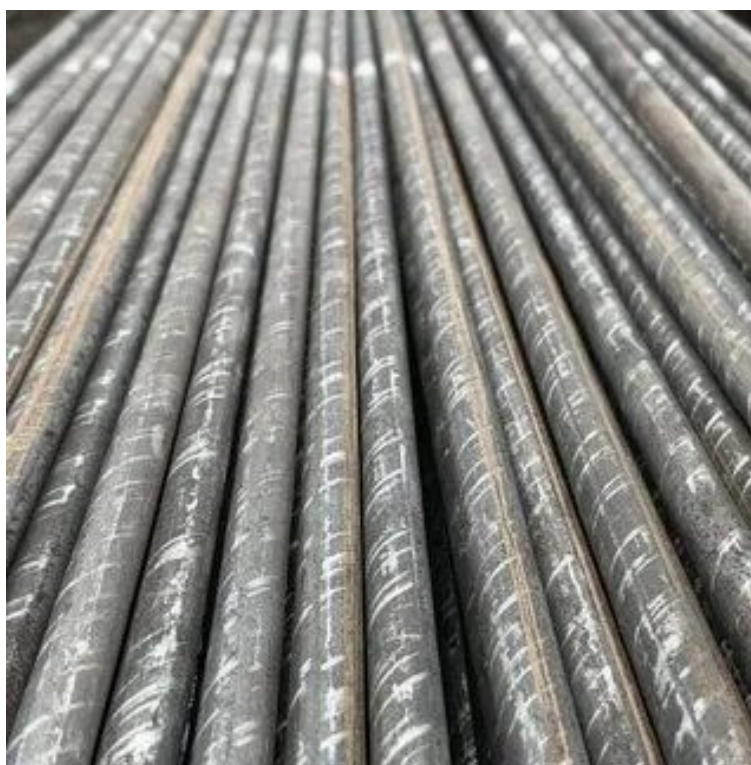


Рисунок 3 – Арматура с гладким профилем



Рисунок 4 – Серповидный профиль арматуры

Выбор профиля — это не просто техническая формальность, а стратегическое решение. От него зависит, как будет распределяться напряжение, как конструкция поведет себя под нагрузкой и насколько долгой и безопасной будет ее служба. Каждый рисунок на поверхности стержня — это язык, на котором сталь "разговаривает" с бетоном, заставляя его быть прочнее, чем он есть на самом деле.

### ***Библиографический список***

1. Николюкин, А. Н. Моделирование совместной работы арматуры с бетоном на примере композитной арматуры: специальность 05.23.01 "Строительные конструкции, здания и сооружения" : диссертация на соискание уч. степ. канд. техн. наук / Николюкин Алексей Николаевич, 2021. – 190 с.
2. Корнеев, В. А. Исследование процессов коррозии арматуры в бетоне и сокращение срока эксплуатации железобетонных изделий вследствие коррозии арматуры / В. А. Корнеев, И. И. Кулебакин // Актуальные вопросы устойчивого развития регионов, отраслей, предприятий : материалы Международной научно-практической конференции. В 4-х томах, Тюмень, 23 декабря 2022 года. Том 4. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. – С. 207-213.
3. Голубчикова, А. О. Сравнительный анализ металлической арматуры и арматуры из композитных материалов / А. О. Голубчикова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 12–14 мая 2021 года / Под общ. редакцией Н.А. Козырева. Том Выпуск 25. Часть V. –

Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. – С. 172-174.

4. Сборные бетонные и железобетонные изделия // каталог / сост. В.П. Грахов и др.; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ИжГТУ», каф. «ПГС». Ижевск. 2013.

5. СП 63.13330.2012 «Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003» (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011N635/8).

6. Грахов, В.П. Теория и методы применения новых материалов в создании объектов материальной культуры / В.П. Грахов, С.А. Мохначев, Д.В. Напольских // Культура и образование. – 2014. - № 11 [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnik-rzi.ru/2014/11/2567> (дата обращения: 15.11.2014).

7. Леонова, А. Н. Сравнительный анализ арматуры из композитных материалов и металлической арматуры / А. Н. Леонова, Ю. И. Наумович, А. А. Ковалева // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2021. – № 4. – С. 143-146.

8. Лычёв, А.С. Архитектурно-строительные конструкции. Учебное пособие / А.С. Лычёв. - М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2009. - 120 с.

9. Коррозия арматуры в железобетонных изделиях / В. В. Иванников [и др.]. // Химическая техника. - 2015. - № 1. - С. 45-49.

10. Расчет дорожной одежды нежесткого типа для II категории автомобильной дороги / А. Д. Крюнчанкина [и др.] // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 февраля 2019 года / МСХ РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 353-363.

## **УДК 624.15**

*Судаков А.Н., студент 3 курса  
Рязанский институт (филиал)*

*ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Рязань, РФ*

### **АРМИРОВАНИЕ РИГЕЛЕЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Ригели играют ключевую роль в современном строительстве, обеспечивая структурную целостность и устойчивость зданий и сооружений. Благодаря своей прочности и способности выдерживать значительные механические нагрузки, ригели способствуют увеличению высоты и гибкости архитектурных решений, позволяя создавать открытые пространства без дополнительных стен и перегородок. Это делает их незаменимыми в проектировании современных коммерческих и жилых зданий, где важна не только функциональность, но и эстетика.



Рисунок 1 – Ригели

Их актуальность обусловлена несколькими факторами:

1. Ригели служат для распределения нагрузок между вертикальными элементами, такими как колонны. Это особенно важно в многоэтажных зданиях, где нагрузки от этажей и крыши должны равномерно передаваться на фундамент.

2. Современные архитектурные решения требуют использования открытых пространств без дополнительных опор. Ригели позволяют создавать большие пролеты, что делает возможным реализацию нестандартных архитектурных идей и дизайнов.

3. Ригели помогают зданиям справляться с различными внешними нагрузками, такими как ветровые и сейсмические воздействия. Это особенно актуально в регионах с высокой сейсмической активностью или сильными ветрами.

4. Правильное использование ригелей позволяет оптимизировать расход строительных материалов. Они могут быть выполнены из высокопрочных материалов, что снижает общий вес конструкции и, соответственно, затраты на фундамент.

5. В последние годы в строительстве активно применяются новые технологии и материалы, такие как композитные материалы и легкие стальные конструкции. Это расширяет возможности использования ригелей и улучшает их характеристики.

6. Современные ригели могут быть интегрированы в системы энергосбережения зданий, включая теплоизоляцию и вентиляцию, что способствует созданию более комфортной и устойчивой городской среды.

7. С учетом растущих требований к безопасности и устойчивости зданий, ригели становятся важным элементом в соблюдении строительных норм и стандартов, что повышает надежность и долговечность сооружений.



Ригели - важные элементы строительных конструкций, которые обеспечивают горизонтальную устойчивость и распределение нагрузок между колоннами. Они используются в различных типах зданий, включая жилые, коммерческие и промышленные сооружения. Ригели могут быть выполнены из различных материалов, таких как бетон, сталь или композиты, что позволяет адаптировать их под конкретные условия эксплуатации и требования проектирования.

Армирование ригелей играет ключевую роль в повышении их прочностных характеристик. Основная задача армирования заключается в увеличении сопротивления изгибным и сжимающим нагрузкам. Это достигается за счет введения арматурных стержней, которые располагаются в определенных зонах ригеля. Правильное распределение арматуры позволяет значительно повысить прочность конструкции и продлить срок её службы.

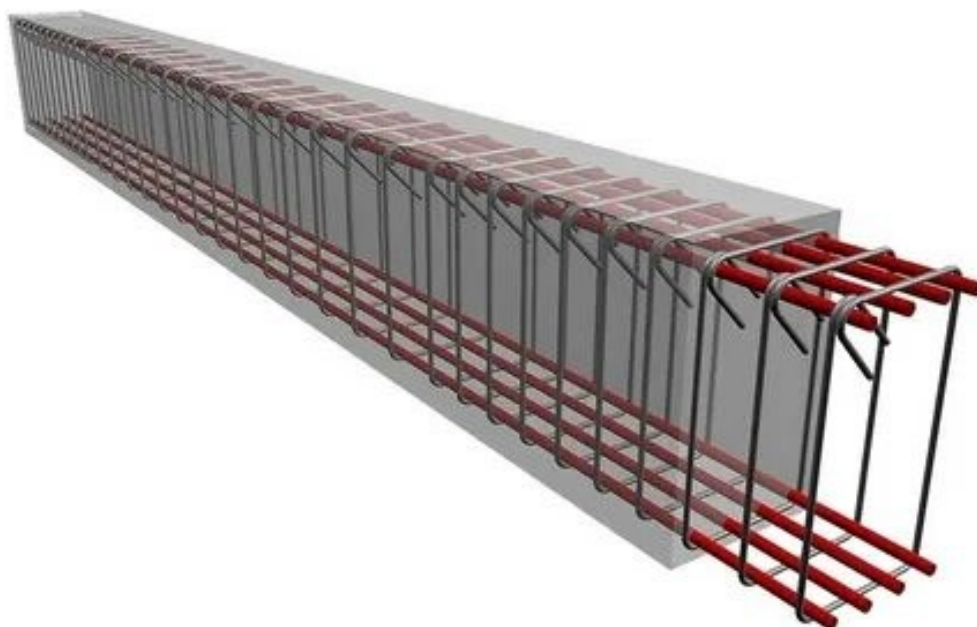


Рисунок 2 – Армирование ригелей

Процесс армирования ригелей требует тщательного проектирования и расчета. Инженеры-строители учитывают различные факторы, такие как тип нагрузки, размеры ригеля и характеристики используемых материалов. Важно также учитывать условия эксплуатации, включая климатические факторы и возможные воздействия со стороны окружающей среды. Все эти аспекты влияют на выбор типа арматуры и её размещение внутри ригеля.

При армировании ригелей часто применяются различные методы, такие как использование стальных арматурных стержней или фибрового армирования. Стальные стержни обеспечивают высокую прочность и долговечность, в то время как фибровое армирование может улучшить трещиностойкость и уменьшить вес конструкции. Выбор метода армирования зависит от конкретных требований проекта и условий строительства.

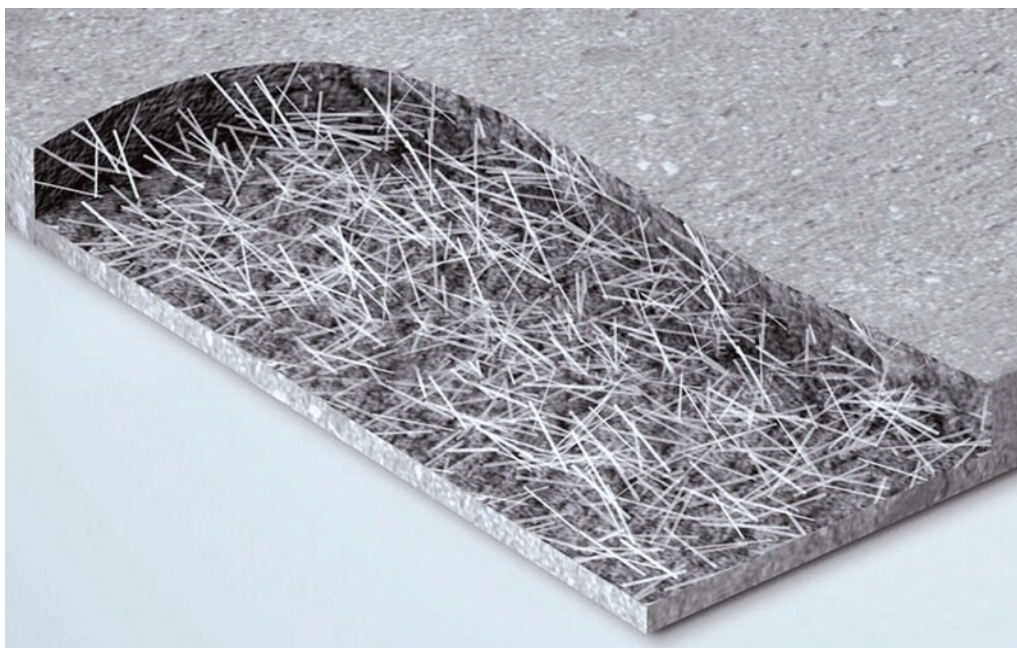


Рисунок 2 – Фибробетон для армирования

Кроме того, важно учитывать технологические аспекты при изготовлении ригелей с армированием. Процесс заливки бетона и укладки арматуры должен быть выполнен с высокой точностью, чтобы избежать образования пустот и дефектов в конструкции. Неправильное выполнение этих работ может привести к снижению прочности ригеля и, как следствие, всего здания.



Рисунок 3 – Заливка бетона

В заключение, ригели и их армирование являются неотъемлемой частью современного строительного проектирования. Они обеспечивают надежность и устойчивость конструкций, что особенно важно в условиях растущих требований к безопасности и долговечности зданий. Правильное армирование ригелей способствует эффективному распределению нагрузок и повышает общую устойчивость строительных объектов.

### *Библиографический список*

1. Применение комплексной системы оптического мониторинга технического состояния с внешним композитным армированием строительных конструкций / М. Ю. Федотов [и др.] // Вестник МГСУ. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 105-114.
2. Теличенко, В.И. Комплексная безопасность строительства / В.И. Теличенко // Вестник МГСУ. – 2010. – № 4-1. – С. 10-17.
3. Корнеев, В. А. Исследование процессов коррозии арматуры в бетоне и сокращение срока эксплуатации железобетонных изделий вследствие коррозии арматуры / В. А. Корнеев, И. И. Кулебакин // Актуальные вопросы устойчивого развития регионов, отраслей, предприятий : материалы Международной научно-практической конференции. В 4-х томах, Тюмень, 23 декабря 2022 года. Том 4. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. – С. 207-213.
4. Голубчикова, А. О. Сравнительный анализ металлической арматуры и арматуры из композитных материалов / А. О. Голубчикова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 12–14 мая 2021 года / Под общей редакцией Н.А. Козырева. Том Выпуск 25. Часть V. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. – С. 172-174.
5. Сборные бетонные и железобетонные изделия // каталог / сост. В.П. Грахов и др.; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ИжГТУ», каф. «ПГС». – Ижевск. 2013.
6. Грахов, В.П. Возведение зданий с монолитным каркасом : монография / В.П. Грахов, Ю.Г. Кислякова, Н.М. Якушев // Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2014.
7. ГОСТ 31938-2012 «Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия» (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N2004-СТ).
8. СП 63.13330.2012 «Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003» (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N635/8).
9. Грахов, В.П. Теория и методы применения новых материалов в создании объектов материальной культуры / В.П. Грахов, С.А. Мохначев, Д.В. Напольских // Культура и образование. – 2014. - № 11 [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnik-rzi.ru/2014/11/2567> (дата обращения: 15.11.2014).
10. Расчет дорожной одежды нежесткого типа для II категории автомобильной дороги / А. Д. Крюнчанкина [и др.] // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный



агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 353-363.

11. Возможности современных материалов для малоэтажного строительства / Т. С. Ткач, Г. Ф. Суздалева, А. И. Бойко, И. В. Шерemet // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 412-421.

**УДК 624.15**

*Судаков А.Н., студент 3 курса  
Рязанский институт (филиал)*

*ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Рязань, РФ*

### **МНОГОКАНАЛЬНОЕ АРМИРОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Многоканальное армирование — это современная технология, которая используется в строительстве для повышения прочности и долговечности конструкций. Она основывается на применении нескольких армирующих элементов, которые распределены по всей площади бетонной или железобетонной конструкции. Это позволяет значительно улучшить механические характеристики материала, а также повысить его устойчивость к различным внешним воздействиям, таким как сжатие, растяжение и изгиб.



Рисунок 1 – Многоканальное армирование



Одним из главных преимуществ многоканального армирования является возможность оптимизации распределения нагрузки. Благодаря использованию нескольких армирующих канатов или стержней, нагрузка равномерно распределяется по всей конструкции, что снижает риск возникновения трещин и деформаций. Это особенно важно в условиях интенсивной эксплуатации, когда конструкции подвергаются значительным механическим воздействиям. Многоканальное армирование позволяет создавать более легкие и тонкие конструкции без потери их прочности.

Внедрение многоканального армирования в строительные проекты также открывает новые возможности для архитекторов и инженеров. С помощью этой технологии можно реализовать более сложные и оригинальные архитектурные решения, которые были бы невозможны при использовании традиционных методов. Гибкость проектирования и возможность создания уникальных форм делают многоканальное армирование привлекательным выбором для современных строительных проектов, как башня Федерации.



Рисунок 2 – Башня Федерации

Технология многоканального армирования также способствует улучшению антикоррозийных свойств бетона. Использование специальных защитных оболочек для армирующих элементов позволяет предотвратить коррозию стали и продлить срок службы конструкций. Это особенно актуально в условиях повышенной влажности или агрессивной окружающей среды, где традиционные методы армирования могут оказаться недостаточно эффективными.

Несмотря на все преимущества, многоканальное армирование требует тщательного проектирования и квалифицированного исполнения работ. Необходимость в высококачественных материалах и соблюдении технологий монтажа может увеличивать стоимость строительства. Однако, учитывая долговечность и надежность таких конструкций, инвестиции в многоканальное

армирование часто оправданы, что делает эту технологию все более популярной в современном строительстве.

Одним из ключевых векторов является функциональная дифференциация каналов. Вместо унифицированных стальных стержней используются разнородные материалы, каждый из которых оптимизирован под конкретную задачу. Например, в одном контуре может применяться высокопрочная сталь для восприятия основных нагрузок, в то время как другой канал формируется из композитной арматуры (АСП), которая не подвержена коррозии и идеальна для агрессивных сред. Это позволяет не просто укреплять конструкцию, а целенаправленно управлять ее работой под нагрузкой.

Другим перспективным направлением становится интеграция сенсоров и создание «цифрового двойника». В арматурные каналы внедряются оптоволоконные датчики, позволяющие в режиме реального времени отслеживать деформации, напряжение и температуру внутри бетонного массива.

Технологии аддитивного производства (3D-печати) также открывают новые горизонты. Они позволяют изготавливать сложнейшие пространственные арматурные каркасы, которые невозможно произвести традиционными методами вязки или сварки. Это дает свободу для проектирования каналов с оптимизированной геометрией, повторяющей траекторию главных напряжений, что ведет к значительной экономии материала при одновременном росте прочностных характеристик.

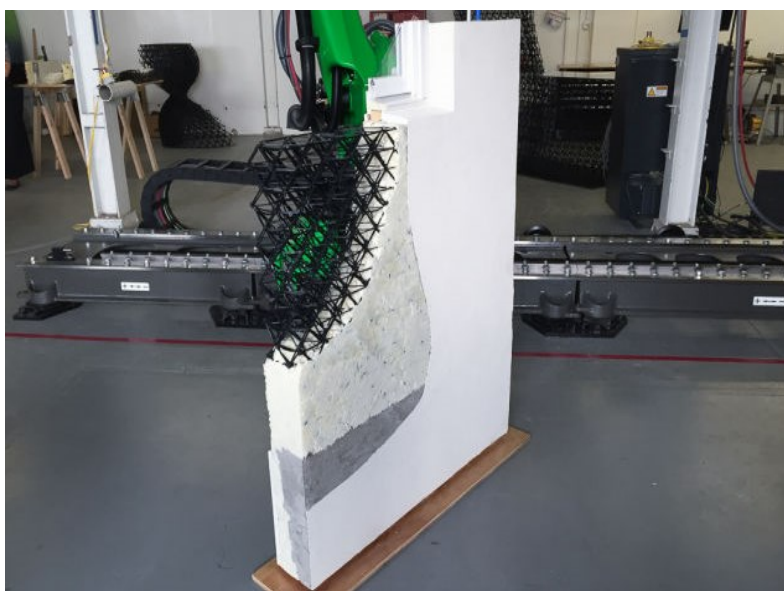


Рисунок 3 – Макет стены с применением технологий адаптивного производства

Технологии активного армирования, такие как преднапряжение нового поколения. Системы на основе умных материалов (например, сплавов с памятью формы) позволяют не просто создать начальное обжатие бетона, а динамически регулировать уровень преднапряжения в ответ на изменяющиеся

внешние воздействия, компенсируя прогибы и повышая устойчивость конструкции к динамическим нагрузкам, таким как землетрясения.

### ***Библиографический список***

1. Применение комплексной системы оптического мониторинга технического состояния с внешним композитным армированием строительных конструкций / М. Ю. Федотов [и др.] // Вестник МГСУ. – 2024. – Т. 19, № 1. – С. 105-114.
2. Теличенко, В.И. Комплексная безопасность строительства / В.И. Теличенко // Вестник МГСУ. – 2010. – № 4-1. – С. 10-17.
3. Корнеев, В. А. Исследование процессов коррозии арматуры в бетоне и сокращение срока эксплуатации железобетонных изделий вследствие коррозии арматуры / В. А. Корнеев, И. И. Кулебакин // Актуальные вопросы устойчивого развития регионов, отраслей, предприятий : материалы Международной научно-практической конференции. В 4-х томах, Тюмень, 23 декабря 2022 года. Том 4. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. – С. 207-213.
4. Голубчикова, А. О. Сравнительный анализ металлической арматуры и арматуры из композитных материалов / А. О. Голубчикова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 12–14 мая 2021 года / Под общей редакцией Н.А. Козырева. Том Выпуск 25. Часть V. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2021. – С. 172-174.
5. Сборные бетонные и железобетонные изделия // каталог / сост. В.П. Грахов и др. М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ИжГТУ», каф. «ПГС». – Ижевск. 2013.
6. Грахов, В.П. Возведение зданий с монолитным каркасом : монография / В.П. Грахов, Ю.Г. Кислякова, Н.М. Якушев. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. 2014.
7. ГОСТ 31938-2012 «Межгосударственный стандарт. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия» (введен в действие Приказом Росстандарта от 27.12.2012 N2004-СТ) .
8. СП 63.13330.2012 «Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003» (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N635/8).
9. Грахов, В.П. Теория и методы применения новых материалов в создании объектов материальной культуры / В.П. Грахов, С.А. Мохначев, Д.В. Напольских // Культура и образование. – 2014. - № 11 [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnik-rzi.ru/2014/11/2567> (дата обращения: 15.11.2014).
10. Возможности современных материалов для малоэтажного строительства / Т. С. Ткач, Г. Ф. Суздалева, А. И. Бойко, И. В. Шеремет // Приоритетные направления научно-технологического развития

агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 412-421.

11. Технологии строительства автомобильных дорог / А. И. Белозеров, А. С. Щур, Т. С. Ткач, О. П. Гаврилина // Перспективы развития транспортной системы в Российской Федерации : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику - Дню работника автомобильного транспорта, Рязань, 25 октября 2024 года. – Рязань: РГАТУ, 2024. – С. 72-78.

Всероссийская научно-практическая конференция,  
посвященная 70-летию со дня рождения  
доктора технических наук, профессора,  
почетного работника высшего профессионального образования РФ,  
почетного работника АПК РФ Успенского Ивана Алексеевича  
«Перспективы развития технической эксплуатации мобильной техники»

24 июля 2025 года

Отпечатано с готового оригинал-макета.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная  
Усл. печ. л. 6,81 п.л. Тираж 500 экз. Заказ № 1675  
подписано в печать 17.12.2025  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П. А. Костычева»  
Отпечатано в издательстве учебной литературы  
и учебно-методических пособий  
ФГБОУ ВО РГАТУ  
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1